



UNIVERSIDADE D
COIMBRA

Joana Rosa Baião Latas

**EXPLORAÇÕES ETNOMATEMÁTICAS
NA ILHA DO PRÍNCIPE
UMA PROPOSTA DE TRILHO**

**Tese no âmbito do Doutoramento em História das Ciências e Educação Científica,
orientada pelo Professor Doutor Jaime Maria Monteiro de Carvalho e Silva e
apresentada ao Instituto de Investigação Interdisciplinar da Universidade de
Coimbra.**

Fevereiro de 2022



UNIVERSIDADE D
COIMBRA

Joana Rosa Baião Latas

**EXPLORAÇÕES ETNOMATEMÁTICAS
NA ILHA DO PRÍNCIPE
UMA PROPOSTA DE TRILHO**

Tese no âmbito do Doutoramento em História das Ciências e Educação Científica,
orientada pelo Professor Doutor Jaime Maria Monteiro de Carvalho e Silva e
apresentada ao Instituto de Investigação Interdisciplinar da Universidade de
Coimbra.

Fevereiro de 2022

Esta Tese de Doutoramento foi parcialmente realizada no âmbito de uma Bolsa de Doutoramento da Fundação para a Ciência e a Tecnologia (referência SFRH/BD/149645/2019), cofinanciada pelo Fundo Social Europeu através do Programa Operacional Regional Centro e por fundos nacionais do Ministério de Ciência, Tecnologia e Ensino Superior de Portugal.



Agradecimentos

Ao Professor Doutor Jaime Carvalho e Silva, por aceitar orientar o presente estudo e pelos apontamentos que refletiram a sua visão crítica e construtiva sobre o mesmo.

Aos participantes deste estudo, individualmente a cada um, por terem aceitado o desafio, pela entrega com que o fizeram e pelas muitas preciosas ideias partilhadas.

À comissão de gestão do Espaço Ciência Sundy, por ter abraçado este projeto entre outras iniciativas educativas que têm consolidado uma colaboração pautada pelo compromisso.

Aos responsáveis do NUCLIO, da Príncipe Trust e da HBD por, em momentos distintos, terem acreditado e investido no desenvolvimento deste projeto.

À Rita Alves, pela amizade, pela completa disponibilidade, e por ter tornado possível e alimentado, em diversos momentos, a minha comunicação com o contexto “Príncipe”.

À Elsa Barbosa, pela amizade, pelo encorajamento e pelo incansável apoio que tanto me ajudaram a priorizar a conclusão deste ciclo.

À Anita Bonito e ao Paulo Rodrigues pela disponibilidade, pelas conversas e ajuda na revisão de texto.

À Sofia Delgadinho, pela amizade e por descomplicar a vida, recentrando-a no que é realmente importante.

À minha família, pelo alento e muito em particular, à Matilde, pela contagiante alegria e, especialmente, por saber esperar para conhecer a sua mãe sem estar no também absorvente papel de doutoranda.

Resumo

O presente estudo centrou-se na exploração de um formato de educação científica em contexto não formal integrado numa perspetiva etnomatemática educacional. O seu objetivo foi conceptualizar uma abordagem educacional, tendo singularidades culturais como princípio e propósitos de cultura científica, e operacionalizá-la no desenvolvimento de recursos educativos para um trilho contextualizado na cestaria da ilha do Príncipe. Pretendeu ainda analisar a validade, praticidade e efetividade esperada dos recursos produzidos.

Assente no pressuposto de que as perspetivas de ciência como cultura e as orientações didáticas de inspiração etnomatemática partilham orientações e deparam-se com desafios similares que requerem respostas coerentes e complementares desenvolveram-se dois constructos: “olhares matemáticos orientados-pela-cultura” e “abordagem educacional orientada-pela-cultura”. Conjuntamente, estes sustentam a interligação proposta entre os dois pilares teóricos, fundamentada na permeabilidade do conhecimento entre as experiências cultural e matemática que se efetiva por meio de interações etnomatemáticas que decorrem da experiência interativa num contexto não formal de aprendizagem.

A investigação, de abordagem qualitativa, baseou-se na modalidade de *design research*, concretizando-se no desenvolvimento da Experiência educacional para a integração de perspetivas múltiplas da etno**M**atemática no contexto da **c**Estaria da ilha do Príncipe (EMcEsta) e, em particular, no (re)desenho de tarefas para um trilho, ao longo de quatro ciclos iterativos e interativos, dando origem à proposta de um trilho. Participaram neste processo vinte e um especialistas entre os quais um cesteiro, professores de matemática, decisores políticos, potenciais utilizadores e académicos das áreas de: matemática, etnomatemática, educação não formal e comunicação de ciência, residentes em São Tomé e Príncipe, Portugal e Moçambique. Foram recolhidos dados provenientes das técnicas de conversação, observação, inquérito por questionário, entrevistas individuais e grupos focais. A diversidade de momentos, fontes e técnicas permitiu a triangulação dos dados num processo dinâmico e cumulativo de elaboração de sínteses narrativas orientada por critérios de qualidade para assegurar a coerência entre a experiência educacional e os seus propósitos.

Os resultados evidenciaram a validade e praticidade da EMcEsta e a exploração dos recursos educativos indicou efetividade quanto ao desenvolvimento de atitudes de educação científica esperadas, particularmente convergentes com a aproximação mútua entre ciência e sociedade. A praticidade das características nos recursos evidenciou que a sua contextualização cultural se coaduna com experiências que estimulam interatividade, que atribuem significado matemático no contexto da cestaria e que (re)contextualizam práticas de cestaria para estilos de vida atuais.

A implementação da abordagem educacional refinou e reforçou a validade dos doze princípios de *design* que consolidam a proposta de interligar a incidência matemática do conhecimento com práticas culturalmente contextualizadas. Também a operacionalidade das sugestões metodológicas que emanaram dos olhares matemáticos é sugestiva da sua adequação para desenvolver tarefas para trilhos em contextos distintos. Consequentemente, o conhecimento conceptual e operacional emergente constitui-se como uma possibilidade para responder ao desenvolvimento de trilhos orientados-pela-cultura.

Palavras-chave: Trilho, desenvolvimento de tarefas, interações etnomatemáticas, educação científica.

Abstract

The current study was anchored on the exploration of a scientific education framework in a non-formal context integrated in an ethnomathematical educational perspective. Its goal was to conceptualize an educational approach, having cultural singularities as a principle and scientific culture aim, and to operationalise it in the development of educational resources for a basketry contextualised trail on the island of Príncipe. It also intended to analyse the expected validity, practicality and effectiveness of the resources produced.

Founded on the assumption that the perspectives of science as culture and the teaching guidelines of ethnomathematical inspiration share approaches and face similar challenges which require coherent and complementary responses, two constructs were developed: “culture-oriented mathematical views” and “culture-oriented educational approach”. Together, these sustain the proposed interconnection between the two theoretical stepstones, based on the permeability of knowledge between cultural and ethnomathematical experiences which is implemented through ethnomathematical interactions that arise from the interactive experience in a non-formal learning context.

The research, with a qualitative approach, was based on the design research method, being materialised in the development of the Educational experiment for the integration of multiple perspectives of ethnoMathematics in the context of basketry (**cEstaria**) of the island of Príncipe (EMcEsta) and, in particular, in the (re)design of tasks for a trail, through four iterative and interactive cycles, giving rise to a proposal for a trail. Twenty-one specialists participated in this process, among them a basket weaver, mathematics teachers, policy makers, potential users and academics from the areas of: mathematics, ethnomathematics, non-formal education and science communication living in São Tomé and Príncipe, Portugal and Mozambique. Data were collected from the techniques of conversation, observation, survey questionnaire, individual interviews and focus groups. The diversity of moments, sources and techniques allowed for data triangulation in a dynamic and cumulative process of development of narrative syntheses guided by quality criteria in order to ensure coherence between the educational experiment and its purposes.

The results highlighted the validity and practicality of EMcEsta and the inquiry of the educational resources suggested effectiveness as for the development of the expected scientific education attitudes, particularly convergent with the mutual approach between science and society. The practicality of the characteristics in the resources highlighted that its cultural contextualisation conforms to experiments which, furthermore, encourage interactivity, that assign mathematical meaning in the context of basketry and that (re)contextualise basketry practices for current lifestyles.

The implementation of the educational approach refined and reinforced the validity of the twelve design principles which consolidate the proposal to interconnect the mathematical incidence of knowledge with culturally contextualised practices. Moreover, the effectiveness of the methodological suggestions which arose from the mathematical views is suggestive of their adequacy to develop tasks for trails in different contexts. Consequently, the emerging conceptual and operational knowledge is constituted as a possibility to answer the development of culture-oriented trails.

Key words: Trail, task development, ethnomathematical interactions, scientific education.

Índice

Capítulo 1 – Introdução	1
Experiência prévia da investigadora.....	1
Um contexto, algumas inquietações e o caminho do estudo.....	6
Problema e questões de investigação.....	8
Organização do relatório.....	10
Capítulo 2 – Referencial etnomatemático	13
A etnomatemática como uma aproximação entre cultura e matemática.....	13
Olhares etnomatemáticos de referência.....	14
A matemática está em toda a parte.....	20
Cultura viva.....	22
Perspetivas etnomatemáticas educacionais.....	26
Incidência matemática do conhecimento.....	27
Críticas à ação etnomatemática em contexto educativo.....	31
Orientações didáticas de inspiração etnomatemática.....	34
Fragilidades e recomendações.....	37
Quão <i>pan</i> é a matemática?.....	37
“Desocultar” a matemática aos olhos de quem?.....	38
A educação matemática é mesmo para todos?.....	39
Capítulo 3 – Educação científica em contexto não formal	41
Educação científica e os seus propósitos.....	41
A ciência como cultura e suas implicações na educação científica.....	42
O papel da educação na promoção de cultura científica.....	49
Perspetivas integradas de educação científica.....	52
Características da educação científica não formal.....	56
Oferta de educação científica não formal.....	58
Características e implicações da aprendizagem em estudos sobre educação não formal.....	60
Orientações para o desenho de contextos não formais de educação científica.....	65
Fragilidades e recomendações.....	67
Quão inclusiva é a educação científica?.....	67
A educação científica é mesmo para todos?.....	67
A quem serve a cidadania?.....	68
Capítulo 4 – Educação científica orientada-pela-cultura	69
Olhares matemáticos orientados-pela-cultura.....	69
Ciência como cultura e etnomatemática na educação: convergências e divergências.....	69
Variações culturais em escala e dimensão.....	70
Olhares orientados-pela-cultura.....	72
Abordagem educacional orientada-pela-cultura em contexto não formal.....	73
Perspetiva integrada da experiência educacional orientada-pela-cultura.....	73
Trilhos.....	78
Sintetizando.....	86
Capítulo 5 – Metodologia	87
Opções metodológicas.....	87

Nota prévia.....	87
Paradigma e modalidade	93
<i>Design research</i>	96
Caraterísticas.....	96
Critérios de qualidade	98
Emergência da matriz de investigação.....	100
Trajectoria do modelo do estudo de DR.....	104
Participantes	107
Recolha de dados.....	108
Análise e triangulação de dados.....	118
Síntese dos procedimentos metodológicos do estudo.....	124
Questões de ética	124
Capítulo 6 – Primeiros olhares matemáticos orientados-pela-cultura.....	127
Princípios de Design de referência.....	127
Referencial etnomatemático.....	127
Educação científica em contexto não formal.....	128
Integração dos PD nos recursos para trilhos orientados-pela-cultura.....	130
Contexto sociocultural e educativo da ilha do Príncipe	132
Abordagem exploratória no contexto ilha do Príncipe.....	134
A seleção da prática de cestaria	140
Considerações sobre práticas de cestaria na ilha do Príncipe.....	141
Olhar a cestaria a partir do olhar do cesteiro	141
Olhar a cestaria a partir do olhar do matemático	149
Sintetizando.....	165
Capítulo 7 – Recursos EMcEsta para um trilho orientado-pela-cultura	167
EMcEsta	167
Do trilho aos recursos EMcEsta	169
Orientações para o desenho dos recursos EMcEsta.....	169
Organização da coleção EMcEsta	171
Considerações sobre identidade visual	173
Evolução das versões dos recursos EMcEsta.....	174
Um ponto de partida	174
À roda com os cestos.....	175
Encontros e desencontros	176
Balaio há, balaio é.....	177
Andala, para que te quero?.....	179
Incorporando recomendações das interações.....	179
Enquadramento dos PD nos recursos EMcEsta.....	181
Dos recursos ao trilho EMcEsta.....	184
Capítulo 8 – Avaliação dos recursos EMcEsta	189
#1 O conceito EMcEsta	190
Propósito.....	190
Critérios de seleção dos especialistas	190
Processo de avaliação.....	191
Parâmetros de avaliação	191
Avaliação dos especialistas	193
Discussão e reformulação da versão A.....	197
#2 O contexto EMcEsta.....	198
Propósito.....	198
Critérios de seleção dos especialistas	198

Processo de avaliação.....	199
Avaliação dos especialistas	200
Discussão e reformulação da versão B	222
#3 Primeiras reações à EMcEsta	223
Propósito.....	223
Critérios e seleção dos participantes	224
Processo de avaliação.....	226
Análise da exploração dos recursos EMcEsta.....	226
Discussão e reformulação da versão C	244
Capítulo 9 – Conclusões	245
Análise dos princípios de <i>design</i>	245
Abordagem educacional orientada-pela-cultura	248
Contributos para a resposta à primeira questão do estudo	248
Características dos recursos EMcEsta.....	249
Sugestões metodológicas.....	253
Contributos para a resposta à segunda questão do estudo	254
Potencial desenvolvimento de educação científica	255
Contributos para a resposta à terceira questão do estudo	257
Considerações relativas à finalidade do estudo.....	258
Limitações do estudo.....	259
Implicações e sugestões para futuras investigações	260
Referências bibliográficas	261
Anexos	283
Anexo A – Parâmetros de avaliação e sua relação com a matriz de investigação.....	284
Anexo B – Questionários aos participantes.....	287
Anexo C – Guiões de entrevista aos participantes.....	299
Anexo D – Consentimento informado de participação e autorização para recolha de imagens áudio e vídeo	315
Anexo E – Manifestação de interesse na implementação do trilho EMcEsta e respetiva integração no Espaço Ciência Sundy	316
Apêndices	317
Apêndice A – Coleção EMcEsta	
Apêndice B – Trilho EMcEsta	

Índice de figuras

Figura 1 - Modelo contextual de aprendizagem. Adaptado de Falk e Dierking (1992, p. 5).....	62
Figura 2 – A diversidade cultural nas dimensões de cultura vistas por diferentes escalas locais e global, elas próprias culturas.	72
Figura 3 – Experiências integradas.....	76
Figura 4 – Experiências integradas, centradas no indivíduo. Adaptado Falk e Dierking (1992).....	77
Figura 5 – Experiências integradas enquadradas no modelo contextual de aprendizagem. Adaptado de Falk e Dierking (1992, 2013).	77
Figura 6– Abordagem educacional orientada-pela-cultura.	78
Figura 7 – Processo de interrogação mútua, por N. Adam (2011, p. 63).....	89
Figura 8 – Processo de interrogação mútua sugerido em N. Adam et al. (2010).	90
Figura 9 – Modelo global de <i>Design research</i> . Adaptado de McKenney e Reeves (2019, p. 83).	104
Figura 10 – Ciclos iterativos ao longo do processo de <i>Design research</i> . Adaptado de McKenney e Reeves (2019, p. 84).....	106
Figura 11 – Esquema da elaboração da versão A (VA) dos recursos EMcEsta.	121
Figura 12 – Esquema da elaboração da versão B (VB) dos recursos EMcEsta.....	122
Figura 13 – Esquema da elaboração da versão C (VC) dos recursos EMcEsta.	122
Figura 14 – Esquema da elaboração da versão D (VD) dos recursos EMcEsta.	123
Figura 15 - Cesto com base em estrela circular, identificado na ilha do Príncipe.....	135
Figura 16 – Cesto de base quadrada, identificado na ilha do Príncipe.....	135
Figura 17 – Detalhe de chocalhos de dança da ilha do Príncipe.....	135
Figura 18 – Exemplo de estrutura de casa tradicional de madeira na ilha do Príncipe.....	136
Figura 19 – Folhas secas de pau esteira prontas a serem utilizadas.	137
Figura 20 – Cavalo com duas folhas de pau esteira e unidas com o fio de nylon.....	137
Figura 21 – Escala de 12 centímetros com subdivisões.	137
Figura 22 – Esteira com uma escala de 12,8 cm.	138
Figura 23 – Exemplo de esteira tecida com 8 linhas e 16 pedras.....	138
Figura 24 – Exemplo de individual tecido em esteira.	139
Figura 25 – Muswa. Armadilha de pesca da ilha do Príncipe.	140
Figura 26 – Andala pronta a ser utilizada na confecção de cestos.....	142
Figura 27 – Pedaçõs de andala no fundo de um cesto cortados com uma faca.	142
Figura 28 – Cestos de base em estrela.	143
Figura 29 – Base em estrela, parte interior do cesto.....	144
Figura 30 – Base em estrela, parte exterior do cesto.....	144

Figura 31 – Disposição dos elementos primários no método de base em estrela, em Areia, Martins e Miranda (1988a, p. 40).	145
Figura 32 – Base em estrela, parte interior do cesto.....	145
Figura 33 – Base em estrela, detalhe da disposição dos elementos primários.	145
Figura 34 – Cesto alto de base em estrela.....	146
Figura 35 – Detalhe do remate do cesto.....	146
Figura 36 – Acabamento na boca do cesto visto do exterior do cesto.	146
Figura 37 – Acabamento na boca do cesto visto do interior do cesto.	146
Figura 38 – Base retangular, parte interior do cesto.....	147
Figura 39 – Base retangular, parte exterior do cesto.	147
Figura 40 – Detalhe de entrecruzamento da base.	148
Figura 41 – Diagonais aparentes, com linhas dentadas e ângulos de 45 graus entre a diagonal aparente e as direções vertical e horizontal, respetivamente.....	148
Figura 42 – Detalhe de entrelaçamento simples das paredes do cesto de “4 cantos”.....	149
Figura 43 – Base retangular, parte interior do cesto.....	149
Figura 44 – Base retangular, parte exterior do cesto.	149
Figura 45 – Espiral de Arquimedes.	151
Figura 46 – Espiral de Arquimedes evidenciando a distância de separação entre voltas consecutivas da espiral constante, ao longo de uma semirreta.....	152
Figura 47 – Aproximação de uma espiral de Arquimedes da tira flexível ou elemento móvel da base de um cesto circular.....	153
Figura 48 – Cesto de base circular.....	153
Figura 49 – Representação cíclica dos movimentos da fita, elemento móvel.....	158
Figura 50 – Representação das tiras e dos movimentos da fita flexível numa volta.	159
Figura 51 – Representação de movimentos no passo dois por cima/dois por baixo, em duas voltas consecutivas com acréscimo de meia tira na estrutura.	160
Figura 52 – Representação de estruturas de entrecruzamento 1/3 e 2/2, respetivamente.	162
Figura 53 – Losango obtido pelo “entrecruzamento” oblíquo de feixes de retas paralelas.	165
Figura 54 - Abordagem EMcEsta.	168
Figura 55 – Centralidade das interações nos recursos de um trilho orientado-pela-cultura.....	171
Figura 56 – Organização dos recursos EMcEsta.	171
Figura 57 – Logótipo EMcEsta.....	173
Figura 58 – Excerto das VA, VB e VD do guião do utilizador de "À roda com os cestos".	175
Figura 59 – Excerto da versão final do guião do mediador de “À roda com os cestos”.	176
Figura 60 – Excerto da VB e VD do guião do utilizador de “À roda com os cestos”.	176
Figura 61 – Excertos da VA e VD do guião do mediador de "Encontros e desencontros".	177
Figura 62 – Excerto da VB e da VD (pp. 1–2) do guião do utilizador de "Encontros e desencontros".	177

Figura 63 – Excertos da VB e VD do guião do utilizador de "Balaio há, balaio ê".....	178
Figura 64 – Excertos da VB e VD do guião do utilizador de "Balaio há, balaio ê".....	178
Figura 65 – Excertos da VD do guião do mediador de "Balaio há, balaio ê".	178
Figura 66 – Excertos da VB e VD do guião do utilizador de "Andala, para que te quero?".	179
Figura 67 – Sinalética em madeira, em ardósia, e um código <i>QR</i> impresso em 3d, respetivamente.	186
Figura 68 – Componentes de caracterização de um trilho orientado-pela-cultura.....	187
Figura 69 – Interligações entre componentes no desenvolvimento da EMcEsta.....	187
Figura 70 – Representação de um passo do método de base em estrela (Versão A).....	196
Figura 71 – Excerto do guião do utilizador de "Balaio há, balaio ê" (Versão B).....	202
Figura 72 – Vista do interior de um cesto de base em estrela (a esquerda) e modelação do entrelaçamento do fundo do cesto por uma espiral uniforme.....	210
Figura 73 – Imagem do fundo interior do cesto de base em estrela.....	211
Figura 74 – Desenhos de estrela feito pelo professor durante a entrevista online.	211
Figura 75 – Estrelas poligonais regulares (Wikimedia Commons, Perey, CC BY 3.0).....	212
Figura 76 - Imagem de andala incluída no guião do utilizador 4 (Versão B).....	215
Figura 77– Participantes do GF2 a entrelaçarem uma tira na estrutura em estrela em “À roda com os cestos”.....	233
Figura 78 – Excerto do guião do utilizador de “À roda com os cestos” e espiral desenhada por um participante do GF1.	233
Figura 79 – Participante do GF2 a entrelaçarem uma tira num cesto de base em estrela já iniciado em “Encontros e desencontros”.....	234
Figura 80 – Excerto do guião do utilizador de “Balaio há, balaio ê” (Versão C).	235
Figura 81 – Parte visível da fita pintada por dois participantes do GF1 em “Balaio há, balaio ê”. 236	
Figura 82 – Excerto do guião do utilizador “Andala, para que te quero?” (Versão C).....	236
Figura 83 – Detalhe das tiras cortadas nas duas direções, na base do cesto de 4 cantos.	237
Figura 84 – Sugestões metodológicas para o desenvolvimento de olhares matemáticos integrados numa abordagem educacional orientada-pela-cultura.	253

Índice de quadros

Quadro 1 – Matriz de investigação da unidade de análise: recursos EMcEsta.....	103
Quadro 2 – Propósito e componente da EMcEsta associada a cada fase do modelo de DR.....	105
Quadro 3 – Identificação das principais atividades ao longo dos (micro)ciclos do processo de DR.	106
Quadro 4 – Distribuição de participantes pelos diferentes momentos do DR.	108
Quadro 5 - Síntese da recolha de dados por fase do DR.	110
Quadro 6 – Distribuição do objeto de estudo por interação.....	119
Quadro 7 – Esquema de triangulação de dados, fontes e técnicas utilizado neste estudo.....	120
Quadro 8 – Esquema de elaboração de narrativa na fase de <i>análise e exploração</i>	121
Quadro 9 – Esquema de elaboração de narrativa #1.....	121
Quadro 10 – Esquema de elaboração de narrativa #2.	122
Quadro 11 – Esquema de elaboração de narrativa #3.	123
Quadro 12 – Esquema de elaboração da metanarrativa.	123
Quadro 13– Síntese da distribuição dos propósitos e procedimentos metodológicos por fase do DR, capítulos de incidência e produtos de investigação.	124
Quadro 14 – Princípios de <i>Design</i> referentes ao referencial etnomatemático.	127
Quadro 15 – Princípios de <i>Design</i> referentes à educação científica em contexto não formal.....	129
Quadro 16 – Relação entre PD e fase de produção dos recursos educativos.	130
Quadro 17 – Exemplos de como os PD de referência foram utilizados nos recursos EMcEsta...	181
Quadro 18 – Caracterização dos processos de interações quanto a foco, propósito, atividades e instrumentos de recolha de dados utilizados.	189
Quadro 19 – Áreas e número de académicos participantes na primeira interação.	191
Quadro 20 - Parâmetros de avaliação dos recursos EMcEsta por área de especialidade da academia.	192
Quadro 21 – Parâmetros de avaliação dos recursos EMcEsta dirigidos a especialistas do Espaço Ciência Sundy.....	193
Quadro 22 – Perfil dos especialistas em educação participantes na segunda interação.	199
Quadro 23– Perfil dos potenciais utilizadores participantes na terceira interação, por grupo focal.	225
Quadro 24 – Princípios de <i>design</i> e sua relação com os constructos do presente estudo.	247

Capítulo 1 – Introdução

Experiência prévia da investigadora

Previamente a esta investigação, há um percurso de experiências da investigadora onde são exploradas relações entre cultura e matemática. Primeiro no âmbito da educação matemática, numa abordagem etnomatemática, e, mais tarde, alargadas à educação científica, numa perspetiva de ciência (matemática incluída) como parte integrante da cultura. Nesta última fase, já no contexto da ilha do Príncipe, são conceptualizados formatos de experiências de aprendizagem que articulam contextos formais e não-formais de educação. São aqui destacados três exemplos: i) estudo empírico de abordagem etnomatemática em contexto de uma sala de aula; ii) participação no desenvolvimento e coordenação de Trilhos da Ciência da ilha do Príncipe e iii) participação no desenvolvimento conceptual e instalação do Espaço Ciência Sundy.

Estudo empírico de abordagem etnomatemática em contexto de sala de aula

Neste estudo, foi desenhado, concebido e implementado um projeto, para uma turma de alunos numa escola no sul de Portugal. O objetivo foi o de proporcionar o que foi definido como uma experiência matemática cultural, tendo por base um elemento comum emergente de práticas culturais, interesses e experiências prévias diversas daquele grupo multicultural de participantes. Este estudo, no qual a investigadora desempenhou simultaneamente o papel de professora da turma, deu origem à dissertação de mestrado “O reconhecimento e a exploração da Matemática cultural: uma abordagem etnomatemática com alunos do 7º ano de escolaridade” (Latas, 2011). Os resultados evidenciaram: i) o papel dos conhecimentos prévios dos alunos na apropriação de práticas culturalmente contextualizadas; ii) o aumento gradual da predisposição dos alunos para o estabelecimento de conexões matemáticas, perspetivadas num quadro de análise sociocultural e iii) a interação entre as dimensões “locais” e “globais” da matemática no aprofundamento dos conhecimentos (matemáticos)¹ dos alunos (Latas, 2011; Latas & Moreira, 2013).

Trilhos da Ciência na ilha do Príncipe

Os Trilhos da Ciência na ilha do Príncipe são caminhos que proporcionam o contacto com a Natureza, com paragens dedicadas à exploração do meio envolvente (estações), integrados no contexto histórico e cultural daquele local. Quando foram criados, em 2013, surgiram associados a

¹ A opção pela palavra “matemática” surgir aqui entre parêntese justifica-se por os conhecimentos aprofundados pelos alunos serem enquadrados nas orientações da matemática escolar, mas também em outras dimensões do conhecimento relacionadas com aspetos sociais e contextuais das práticas culturais como, por exemplo, a sua linguagem específica.

uma atividade da Matemática do Planeta Terra². Coordenados pela investigadora deste estudo, foram desenvolvidos em colaboração com uma equipa multidisciplinar de professores da Escola Secundária do Príncipe e com o apoio logístico das autoridades locais. Além deste enquadramento, a conjugação com fatores considerados localmente relevantes, nomeadamente a primeira validação experimental da Teoria da Relatividade Geral de Albert Einstein (1879-1955), para a qual contribuíram as observações realizadas pela equipa britânica liderada pelo astrofísico Arthur Stanley Eddington (1882-1944), durante o eclipse solar total de 29 de maio de 1919³, a partir da Roça Sundry⁴, na ilha do Príncipe, bem como o reconhecimento desta Ilha como uma Reserva Mundial da Biosfera da UNESCO⁵, em 2012, estiveram na base da criação de um percurso de educação científica com significado neste contexto. Neste sentido, foram definidos como objetivos gerais, os seguintes:

- i) promover interdisciplinaridade entre ciências matemáticas, físicas, naturais, ciências sociais e do desporto; ii) divulgar o episódio da verificação experimental da Teoria da

² A UNESCO declarou 2013 como o Ano Internacional da Matemática do Planeta Terra. Em Portugal foi constituído um comité executivo com representantes de diversas instituições portuguesas relacionadas com Matemática, Educação Matemática e divulgação da Ciência. Existiu também, nesse ano, representação em São Tomé e Príncipe, assumida pela investigadora deste estudo que passou, posteriormente, à figura de Observadora para a CPLP. Informações sobre a programação podem ser consultadas no site oficial: <https://www.mat.uc.pt/mpt2013/>.

³ As expedições britânicas para observação do eclipse solar total de 29 de maio de 1919, a partir da ilha do Príncipe, colónia portuguesa na data da observação e, desde 1975, República Democrática de São Tomé e Príncipe, e do Sobral, Brasil, bem como a sua consequência na validação experimental da Teoria da Relatividade Geral de A. Einstein têm sido extensivamente documentadas. Alguns exemplos recentes que veiculam uma visão global deste acontecimento podem ser consultados em Simões e A. Sousa (2019) e Simões (2019).

⁴ A Roça Sundry, durante os primeiros três quartos do séc. XX, foi uma das maiores estruturas agrícolas, sobretudo de plantação de cacau, da ilha do Príncipe, com zonas habitacionais para proprietários e trabalhadores, com equipamento de saúde, educação e religioso. Atualmente, uma parte agrícola e a escola continuam a funcionar. Uma parte da zona edificada foi reestruturada para uma unidade hoteleira e uma outra parte continua a alojar habitantes da ilha do Príncipe. O nome “Sundry”, em forro, um dos idiomas falados em São Tomé e Príncipe, significa, “Senhor Dias”, o nome do primeiro proprietário desta Roça. O nome “Sundry” surge na maioria dos documentos do período colonial. Contudo, em prol da fonética santomense e influência portuguesa, surge também referenciada como Sundi (Pape, 2016; Latas, Pape, Simões, 2020).

⁵ O reconhecimento da ilha do Príncipe como Reserva Mundial da Biosfera pela UNESCO foi feita a 12 de julho de 2012 - <https://news.un.org/pt/story/2012/07/1409971-ilha-do-principe-inscrita-na-lista-das-reservas-da-biosfera-da-unesco>. Informação sobre a constituição da Reserva Mundial da Biosfera da ilha do Príncipe pode ser consultada em <http://www.unesco.org/new/en/natural-sciences/environment/ecological-sciences/biosphere-reserves/africa/sao-tome-and-principe/the-island-of-principe/>, estando este estatuto associado a responsabilidades estipuladas pelo Programa MAB – *Man and the Biosphere Programme*, disponíveis em <http://www.unesco.org/new/en/natural-sciences/environment/ecological-sciences/>.

Relatividade Geral (TRG) de Einstein na ilha do Príncipe; iii) despertar para o conhecimento científico contextualizado; iv) recuperar o legado da cultura científica na ilha do Príncipe v) promover informação sobre o enquadramento da ilha do Príncipe na Reserva da Biosfera. (Latas & A. Rodrigues, 2015, p. 64)

O projeto Trilhos da Ciência caracteriza-se por constituir uma atividade de exterior,⁶ articulada com objetivos de aprendizagem das ciências prevista na educação formal. Em cada paragem são explorados fenómenos relacionados com o meio envolvente, com base em atividades *minds-on* (envolvimento cognitivo do indivíduo – "pensar"), *hearts-on* (envolvimento emocional do indivíduo - "sentir") e *hands-on* (envolvimento dos 5 sentidos do indivíduo - "fazer"). A proposta didática daí resultante, assente numa visão integradora dos contextos de educação formais e não-formais, estabelece conexões entre ciência, história e cultura local como um caminho possível para desmistificar e dar significado à aprendizagem das ciências da Terra, do Mar e do Espaço. A implementação do trilho teve como participantes, em momentos distintos, público escolar e cientistas, nacionais e internacionais. Os resultados da primeira avaliação do projeto evidenciam que professores e alunos i) reconhecem potencialidades em associar a aprendizagem a contextos culturais e familiares aos alunos; ii) valorizam o contexto histórico pela proximidade com a aprendizagem associada a um episódio de história de ciência decorrido na ilha do Príncipe e iii) manifestam-se favoráveis à continuidade do mesmo (Latas & A. Rodrigues, 2015).

Ao longo dos anos, a avaliação dos participantes e as reflexões que daí resultaram contribuíram para apurar o processo. Se, numa primeira fase, o despertar dos alunos e professores para a possibilidade de uma aprendizagem contextualizada e fora da instituição Escola foi extremamente animador, com o passar do tempo o foco passou a ser a emergência de outras interações, em particular inerentes ao desenho das tarefas para as estações, com o estabelecimento de parcerias entre professores da Escola Secundária do Príncipe e especialistas de diferentes áreas do conhecimento. Aliás, a incipiente relação entre as características das tarefas dos Trilhos de Ciência e a sua adequabilidade ao contexto é sugestiva de uma exploração mais sistemática. Esta questão de potenciar o significado das práticas locais teria sido referida anteriormente em Latas e A. Rodrigues (2015), ao sugerirem a exploração, nas tarefas propostas, de conhecimentos sem estarem delimitados pelo currículo escolar.

Hoje, os Trilhos de Ciência aumentaram em número, continuando, pontualmente, a ser ativados pela comunidade educativa. Além disso, as suas características proporcionaram uma extensão e adaptação dos mesmos a outros contextos. Assim, estes foram estendidos à ilha de São Tomé, por iniciativa de professores da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de São Tomé e

⁶ O termo em inglês *outdoor* é aqui traduzido por *exterior*, ainda que coexistam na literatura designações equivalentes como “ambientes exteriores à sala de aula” (Marques, 2019), “fora da sala de aula” ou “ao ar livre” (F. Fernandes et al., 2017; Vale & A. Barbosa, 2020), sendo que “fora de portas” também é utilizado no âmbito de contextos não formais de educação, por exemplo em “museu fora de portas” ou “biblioteca fora de portas”.

Príncipe, e dirigidos a alunos (futuros professores incluídos) e professores dos cursos de licenciatura em Biologia, Geografia, História, Física e Matemática da referida instituição. Em termos internacionais, o conceito em causa foi igualmente uma inspiração para uma das componentes do projeto europeu coordenado pelo NUCLIO – Núcleo Interativo de Astronomia e Inovação em Educação, IDiverSE – *Islands Diversity for Science Education*⁷. O desenho da proposta, no qual a investigadora assumiu um papel ativo como membro da instituição coordenadora, propôs a criação de Trilhos da Ciência por professores e alunos de um total de onze ilhas distribuídas por Portugal, Espanha e Grécia, baseados na metodologia de *Design Thinking*, como uma estratégia para abrir a escola à comunidade e de divulgar conhecimento científico. Em ambas as experiências foram exploradas interações entre ciência e singularidades culturalmente contextualizadas nos locais em causa, ainda que adaptadas a diferentes enquadramentos. De qualquer forma, destaca-se a aplicabilidade deste formato no âmbito da formação inicial de professores, bem como a criação de trilhos com a participação ativa de alunos do ensino básico e secundário.

Espaço Ciência Sundy

Paralela e independentemente ao desenvolvimento deste estudo, foi conceptualizado o Espaço Ciência Sundy por uma equipa que a investigadora integrou, assumindo um papel preponderante na génese e desenvolvimento do conceito. Este surge como um dos produtos de “Eddington na Sundy: 100 anos depois”, um projeto internacional centrado na celebração do centenário das observações astronómicas do eclipse de 29 de maio de 1919, com iniciativas a nível mundial, mas com especial incidência na ilha do Príncipe⁸.

O Espaço Ciência Sundy, materializado num contexto de educação não-formal, pretende ser um legado físico das referidas observações astronómicas que tiveram lugar na Roça Sundy, na ilha do Príncipe (ver notas de rodapé 3 e 4) integrando referências científicas, históricas e culturais através de ações dirigidas a diferentes públicos de dimensões regional, nacional e internacional (Latas, 2019; Latas, Prazeres et al., 2020). Os seus objetivos são:

- i) ser um espaço ao serviço da Educação e das Escolas do Príncipe, na medida em que se pretende proporcionar experiências de aprendizagem no âmbito das Ciências; ii) ser o

⁷ Projeto co-financiado pelo Programa ERASMUS+ da União Europeia, associado ao contrato 2017-1-PT01-KA201-035919. Informação detalhada sobre as atividades do projeto pode ser consultada no site oficial do mesmo em <https://idiverse.eu/>.

⁸ Informação detalhada sobre as atividades e produtos destas celebrações, que assumiram uma dimensão global, podem ser consultadas no site oficial do projeto em <https://esundy.nuclio.org/>, acedido em 7 de dezembro de 2021. Os eventos associados à programação Eddington na Sundy mobilizaram a comunidade científica internacional, tendo promovido a constituição de equipas interdisciplinares que se envolveram em investigações e que contribuíram, por exemplo, para a identificação exata da localização das observações do eclipse solar por parte da equipa liderada por Sir Arthur Eddington, na Roça Sundy (Latas, Pape & Simões, 2020).

culminar dos Trilhos de Ciência, que têm sido desenvolvidos desde 2013, e, por isso, abranger públicos-alvo com diferentes interesses e dinâmicas; iii) constituir um Espaço, por excelência, para a divulgação e educação científica na ilha do Príncipe e ser uma referência para países vizinhos; iv) fazer perdurar no tempo o legado histórico e científico das observações astronómicas que aí tiveram lugar; v) constituir uma atração turística e um “cartão” de visita na ilha do Príncipe, em particular na Roça Sundy⁹.

Além disso, esta iniciativa surge alinhada com o plano estratégico da ilha, Príncipe 2030¹⁰. Por seu turno, o Príncipe 2030, já por si coerente com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável definidos pela Organização das Nações Unidas, coloca nas ações do Espaço Ciência Sundy a responsabilidade acrescida de contribuir para a promoção do desenvolvimento daquele local, associado a quatro dos dez objetivos definidos no mencionado plano estratégico. Assim, a ação deve ser coerentemente desenvolvida de forma a contribuir para o desenvolvimento: i) de um turismo responsável e sustentável, nomeadamente no que respeita à ampliação, preservação e promoção da identidade, sabedoria tradicional e artesanato incluídos na cultura local (objetivo 3); ii) de qualidade de vida para todos, com particular ênfase nos indicadores relacionados à inclusão e à equidade no acesso à educação (objetivo 5); iii) de inovação e capacitação, ao nível da formação profissional, com ênfase nas competências digitais, mas também com estratégias inovadoras de incentivo ao empreendedorismo (objetivo 7) e iv) da planificação participativa, em particular no que respeita a mecanismos integrados no respetivo programa educativo (objetivo 8).

Apesar da inauguração a 29 de maio de 2019, a abertura ao público está ainda em fase de preparação e sem data definida. A Comissão de Gestão do Espaço Ciência Sundy é constituída por membros do Governo da Região Autónoma do Príncipe e da HBD-Príncipe¹¹, uma empresa privada híbrida que investe no desenvolvimento de um turismo sustentável e responsável. Atualmente, a investigadora desempenha nela o papel de consultora.

Sintetizando, dos resultados dos dois primeiros exemplos, salienta-se a importância que a cultura pode desempenhar no desenvolvimento de contextos que potenciem o desenvolvimento de aprendizagens com significado e que extravasem os conhecimentos disciplinares. Para além disso, em comum nos três casos existe, de forma mais ou menos explícita, a promoção de integração entre dimensões científicas, humanísticas e técnica (fazer) resultante das experiências vivenciadas pelos

⁹ Informação geral sobre o Espaço Ciência Sundy, está disponível em <https://esundy.nuclio.org/index.php/no-principe/espaco-ciencia-e-historia-sundy/>.

¹⁰ Informação sobre o plano Príncipe 2030 pode ser consultada na página oficial do *facebook* <https://www.facebook.com/Principe2030>. O plano na íntegra está disponível em PDSRAP (2020). Plano de Desenvolvimento Sustentável da Região Autónoma do Príncipe – “Príncipe 2030” (Anexo do Decreto Legislativo Regional n.º 3/2020). Diário da República de São Tomé e Príncipe: Série I, n.º 90/2020.

¹¹ *HBD – Here Be Dragons* é uma expressão frequentemente utilizada por cartógrafos no séc. XVIII que consistia na ilustração de áreas geográficas desconhecidas nos mapas com monstros e outras criaturas mitológicas, nomeadamente Dragões, remetendo para o potencial perigo destes locais. Neste contexto, a expressão *HBD* surge associada a uma área geográfica inexplorada e, por isso, misteriosa.

indivíduos ao longo do tempo, a qual se revela coerente com o princípio de uma educação científica para todos. Tal perspectiva, de ciência como parte integrante da cultura do indivíduo, converge com as orientações metodológicas atuais para o ensino das ciências e matemática como Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS¹²) e Ciência, Tecnologia, Engenharia, Arte e Matemática (STEAM sigla em Inglês), bem como com o propósito de desenvolvimento integral do indivíduo alinhado com a construção de uma cidadania responsável e ativa na sociedade em que se insere (Aikenhead, 2009; Latas, 2021; Martins, 2016, 2019; M. Santos, 2005, 2009; Rodrigues, 2011, 2016; UNESCO, 2010, 2012).

Um contexto, algumas inquietações e o caminho do estudo

(Eu na ilha do Príncipe e a ilha do Príncipe em mim)

O contexto da ilha do Príncipe foi o local onde a investigadora residiu e exerceu a sua profissão entre setembro de 2012 e julho de 2016. Revisitou-o, igualmente em contexto profissional, em outubro de 2018, janeiro e maio de 2019 e julho de 2021. Um ambiente que mostrou ser propício ao seu desenvolvimento integral, isto é, pessoal, profissional e social. Profissionalmente, a investigadora experimentou diversas funções, nomeadamente professora de matemática nos ensinos básico, secundário e superior; coordenadora de professores de matemática; formadora na área das ciências; investigadora; consultora em projetos de cariz educativo e coordenadora de projetos de educação e divulgação de ciência, alguns deles a nível internacional. A diversidade de papéis profissionais desempenhados, ao longo da sua vivência na ilha do Príncipe, permitiu-lhe participar em diferentes esferas de ação e interagir num abrangente espectro social e político, no qual foram estabelecidas efetivas co-laborações.

Em termos pessoais, não foi a primeira vez que a investigadora se ausentou do seu país de origem, Portugal, mas, tal como na primeira, a escolha recaiu num país de língua oficial portuguesa no continente africano. Apesar da língua portuguesa ser elo de ligação entre pessoas e países, a verdade é que suporta tensões políticas, sociais, culturais, com origem no período colonial e que persistem até aos dias de hoje. A consciência da existência dessas mesmas tensões também no sistema educativo e a sensibilidade para as perspectivas socioculturais da educação matemática, fizeram a investigadora questionar o *modus operandi* de instituições, programas e projetos com ações no

¹² Há autores que fazem a distinção entre CTS e CTSA, explicitando o Ambiente. O argumento desta última opção é uma forma de pressão para que os agentes envolvidos em educação com esta orientação não esqueçam as relações que existem entre o ambiente físico e os fatores sociais e culturais (Martins, 2020). Há quem considere que a palavra Ambiente não acrescenta mais à sigla, tornando-a redundante ou remetendo para o foco de incidência, e mencione uma terceira possibilidade, CTSS, sendo o último S referente a Sustentabilidade (Chrispino, 2017). Neste estudo, por estarmos a considerar a educação científica num sentido lato, optamos pela designação CTS, assumindo que o Ambiente e a Sustentabilidade devam ser variáveis a considerar nas abordagens CTS.

terreno, mas também atitudes e comportamentos incoerentes com o discurso e postura aparente de indivíduos, independentemente da sua nacionalidade, portuguesa, santomense, ambas ou qualquer outra. Esse mesmo questionamento traduziu-se também numa oportunidade para serem estabelecidas relações de confiança pautadas por inquietações similares. Foi nesse contexto de relações sólidas e familiares que (re-)emergiu o interesse pelas relações entre matemática e (aquela) cultura, enquadradas numa visão educativa promotora da participação ativa e responsável de cada indivíduo na sociedade em que se insere.

Em colaboração com pares e especialistas de diferentes áreas, e sem um propósito demasiado delineado, desenvolveram-se iniciativas e experimentaram-se formatos com o intuito dos alunos e professores se libertarem do espartilhamento de ensino tradicional, característico das práticas letivas nas escolas no Príncipe, das atividades circunscritas às paredes da sala de aula e dos textos de apoio excessivamente inspirados nos homólogos manuais portugueses (Borrvalho et al., 2019; N. Costa et al., 2017; Latas & P. Rodrigues, 2015). Algumas iniciativas esgotaram-se no local e no tempo, outras deram origem a projetos e práticas de investigação com a participação de professores e decisores da área educativa da região autónoma, permanecendo ativas até hoje.

O desenvolvimento dos Trilhos da Ciência (ver descrição na subsecção anterior) rompeu com qualquer das práticas educativas na ilha do Príncipe e foi um ponto de viragem nas possibilidades de educação científica em termos locais. Os Trilhos da Ciência foram apresentados em fóruns locais, nacionais e internacionais. Seis anos depois, os professores da Escola Secundária do Príncipe organizá-los-iam, de forma autónoma, fazendo a gestão de todos os recursos necessários para o efeito e apresenta-los-iam, orgulhosamente, como seus. Atualmente, exploram-se possibilidades dos mesmos integrarem o ainda embrionário programa educativo do recém-criado Espaço Ciência Sundry (ver descrição na subsecção anterior) enquanto recurso de educação científica. Logo após a primeira avaliação, o projeto foi apresentado num encontro internacional de etnomatemática, como um exemplo de desenvolvimento de uma experiência de aprendizagem das ciências, interdisciplinar, enraizada no contexto histórico e com perspetivas culturais contextualizadas sugeridas por professores principenses, ou seja, enquadrado numa perspetiva holística de educação científica. No entanto, a abordagem pareceu não ter convencido a audiência.

O despertar da educação científica na ilha do Príncipe, que se traduziu numa estratégia por parte das autoridades locais, proporcionou a definição de linhas de ação educativa influenciadas e influenciadoras do plano de desenvolvimento daquela Ilha. As iniciativas de incidência em ciências, promotoras de uma educação (científica) pautada pela valorização do conhecimento cultural, do contexto histórico e das interações locais, foram experienciadas pela comunidade educativa e por membros de comunidades urbanas e rurais. Daqui houve uma evolução para a celebração do centenário das observações do eclipse de 29 de maio de 1919, a qual foi absolutamente decisiva na materialização do Espaço Ciência Sundry. Este constitui outro ponto de viragem nas possibilidades de educação científica naquele local. Aquando da sua inauguração, foi o primeiro e único local dedicado à educação científica não formal, de acesso público, na ilha do Príncipe.

A participação da investigadora nas várias fases dos processos envolvidos nestas ações, com um papel tendencialmente consultivo, por um lado, evidenciou a necessidade de desenvolver o papel da cultura no projeto Trilhos de Ciência e, por outro, aguçou a intuição da compatibilidade do entendimento de uma educação científica, em sentido lato, com princípios etnomatemáticos. Nomeadamente em termos de explorar formas de apropriação do conhecimento (técnico, científico, etc), por diferentes indivíduos e grupos sociais, para a fundamentação de tomadas de decisões, isto é, aproximar o cidadão da ciência, além de aproximar a matemática de assuntos mundanos em prol de uma humanização da matemática.

Em síntese, nas discussões com parceiros, nacionais e internacionais, foi sendo gradual e conjuntamente desenvolvida uma visão de educação científica para a ilha do Príncipe, numa perspectiva de desenvolvimento do potencial de cada indivíduo. Este caminho inspirou, entre outras, duas reflexões: uma primeira relacionada com as potencialidades deste formato de Trilhos de Ciência na promoção de uma educação científica, entendida num sentido amplo; uma segunda reflexão, mais abrangente, no sentido de compreender até que ponto, a visão deste formato, desenvolvida no contexto da ilha do Príncipe, pode ser consolidada pelo seu enquadramento teórico, bem como perspectivada em outros contextos. Ambas estão na motivação de base para este estudo.

Problema e questões de investigação

O presente estudo pretende explorar como é que o formato de trilho, enquanto contexto não formal com propósitos de educação científica, pode integrar uma perspectiva etnomatemática educacional. Tem como pressuposto que as perspectivas de ciência como cultura e de etnomatemática como abordagens na educação das ciências e na educação matemática, respetivamente, partilham de orientações de base (M. Santos, 2005, 2009; Gerdes, 2007a, 2012b) e, conseqüentemente, deparam-se com desafios similares que requerem respostas coerentes e complementares (UNESCO, 2010, 2012). Assim, o referencial etnomatemático pode surgir como uma ferramenta para conhecer e agir sobre a cultura numa vertente de educação científica. Além disso, ampliar o contexto educativo para ambientes de educação não-formal, permite perspetivar o formato de trilho como experiência integrada que contribui para a educação científica do indivíduo.

A compatibilização destas perspetivas faz emergir um outro aspeto comum, mas que lhe acrescenta potencial fragilidade: o desenho de tarefas matemáticas. Na verdade, o desenho de tarefas é identificado na literatura como uma etapa particularmente delicada, uma vez que a sua consecução de acordo com os pressupostos do trilho é determinante para o sucesso do mesmo (Cahyono et al., 2015; F. Fernandes et al., 2017; Jablonski et al., 2020; Shoaf et al., 2004; Vale & A. Barbosa, 2020). Também a contextualização cultural das tarefas em perspetivas etnomatemáticas mostrou ser didaticamente exigente para evitar artificialidade e, como tal, não dispensa uma cuidada antecipação de limitações e potencialidades antes de ser implementada (Latas, 2011; Palhares, 2012). Em particular, no contexto específico da ilha do Príncipe, embora os Trilhos de Ciência já tenham sido experimentados com resultados animadores, a componente cultural na exploração de

perspetivas múltiplas do conhecimento que interligue singularidades e ciência, matemática incluída, é algo a melhorar (Latas & A. Rodrigues, 2015).

Dado que a cestaria mostrou ser fértil como singularidade cultural da ilha do Príncipe, esta pode constituir o contexto para explorar a integração de perspetivas etnomatemáticas e de educação científica. Além disso, a emergência, no âmbito do Espaço Ciência Sundy, de um trilho que contribua para aproximar o cidadão da ciência, além de aproximar a matemática de assuntos mundanos, parece responder ao crescente interesse em desenvolver estratégias que visem a proximidade entre sociedade e ciência, e vice-versa, naquele contexto. Assim, o presente estudo visa desenvolver um trilho, integrado numa perspetiva de educação científica em contexto não formal e coerente com perspetivas múltiplas da etnomatemática, no contexto da cestaria da ilha do Príncipe. Assente nesta finalidade, foram definidas três questões que focaram a investigação:

- i) quais as orientações para operacionalizar uma abordagem educacional em contexto não formal, que interligue a incidência matemática do conhecimento com práticas culturalmente contextualizadas?;
- ii) como desenhar tarefas, no âmbito do desenvolvimento de um trilho, que integrem interações etnomatemática contextualizadas na cestaria da ilha do Príncipe? e
- iii) como se caracteriza a exploração dos recursos educativos produzidos, ao nível das atitudes de educação científica esperadas?

A forma como as questões estão definidas apelam à orientação teórica, mas também, do ponto de vista prático, à intervenção no contexto. Desta forma, o *design research* foi a abordagem utilizada para conduzir este estudo e criar uma intervenção que se concretizou no desenvolvimento de aspetos específicos de um trilho contextualizado na cestaria da ilha do Príncipe. A saber: a conceptualização de uma abordagem que explora, de forma inovadora, interligações entre perspetivas de etnomatemática e de educação científica em contexto não formal, e a produção de recursos educativos em conformidade. Este processo é suportado pela designada **Experiência educacional para a integração de perspetivas múltiplas da etnoMatemática no contexto da cEstaria da ilha do Príncipe – EMcEsta**. Em particular, os recursos educativos produzidos neste âmbito são abreviadamente mencionados por recursos EMcEsta.

As metodologias tendencialmente participativas valorizam as interações e atribuem aos participantes um papel ativo no processo de investigação, desvanecendo possíveis posturas excessivamente etnocêntricas por parte de quem investiga. Esta participação coloca outros desafios metodológicos, nomeadamente em termos de compatibilização de múltiplas perspetivas sobre um mesmo fenómeno. No entanto, o *design research* tem sido relevador de potencialidades relativamente a este propósito, destacando a possibilidade de proporcionar uma intervenção simultaneamente fundamentada pela teoria e socioculturalmente enquadrada, garantindo, em parte, a sua eficácia (McKenney & Reeves, 2019).

A investigação em causa e a construção da EMcEsta, além do retorno para a academia, preveem retorno para a ilha do Príncipe, quer ao nível da sociedade e dos cesteiros, quer ao nível do Espaço Ciência Sundy. Assim, canalizar os resultados da investigação para o benefício deste local pode

significar, entre outros, orientar a respetiva ação educativa para a investigação baseada na cultura, em colaborações com a comunidade e parceiros institucionais. Ao nível dos cesteiros, a valorização do conhecimento de cestaria em esferas de ação educativa, social e política poderá ser o impacte mais evidente. À escala da ilha do Príncipe, as consequências estão ao nível da promoção da coexistência da diversidade de formas de conhecimento que se podem complementar, bem como no estabelecimento de interações entre ciência e sociedade. Assim, quer pelas opções metodológicas, quer pela própria natureza da investigação, este estudo acarreta preocupações com o retorno para o local, que se traduzem numa componente de responsabilidade social.

Organização do relatório

Este relatório está organizado em nove capítulos, referências bibliográficas, cinco conjuntos de anexos e dois apêndices.

O capítulo 1, introdução, apresenta a motivação, pertinência e questões do presente estudo. Os capítulos 2, 3 e 4 são teóricos. No primeiro destes, é enquadrada a perspetiva etnomatemática educacional adotada à luz do referencial etnomatemático. O capítulo 3 incide no enquadramento teórico da educação científica, assumindo os contextos não formais particular relevância. O capítulo 4 apresenta o quadro conceptual do estudo, que resulta de uma síntese integrada de aspetos discutidos nos capítulos anteriores. O desenvolvimento deste, integrado no processo de *design research*, decorreu de forma dinâmica. Neste capítulo são apresentados dois constructos: “olhares matemáticos orientados-pela-cultura” e “abordagem educacional orientada-pela-cultura”, é discutido o conceito de trilho e são apresentadas as fases consideradas para o desenvolvimento de um “trilho orientado-pela-cultura”.

No capítulo 5 é apresentada a metodologia e fundamentada a opção por entrecruzar uma trajetória de *design research* com uma produção de narrativas orientadas por uma matriz de investigação. Nos capítulos 6, 7 e 8 são apresentados resultados que interligam dados empíricos com informação da revisão de literatura dos processos-chave de *análise e exploração*, *design e construção* e *avaliação e reflexão*, respetivamente. O primeiro destes apresenta os princípios de *design* de referência, enquadra a intervenção na ilha do Príncipe e apresenta os resultados das interações da fase de *análise e exploração*. No capítulo 7 é apresentado o resultado da intervenção, ou seja, a versão final dos recursos EMcEsta, a evolução de *design* ao longo de quatro versões, a integração do *design e construção* da intervenção com os outros processos-chave, assim como sugestões para a transição dos recursos para o trilho EMcEsta. O capítulo 8 apresenta e discute os dados recolhidos em três interações de avaliação dos recursos com diferentes intervenientes e em momentos distintos, incluindo as reformulações entre as versões dos mesmos. No capítulo 9, conclusões, a reflexão é apresentada como um prolongamento do capítulo anterior, e fundamenta-se na metanarrativa da avaliação dos recursos para responder às questões do estudo. Neste capítulo, são também revistos os princípios de *design* e apresentadas algumas limitações, implicações e possibilidades de futuras investigações. Finalmente estão listadas as referências bibliográficas consultadas para a elaboração deste relatório, são apresentados os Anexos e os Apêndices. Nos

Capítulo 1 - Introdução

anexos constam os documentos de apoio à organização, recolha e análise de dados, parcial ou integralmente desenvolvidos no âmbito da presente investigação bem como outra documentação complementar. Os dois apêndices distinguem-se dos anexos pela sua relevância enquanto produtos da presente investigação e constituem-se pela coleção de recursos educativos EMcEsta e pela proposta de trilho EMcEsta.

Capítulo 2 – Referencial etnomatemático

A etnomatemática como uma aproximação entre cultura e matemática

Os conceitos de matemática e de cultura têm sido ampla e separadamente estudados por especialistas das áreas da matemática e da antropologia, respetivamente, mas também das áreas da filosofia, epistemologia, história, sociologia, educação, entre outras áreas afins. Menos frequentes serão os estudos que relacionam estes dois conceitos na mesma frase. A este propósito, a etnomatemática tem proporcionado profundas reflexões sobre matemática e cultura e explorado em que medida as respetivas dinâmicas de interação se co influenciam.

O programa de etnomatemática¹³ constitui um marco na exploração de relações entre matemática e cultura, constituindo-se como inspiração na condução de práticas etnomatemáticas à escala mundial. Este abarca explicitamente os domínios cognitivo, epistemológico, histórico, sociológico e de comunicação, conferindo-lhe uma natureza interdisciplinar. Aqui, a etnomatemática é sugerida como um programa de investigação sobre história e filosofia das ideias da matemática em particular, com implicações no ensino, avaliação e aprendizagem. Surge também como uma metodologia para analisar os processos de origem, produção, organização, validação e comunicação do conhecimento em geral, e, especificamente, do conhecimento matemático (D’Ambrósio, 1987, 1988, 2005, 2016).

Apesar da diversidade de interpretações conceptuais e da ausência de um consenso quanto à investigação etnomatemática, desde a sua origem e ao longo de mais de quatro décadas, o programa de etnomatemática tem consolidado o seu foco em perspectivas sociais e culturais da matemática e respetivas implicações na educação matemática, situadas num determinado tempo e espaço. Gerdes (2007a) recorreu à expressão “movimento etnomatemático” (p. 194), com o intuito de expressar o que, em 1989, poderia constituir uma base comum e que é caracterizado recorrendo às dimensões conceptual – i), ii) e iii) –, política – iv) –, e educativa – v), vi), vii), viii) – da etnomatemática. Segundo o autor, os etnomatemáticos:

- i) “usam um conceito abrangente de matemática” (p. 194);
- ii) reconhecem e analisam fatores socioculturais que influenciam o desenvolvimento da matemática, mas também o seu ensino, avaliação e aprendizagem;

¹³ D’Ambrósio, por aproximação etimológica, considera etnomatemática (etno+matema+tica) os modos, estilos, arte ou técnica (techné = tica) de explicar, entender, aprender, ensinar, de agir sobre (matema) o meio ambiente natural, cultural, social, económico, político e imaginário de um grupo de indivíduos (etno) (D’Ambrósio, 1992, 2016).

- iii) consideram a matemática como um produto cultural e, nesse sentido, a atividade matemática como universal, pan-humana e multilinear;
- iv) reconstróem pensamento matemático e outras formas de pensamento científico desvalorizado e omitido durante o processo de colonização, revelado em elementos culturais;
- v) denunciam a neutralidade cultural assumida na matemática escolar e a importação de currículos dos “países industrializados” para os “países do Terceiro Mundo” (p. 195);
- vi) analisam formas de incluir nos currículos escolares atividades matemáticas do cotidiano, em particular as oprimidas durante o período colonial;
- vii) procuram elementos e atividades culturais que possam ser alvo de elaboração matemática em contexto de sala de aula e
- viii) favorecem uma educação matemática, que promova a reflexão sobre os ambientes sociais e culturais nos quais os alunos vivem, e entendem-na de forma emancipadora.

Conforme sugerido por D’Ambrósio (2016) e Gerdes (2007a), a investigação na área da etnomatemática tem produzido conhecimento sustentado numa base reflexiva e crítica, quanto ao desenvolvimento da matemática do ponto de vista histórico, cultural, social, educacional e político.

Olhares etnomatemáticos de referência

No que concerne ao papel que os ambientes sociais e culturais desempenham no pensamento matemático, refira-se o potencial que a etnomatemática representa na expansão deste conhecimento. Ao desafiar a forma como foi e é desenvolvido e divulgado, bem como o que são as atividades e as práticas matemáticas, os estudos desta natureza veiculam, de forma mais ou menos explícita, diversas concepções de matemática, as quais têm sido, inclusive, objeto de estudo. Por exemplo, Miarka (2011) estudou as convergências e as divergências de concepções matemáticas de cinco etnomatemáticos e encontrou uma base comum entre os participantes, nomeadamente por considerarem que a matemática: i) é uma atividade humana; ii) resulta de interações entre diversas culturas; iii) tem uma corrente universalmente reconhecida, designada, por exemplo, como matemática acadêmica, matemática ocidental, matemática mundial, matemática global ou matemática convencional próxima de universal e iv) está em expansão. Assim sendo, não é surpreendente que, para aqueles que legitimam apenas a matemática apresentada como linguagem formalizada, classifiquem o conhecimento emergente da investigação etnomatemática como “isso não é matemática” (D’Ambrósio, 2009, p. 17), o que, não o sendo, será sobre matemática.

A uma visão etnomatemática acresce ainda um claro posicionamento do investigador no que se refere ao conceito de cultura, o qual está relacionado com a concepção de matemática e de conhecimento, de uma forma mais geral. De seguida, é apresentada uma análise não exaustiva do posicionamento de alguns etnomatemáticos relativamente aos conceitos de matemática, cultura e suas relações. As linhas de pensamento apresentadas consideram-se de referência pela influência que, em termos históricos ou de abrangência, representam no, assim referido, movimento etnomatemático.

Gerdes (1998) considera a matemática como fenômeno “pan-humano” e “pan-cultural”, o que lhe atribui um carácter de atividade universal¹⁴ (p. 46). Ao considerar a matemática como um “património de toda a humanidade” (Gerdes, 2007a, p. 157), o autor valoriza-a como um empreendimento humano, com potencialidades e limitações, e, nesta perspetiva, considera-a como parte integrante da cultura, tal como a ciência. Ao entender a matemática como resultado da interação ou diálogo intercultural ao longo do tempo, este autor pretende conciliar valores universais com particularismos. Desta forma, a evolução multilinear da matemática está espelhada na diversidade de métodos e técnicas como resultado de estímulos do contexto. Ou seja, em circunstâncias semelhantes, comunidades distintas podem desenvolver ideias matemáticas similares – por exemplo, comunidades na América Latina e em Moçambique produzem cestos com buracos em forma de hexágonos regulares –, enquanto que, em circunstâncias distintas, prevalece o desenvolvimento de diferentes ideias matemáticas (Gerdes, 1998, 2007a).

Para Gerdes, é na produção de ideias e pensamento matemático, em contextos culturais distintos, que há espaço para a etnomatemática (aplicada apenas no singular). É também a diversidade de formas de expressar e desenvolver ideias e pensamento matemático, em diferentes escalas locais e global de cultura, que permite que a expressão matemática, no singular, dê lugar à utilização da expressão matemáticas, no plural. Gerdes (2001) considera que os “estudos etnomatemáticos implicam uma compreensão intercultural do que são matemáticas, do que são ideias e atividades matemáticas [e reconhece que tal compreensão] não é compatível com uma visão única e unificada de matemática” (p. 33)¹⁵. O autor continua argumentando que a matemática não tem sustento nem para uma visão dominante, nem para o relativismo cultural, sugerindo como exequível a “inteligibilidade intercultural” (p. 33)¹⁶. Como domínio de investigação, Gerdes (2007a,) considera a etnomatemática como a antropologia cultural da matemática e também da educação matemática. Assim definida, esta reflete a “consciência da existência de muitas matemáticas, em certa medida, específicas de determinadas (sub)culturas” (p. 191), além de tornar explícita a necessidade de a incorporar no currículo escolar, como é considerado nas implicações educativas presentes no programa de etnomatemática. Neste último propósito, a formação de professores é identificada como um ambiente propício para desenvolver uma compreensão da matemática numa perspetiva intercultural “como uma construção histórica-cultural pan-humana (...) compreensível através de um diálogo intercultural” (Gerdes, 2010, pp. 160-161).

¹⁴ O termo *universal* é aqui utilizado como significado do pensamento matemático estar presente em todas as culturas e de todos os seres humanos o fazerem espontaneamente, tendo, por isso, um significado diferente da universalidade enquanto matemática una, independente do local ou de quem a faz.

¹⁵ No original em Inglês *ethnomathematical studies may broaden the (intercultural) understanding of what are mathematics, of what are mathematical ideas and activities. There cannot be a sole, unified view of mathematics.*

¹⁶ No original em Inglês *For a monolithic and dominant view there is no basis. At the same time, for the other extreme, a cultural relativism concerning mathematics, there is also no ground: intercultural intelligibility seems possible.*

Com uma postura utilitária relativamente ao conhecimento científico, a lente matemática que o autor usa para olhar a cultura permite que uma ideia matemática, num determinado grupo cultural, que ainda não esteja incorporada como corpo de conhecimento constitua uma oportunidade de expandir enquanto ciência. Tal é concretizado pela introdução de conhecimento académico matemático que o autor desenvolve a partir da análise matemática de práticas sociais e culturais. Os poliedros entrecruzados ou matrizes cíclicas são apenas dois conceitos matemáticos produzidos a partir da etnomatemática, entre vários exemplos (Gerdes, 1998, 2007a, 2010, 2011a, 2012c). A expansão da matemática pela investigação etnomatemática é uma característica vincada na abordagem de Gerdes e reconhecida pela comunidade de (educadores) matemáticos e etnomatemáticos (Eglash, 2000; Powell, 2015; Parra, 2018).

Na mesma linha de pensamento, Bishop (1990) desafia o conceito de matemática ao perspetivá-la a partir de aspetos de natureza social e cultural. A universalidade matemática associada à isenção de cultura é o que o autor designa por “mito da neutralidade cultural da matemática” (p. 51)¹⁷. Para este, a matemática, equiparada à arte, religião ou música, é uma atividade que existe, em alguma forma, em todas as culturas e pode ser reconhecida como tal, ou seja, é um fenómeno “pan-cultural” (Bishop, 1990, p. 53). Bishop (1988, 1990, 2005) identifica seis atividades que, até prova em contrário, são desenvolvidas em todas as culturas e, no mesmo sentido de Gerdes (1998), consideradas como universais. São elas: contar, localizar, medir, desenhar, jogar e comunicar¹⁸, e é na integração e interação das mesmas que o conhecimento matemático se desenvolve. Ainda que consideradas universais, não significa que as atividades identificadas sejam definidas equivalentemente em todas as culturas. A este propósito, o autor questiona-se: “existirá apenas uma

¹⁷ No original em Inglês *myth of western mathematics' cultural neutrality*. Por neste caso não perder significado, optamos por utilizar apenas *matemática* [NUC] como tradução livre da expressão *western mathematics*, cuja tradução literal em português é “matemática ocidental”.

¹⁸ No original em Inglês *explain*. A opção por não se utilizar a tradução literal para língua portuguesa, “explicar”, é justificada para evitar possíveis ambiguidades da utilização deste verbo no âmbito das Ciências da Educação, em particular num contexto de sala de aula como sinónimo de justificar ou lecionar, em frases como: “O professor pediu ao aluno para explicar o raciocínio” ou “Professora, pode explicar novamente [o tópico]?”. Bishop (2005) aplica o termo *explain* como formas de representar, para si mesmo e para os outros, relações entre fenómenos e, por isso, com um significado mais amplo e ambicioso do que os exemplos supracitados. Essa representação pode ser feita através de uma comunicação oral (descrição, argumentação,...) ou escrita (demonstrações, gráficos, símbolos, modelos...). Contudo, como Devlin (2000b) alerta, os sistemas de comunicação, regra geral, misturam, entre outros, sons, gestos, expressões faciais e movimentos corporais no sentido do emissor transmitir ao recetor emoções, necessidades, desejos ou alertar para perigos iminentes. Desta forma, o significado que é atribuído à expressão *explain* como atividade (pré)matemática e a relevância social que representa aproxima-a daquilo que Devlin considera estar contemplado nos sistemas de comunicação, pelo que optamos pela palavra comunicar como tradução, não literal, de *explain*.

matemática expressa em diferentes manifestações e simbologia, ou existem diferentes matemáticas que são praticadas com determinadas semelhanças?” (Bishop, 1994, p. 15)¹⁹.

Os autores M. Ascher e R. Asher reconhecem que não existe um único caminho que seja seguido pelas culturas ou pelas ideias matemáticas nelas desenvolvidas e, neste sentido, fazem emergir em culturas de pequena escala, ou por vezes designadas tradicionais, ideias matemáticas sofisticadas do ponto de vista do que designam por matemática ocidental, atribuindo-lhe um carácter de atividade universal. Estes autores ampliam o conceito de matemática, incluindo nele a diversidade de noções de número, lógica, configuração espacial bem como a combinação ou organização destes em sistemas e estruturas (M. Ascher, 2002; M. Ascher & R. Ascher, 1994, 1997).

À semelhança dos autores anteriores, Zaslavsky (1994), através da sua lente sociológica, assume a universalidade da atividade matemática nas suas diferentes representações que designa por explícita e implícita para se referir, respetivamente, a uma representação matemática registada formalmente nos livros, ou a representações de ideias e práticas produzidas utilizando pensamento matemático para suprir necessidades ou interesses das sociedades.

D’Ambrósio (1985, 2016) propõe ampliar a noção de matemática através da história da matemática, no sentido de legitimar como matemática práticas outrora excluídas. Este autor identifica os processos de comparar, classificar, medir, explicar, generalizar, inferir e, de algum modo, avaliar, como características do pensamento humano, presentes em qualquer cultura, os quais promovem o desenvolvimento de competência matemática – saber e fazer –, contextualizada na resposta a desafios da natureza e da sociedade. Este autor enquadra-se na visão de que a atividade humana individual deve ser interpretada dentro do contexto da sua própria cultura, por sua vez em constante transformação, o que faz com que a delimitação das suas fronteiras não seja estanque. D’Ambrósio (1992) utiliza as dimensões da matemática, local e global, para enfatizar o processo de modelação matemática a partir da interação global – local – global. Para o autor, os modelos são processos de abstração que permitem trabalhar com aproximações ou representações da realidade. Sendo uma metodologia por excelência utilizada na matemática, não descurando o contexto holístico do *matema* (ver nota de rodapé 13), pode ser, igualmente, útil como metodologia enquadrada no programa de etnomatemática.

Barton (1999, 2008), baseado numa noção de matemática como linguagem, introduz o conceito de matemática convencional próxima de universal – matemática NUC²⁰ –, reconhecendo nela uma corrente principal da matemática que incorpora contributos de diferentes culturas. Nela estão incluídos, por exemplo, padrões, teoria dos grafos, demonstrações ou a matemática elementar que consta nos currículos escolares. A par desta, o autor reconhece sistemas relacionados com aspetos

¹⁹ No original em Inglês [there is a] *fundamental epistemological question: Is there one mathematics appearing in different manifestations and symbolisations, or are there different mathematics being practised which have certain similarities?*

²⁰ No original em Inglês *Near Universal-Conventional mathematics (NUC mathematics)* (Barton, 2008, p. 10).

de quantidade, relações e espaço – sistemas QRS²¹ – da experiência humana. Sendo o conceito de abstração central no desenvolvimento da matemática, vale a pena perspetivá-lo enquadrado na influência cultural e social dos sistemas QRS. Barton (2008), a partir da análise de estruturas linguísticas não dominantes e as Indo-Europeias, identifica a variação das estruturas e padrões linguísticos em diferentes culturas, e, conseqüentemente, a variação de estruturas e padrões na matemática. Assim, por um lado, a abstração assume um papel fundamental, quer na utilização e reconhecimento dos padrões, quer na sua descrição simbólica, no trabalho do matemático na academia. Por outro lado, o autor argumenta que, no dia a dia, os indivíduos, influenciados pelo ambiente social e cultural nos quais estão inseridos, selecionam, ainda que não conscientemente, os padrões para abstrair utilizando, entre outros, critérios matemáticos. Desta forma, Barton consegue maior flexibilidade na identificação de ideias matemáticas em cada grupo cultural, liberto do referencial da matemática NUC. Ainda assim, Miarka (2011) alerta que a necessidade da introdução deste conceito pode indiciar, ainda que implicitamente, o referencial da matemática NUC. Para Barton, a matemática é construída criativa e culturalmente, consistindo em sistemas ou estruturas paralelas e não um único corpo de conhecimento. Sugerindo uma ação organizada e estruturada do conhecimento matemático desenvolvido por grupos culturais em todo o mundo, o autor alerta para a diversidade de ideias, representações, significados e linguagens matemáticas representadas nos sistemas QRS. Estes podem ser olhados matematicamente, uma vez que se podem relacionar com ideias matemáticas gerais, como conceitos de quantidade ou medida, ou estabelecem relações entre ideias, formas ou padrões. Por outro lado, na medida em que a matemática é concebida como resultado de práticas sociais e a sua evolução associada à linguagem, os sistemas QRS são, em certos aspetos, incomensuráveis com a matemática NUC (Barton, 1999, 2008). O autor considera que, ainda que a palavra “matemática” possa, ou não, ser reconhecida como tal em cada cultura, tal categoria é reconhecida por uma grande quantidade de pessoas em cada cultura. Assim, a matemática NUC faz parte do seu significado, na medida em que é esta que circula predominantemente em termos globais e, por isso, quase universal. Um segundo sentido em que o autor defende a quase universalidade da matemática convencional refere-se a esta ser o resultado de relações interculturais nas quais vingaram, vingam e vingarão os sistemas dominantes e. Conseqüentemente, continua a veicular, predominantemente, valores associados a linhas de pensamento de uma dita cultura ocidental²² (Barton, 2008).

²¹No original em Inglês *Quantitative, Relational and Spatial systems (QRS systems)* (Barton, 1999, 2008).

²²Embora seja uma expressão controversa, “cultura ocidental” refere-se a um contexto geográfico e cultural que abrange a Europa e, segundo alguns autores, mais tarde, também os Estados Unidos da América como locais cujos padrões filosóficos, científicos e tecnológicos são apresentados e adotados, com níveis de dominação e controlo variáveis, em outras regiões de mundo (B. Santos, 2016; Severino & Tavares, 2020). Por vezes, a matemática desenvolvida e disseminada sob o chapéu dessa dita “cultura ocidental” é designada por “matemática ocidental”, colocando em evidência o papel político da etnomatemática. Os seguidores desta linha identificam, como principais valores associados a tal matemática, a abstração, resultante de uma tendência para descontextualizar objetos que permite proceder a generalizações, e as relações de poder e de

O posicionamento de alguns investigadores etnomatemáticos que se inspiram na base filosófica de Wittgenstein²³ tem consequências no entendimento da matemática e da cultura. Por um lado, por assumir a coexistência de diferentes matemáticas (plural) e, por outro, por sugerir a possibilidade do desenvolvimento de diferentes matemáticas, a partir da diversidade de práticas partilhadas por um grupo de indivíduos em diferentes tempos e espaços (Alanguí, 2010, 2020; Albanese, 2014; Barton, 1999, 2008; Blanco-Alvarez, 2017; Knijnik, 2012; Knijnik et al., 2019; Parra, 2018; Vilela, 2010). À semelhança de Barton (2008), Knijnik (2012) partilha de uma visão de matemática como linguagem. Alanguí (2010, 2020) e Parra (2018) consideram os conceitos de matemática NUC e os sistemas QRS, conforme definidos por Barton (2008), no desenvolvimento de metodologias e teorização no âmbito da etnomatemática.

Na verdade, o que é aceite como matemática tem consequência ao nível do que se aceita como cultura e vice-versa. Conforme as abordagens, a expansão dos conceitos pelos autores pode ser considerada a partir dos elementos pertencentes à matemática, entendida num sentido lato, ou a partir dos saberes, conhecimento ou práticas pertencentes a uma determinada cultura. A atuação pode ser ainda feita na interação que se estabelece entre elementos da cultura e elementos da matemática.

A este propósito, refira-se que o significado do conceito de atividades matemáticas interpretadas por Gerdes (1998) ou Vilela (2010) são distintas. Enquanto que o primeiro se enquadra numa perspetiva de universalidade das práticas, a segunda considera as atividades como ações e, como tal, podem deixar de ter significado fora do contexto em que ocorrem. Segundo Vilela (2010), a interpretação de Gerdes corresponde a diferentes facetas de uma mesma matemática, representadas de forma mais ou menos próxima do sistema de referência. Também os sistemas QRS propostos por Barton não correspondem ao que Gerdes designa de ideias matemáticas no contexto cultural, visto que a característica de abstração das ideias matemáticas de Gerdes podem não ser uma propriedade dos sistemas QRS. Tal situação deriva de alguns autores – como Gerdes, por exemplo – terem como referência a matemática NUC, enquanto outros utilizam um referencial distinto – por

controlo, características de uma época de dominação de países europeus em diferentes regiões do mundo, por vezes associadas a progresso e, sempre, a processos de mudança, fazendo transpor para a matemática o que alguns designam de uma natureza “colonizadora” (M. Ascher & R. Ascher, 1994, Barton, 1996; Bishop, 1990; Eglash, 2000; Eglash et al., 2006; Knijnik, 2012; Millroy, 1992). O argumento crítico sustenta-se no entendimento de matemática como resultado de um diálogo intercultural que, além do contributo europeu, incorpora contributos, oriundos, por exemplo, de África, Ásia, bem como contempla a influência árabe e de culturas indígenas do continente americano (Gerdes, 2007a). Um posicionamento intermédio, no qual os argumentos de ambas as partes são entendidos como aceitáveis, surge, por vezes, associado à adoção de expressões como *assim chamada* ou *dita* matemática ocidental (Bernales & Powell, 2018; Rohrer, 2010).

²³ Barton destaca-se como o pioneiro a sugerir a obra do filósofo austríaco Ludwig Wittgenstein (1889 – 1951) como base para a etnomatemática. A base da filosofia considerada é especialmente reflexo do livro *Remarks on the Foundations of Mathematics*, de 1956, com algumas das notas integradas no livro *Philosophical Investigations*, de 1953.

exemplo, Barton tem por base os sistemas QRS, e Knijnik os jogos de linguagem matemáticos –, consequência de distintas orientações filosóficas e epistemológicas²⁴.

Ainda que: as linguagens matemáticas defendidas por Knijnik; os sistemas QRS considerados por Barton ou os processos transculturais referidos por D’Ambrósio sejam matematicamente mais abrangentes do que: as atividades (pré)matemáticas definidas Bishop; as ideias matemáticas inclusivas do casal Ascher; as representações da matemática de Zaslavsky ou o pensamento matemático culturalmente contextualizado de Gerdes, todos pretendem alargar o espectro da matemática a contextos sociais e culturais diversos e, sem exceção, enquadram-se numa vertente de humanização da matemática. Assim, a diversidade de olhares etnomatemáticos é não só saudável, como desejável. Contudo, tal como alertam Miarka e Viggiani (2012), é a clareza do posicionamento do investigador, quanto à matemática e à cultura, que evita que, involuntariamente, se relacionem conceitos oriundos de panos de fundo heterogêneos.

Salvaguardando as devidas particularidades conceituais de como os diferentes autores expandem os conceitos de matemática e de cultura para lidarem com a diversidade, estes partilham de uma visão da matemática como fenómeno pan-humano e pan-cultural, multilinear e na qual diferentes ideias e formas de pensamento e de estar incentivam a pluralidade, matemática e cultural (Alangui, 2010, 2020; Barton, 1996, 1999, 2008; Bishop, 1990, 2005; D’Ambrósio, 1985, 1987, 2016; Gerdes, 1997, 2007a, 2012b; Knijnik, 2012; Knijnik et al., 2019; M. Ascher, 2002, M. Ascher e R. Ascher, 1994; Parra, 2018 e Zaslavsky, 1994).

A matemática está em toda a parte

A expressão “a matemática está em toda a parte” foi o slogan escolhido para assinalar o primeiro Dia Internacional da Matemática, a 14 de março de 2020, sob a organização liderada pela União Internacional de Matemática (IMU)²⁵, ao pretender “celebrar a matemática em todas as suas formas e em todo o mundo”²⁶. A expressão tem a abrangência de “colocar” matemática em tudo o que nos rodeia, apelando à sua aplicabilidade, mas também a abrangência dessa matemática estar ao alcance de todos, aproximando-a do cidadão comum e, por isso, contribuindo para a sua humanização. Desta forma, a iniciativa pode ser entendida como um apelo a olhar o mundo pelas aplicações da [linguagem] matemática, na busca de estruturas e padrões matemáticos que expliquem o Universo. A universalidade da matemática nesta visão significa que as estruturas e padrões modelam toda e qualquer realidade por meio de abstrações do mundo físico. Enquadrado nesta perspetiva, Devlin

²⁴ As conceções de Barton, Gerdes e Knijnik relativamente ao entendimento da matemática e sua relação com a etnomatemática são discutidas em detalhe em Miarka (2011) e Miarka e Viggiani (2012).

²⁵ Sigla em Inglês: *International Mathematical Union*.

²⁶ Esta expressão foi amplamente divulgada por instituições portuguesas que se associaram à iniciativa como principal justificação para a existência do Dia Internacional da Matemática. A Associação Atractor, a Sociedade Portuguesa de Matemática, um pouco pela Rede de Centros de Ciência Viva, o NUCLIO – Núcleo Interativo de Astronomia e Inovação em Educação entre Universidades e Agrupamentos de Escolas são apenas alguns exemplos.

(2000a, 2000b, 2002) descreve o trabalho do matemático como identificar regularidades que generaliza, reproduz e descreve sob uma linguagem simbólica, característica do registo formal da matemática, para que as estruturas ou padrões passem a ser perceptíveis ou visíveis. A exigência desta tarefa é, no entanto, equiparada pelo autor à capacidade de apreciar os padrões e harmonia da música apenas com a leitura de uma pauta musical, ou seja, sem os ouvir. Nas palavras de Devlin (2000a), “tornar o invisível, visível” (p. 10)²⁷ é o que retrata o trabalho de um matemático. Esta resposta é ancorada na definição de matemática como a ciência dos padrões, definição sugerida e aceite igualmente por outros (educadores) matemáticos e aceite por muitos membros da comunidade, por ser um reflexo do que são as práticas matemáticas atuais. Nesta perspectiva, os padrões são entendidos como a essência do pensamento e as estruturas como elementos relativamente estáveis num mundo em mudança. Consequentemente, não é aceite a possibilidade da matemática poder ter sido desenvolvida de modo diferente daquela [matemática NUC] que conhecemos hoje, o que remete para um desenvolvimento linear da mesma (Devlin, 2000a, 2000b, 2002; Sawyer, 1955; Steen, 1988).

O referido slogan é utilizado também no âmbito de perspectivas etnomatemáticas educacionais em Shirley e Palhares (2016) ou, uma expressão similar, *Mathematics elsewhere*, como título de um livro de M. Ascher (2002). A utilização do termo “etnomatemática” pretende expressar como a matemática e a cultura se podem co influenciar e, desta forma, as relações que daí resultam são consultadas por diferentes áreas do saber, dependendo do foco de análise. Transversalmente, as análises consideram fatores matemáticos entre outros fatores culturais e desafiam as áreas de influência e ação da matemática e da cultura.

Numa perspectiva etnomatemática, são valorizados os aspetos sociais e culturais da matemática. A universalidade da mesma é entendida como significado da atividade e/ou do pensamento matemáticos estar(em) presente(s) em todas as culturas e de todos os seres humanos o fazerem, espontaneamente, de forma mais ou menos consciente, e de a expressarem ao longo do tempo. Desta forma, “a matemática está em toda a parte” apela a observar padrões matemáticos, mas também a considerar ideias e pensamentos relacionados com matemática que pertencem e definem práticas de diferentes grupos culturais ou comunidades. É uma matemática atenta aos significados que lhes são atribuídos nas práticas culturais contextualizadas.

O que esta perspectiva acrescenta à anterior é que, para além do que está convencionado como tal, são consideradas outras dimensões de conhecimento relacionadas com valores sociais, culturais, incluindo questões éticas e de ordem prática na tomada de decisão no contexto. Esta noção de matemática num sentido abrangente é usual em diferentes abordagens etnomatemáticas e surge na literatura com diferentes designações, com o intuito de referir uma que integra o que é (re)conhecido globalmente como (corrente principal da) matemática, mas que expressa também a diversidade de contextos nos quais o pensamento e as ideias matemáticas operam. Em outras abordagens etnomatemáticas, o sentido lato em que o conceito de matemática é utilizado vai mais

²⁷ No original em Inglês *[mathematics] makes the invisible visible*.

além e corresponde a formas de organização, pensamento e desenvolvimento de competências matemáticas, validadas em instâncias comunitárias e, eventualmente, em estudos acadêmicos que as têm por objeto. Isto é, são formas contextualizadas de conhecimento plural que envolvem características matemáticas, quiçá relacionadas com a matemática NUC, mas não necessariamente definidas *a priori* (Barton, 2008; Knijnik et al., 2019; Parra, 2018).

A tendência dicotômica entre o sentido restrito e abrangente está presente nas designações de matemática: formal, global, explícita, escolar, acadêmica, padronizada, canônica, ocidental, NUC, por um lado; e: indígena, nativa, não-profissional, informal, implícita, local, oprimida, congelada, escondida, espontânea, popular, cultural, codificada no saber-fazer, oral, materna, cotidiana ou multimatemáticas vivas ou ainda sociomatemática, mas também os sistemas QRS, por outro (Barton, 2008; Gerdes, 2007a; Oliveras, 1996; Rohrer, 2010). A adoção de uma(s) ou outra(s) varia(m) de acordo com o foco de análise: antropológico, cognitivo, epistemológico, histórico, político, sociológico, entre outros. A exploração de influências mútuas entre cultura e matemática surge, invariavelmente, associada a diferentes formas de lidar com o conceito de matemática e com o conceito de cultura, que resulta de uma tendência de posicionar, e regra geral compatibilizar, diferentes dimensões do conhecimento.

Embora não haja uma única designação, a matemática NUC, proposta por Barton (2008), é a adotada neste estudo²⁸ para designar essa corrente principal da matemática acessível e (re)conhecida por um maior número de indivíduos, em cada cultura. Na verdade, é a matemática convencional que circula na academia, que está, de forma dominante, presente nos currículos escolares, nas avaliações internacionais e em outros padrões relacionados com a (educação) matemática definidos internacionalmente.

Adotando uma perspectiva etnomatemática, o sentido abrangente da matemática é aqui entendido como o conhecimento matemático que integra a matemática NUC com formas de conhecimento e práticas que expressam aspectos culturais ou sociais relacionados com esta, ou seja, sobre a matemática NUC, contextualizadas na cultura de um grupo de indivíduos ou comunidade, num determinado momento.

Cultura viva

O termo cultura, enquanto conceito antropológico, foi formalizado por Edward Tylor. Desde então, o evolucionismo, o determinismo e a universalidade da cultura foram colocados em causa, como reação à teoria da evolução das espécies do naturalista Charles Darwin e à luz de uma visão crítica do etnocentrismo²⁹. Franz Boas foi um dos principais precursores desta mudança conceptual, bem

²⁸ Doravante, a expressão matemática NUC será utilizada como um sentido restrito de matemática, cingido à matemática acadêmica e sua institucionalização educativa.

²⁹ Etnocentrismo refere-se à postura de observar e agir perante outros, assumindo a sua própria experiência e cultura como referência. O evolucionismo do séc. XIX, ao assumir uma categorização prévia de análise e, por vezes, medição da evolução entre culturas, como entidades mutuamente exclusivas, incentiva uma postura estática do conceito de cultura e uma superioridade cultural na leitura do mundo, podendo ser

como da conceção de relativismo cultural como princípio metodológico alternativo à categorização *a priori* marcada pelo etnocentrismo (Cuche, 2003; Laraia, 2001).

Por sua vez, Geertz (1983) desafiou o senso comum, enquanto dimensão da cultura, a ser aceite como um corpo relativamente organizado de pensamento e passível de suportar conclusões úteis, levando a que os saberes locais fossem entendidos como conhecimento, o designado conhecimento local³⁰.

A fragmentação que emergiu da diversidade de conceitos de cultura fez com que se impusesse a reconstrução antropológica deste conceito. Em 1986, Laraia (2001) apresentou um contributo para a referida (re)elaboração do conceito de cultura que caracterizou como: i) relativa, oriunda da evolução multilinear; ii) cumulativa; iii) um processo de comunicação; iv) dinâmica, ainda que resultado de um lento processo cumulativo de relações internas e com o exterior e v) uma característica humana³¹.

A influência mútua entre culturas leva à consideração de relações entre as mesmas e dentro destas. Aliás, a definição dinâmica de cultura é incentivada pela consciencialização de transformações culturais internas à cultura ou por influência exterior, com a entrada e saída de informação que resulta do fluxo de pessoas e contacto entre culturas. Em particular, a aculturação traduz-se por processos de construção, desconstrução e reconstrução contínuos que resultam do contacto direto entre culturas, isto é, oriundos de relações interculturais.

As relações interculturais são desafiadas pela multiculturalidade e a transculturalidade, enquanto propostas de adaptações aos estilos de vidas atuais que extravasam fronteiras políticas, sociais ou culturais, com culturas a emergir umas das outras, em processos contínuos de interação e de mistura, e nas quais cada indivíduo é o resultado único da confluência de diferentes culturas (Cuche, 2003; Welsch, 1999, Peters, 2002).

associada a uma forma de etnocentrismo na qual a diversidade cultural é apenas aparente. Conceitos como cultura, etnia e raça estão ligados histórica e etnologicamente, sendo a evolução do primeiro conceito que permite o seu distanciamento de características biológicas comuns a um grupo de pessoas, bem como também extravasar características étnicas. Ainda assim, numa posição mais radical, o uso corrente de cultura pode ser associado a um eufemismo de “raça”, pela referência às características do pensamento europeu do séc. XIX associando a cultura a um estatuto elitista e de superioridade civilizacional (Amundson, 1982; Campos, 2002; Cuche, 2003; Sturtevant, 1964). Neste estudo, *etno* é utilizado conforme sugerido por D’Ambrósio (1992, 2016) como contextos natural, cultural, social, económico, político e imaginário partilhados por um conjunto de pessoas, não necessariamente associado a características comuns de natureza social e cultural de uma etnia e rejeitando qualquer categorização biológica com base em critérios de ordem hereditária, por vezes associado a “raça”.

³⁰ A designação de conhecimento local associado ao conhecimento do senso comum ou do conhecimento característico de determinado grupo cultural não dominante pode ser entendida como um processo de dominação. Por exemplo, B. Santos (2018) questiona o porquê do conhecimento não científico ser designado de conhecimento local, evidenciando a dominação na dicotomia global/local que lhe está associada.

³¹ No âmbito deste estudo, o conceito de cultura enquadra-se apenas no sentido de cultura humana, no entanto o conceito de cultura pode ser estendido a outros animais (ver, por exemplo Pagnotta & Resende, 2013).

No que concerne à caracterização e fluidez de informação, são utilizados diferentes conceitos como a interculturalidade, a multiculturalidade e a transculturalidade, que se diferenciam e apresentam variações. A este propósito, Cucho (2003) salvaguarda, no multiculturalismo, a diferença entre o simples reconhecimento da diversidade cultural numa sociedade e o estabelecimento de troca e respeito entre membros de diferentes culturas, conciliando valores universais e a consideração por particularismos ou singularidades. O autor alerta ainda para versões extremistas de multiculturalismo, no qual o direito à diferença minimizado pelo contacto e/ou influência externa contribui para a exclusão social.

Na perspectiva de B. Santos (2009), o multiculturalismo pressupõe uma cultura dominante que aceita, tolera ou reconhece a existência de outras culturas no espaço cultural que domina, enquanto que a interculturalidade pressupõe o reconhecimento recíproco e a disponibilidade para o enriquecimento mútuo entre várias culturas que partilham um determinado espaço cultural.

Saillant (2017) reforça o diálogo intercultural como estratégia de aproximação entre culturas. Um diálogo assente numa política de diversidade cultural e fundamentado nos direitos humanos e, consequentemente, que se pauta pelo respeito por todos os indivíduos com igual dignidade, nas suas múltiplas identidades.

Neste estudo, a interculturalidade surge como a promoção do diálogo mútuo e uma característica das relações que se estabelecem entre culturas. A transculturalidade está associada à fluidez entre culturas sem fronteiras bem definidas e que, agrupadas de diferentes formas, constituem por si entidades culturais. Por sua vez, a multiculturalidade consiste na coexistência de várias culturas reconhecidas politicamente, com equidade no tratamento entre os diversos grupos culturais.

Em 2022 culmina o que a Organização das Nações Unidas para a Educação, Ciência e Cultura (UNESCO)³² designou de *Década Internacional para a Aproximação das Culturas*, a qual pretendeu promover um diálogo intercultural como instrumento para erradicar preconceitos e estereótipos que lhes estão associados. O propósito é o de contribuir para um trabalho conjunto entre países e culturas em prol da inclusão social, num mundo que assumidamente compreende múltiplas perspetivas que podem ser concordantes, (in)compatíveis ou conflituosas (Saillant, 2017). De facto, a dimensão relacional da cultura faz emergir questões de poder que, ao serem assumidas, evidencia-se a cultura como um foco de tensões sociais e políticas. Em algumas abordagens etnomatemáticas, tais tensões são consideradas na vertente de cultura como um “campo de batalha” (Alanguí, 2010; Knijnik, 2012; Parra, 2018; Stathopoulou & Appelbaum, 2016; Vithal & Skovsmose, 1997).

Ainda quanto à dimensão relacional, Peters (2002) argumenta a favor do questionamento, simultânea e paradoxalmente, da diferenciação e da homogeneização cultural, por considerar ser uma forma de distanciar as marcas do determinismo biológico e geográfico do conceito de cultura. Por um lado, a diferenciação é referente às dinâmicas internas de cada cultura e às suas singularidades. Por outro, a homogeneização resulta de um sistema de comunicação mundial e

³² Sigla em Inglês: *United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization*.

movimentos migratórios à escala global que promovem uma emergente cultura global. A sobreposição geográfica das culturas decorre quer de ligações históricas, quer da fluidez de interações contínuas.

Na verdade, as mudanças sociais, a globalização e a instabilidade são características das sociedades contemporâneas que têm vindo a sugerir uma cultura em movimento, no sentido de esta estar em constante mudança, transformando-se. Esta ideia de interação e transformação num mundo globalizado abre espaço para entender a reprodução de práticas tradicionais como recriação ou (re)interpretações das mesmas, por tal acontecer em condições e períodos temporais distintos.

Segundo Cuche (2003), visitar o conceito de cultura pode suscitar uma relativização quer do etnocentrismo, quer do relativismo cultural³³. O autor acrescenta ainda que, tomados como princípios metodológicos, ambos os conceitos não são contraditórios, mas antes complementares. Por um lado, o relativismo cultural, como princípio metodológico, parte do pressuposto que uma cultura tem as suas singularidades que são percebidas pela análise do sistema cultural a que pertence, portanto, nunca é totalmente dependente nem totalmente autónoma. Isto é, a cultura é estudada sem, *a priori*, a comparar ou a medir relativamente a outra(s). Por outro lado, uma certa forma de utilização metodológica do etnocentrismo permite ter como referência, consciente e controlada, a experiência pessoal na prática de investigação, que pode servir de condição para se compreender os outros (Campos, 2002; Cuche, 2003).

Uma reflexão sobre conceito de cultura pode incentivar, igualmente, a complementaridade de princípios metodológicos numa abordagem etnomatemática. Em alguns estudos, há alertas de que as teorias com base evolucionista e os posicionamentos dicotómicos podem conduzir a uma postura de superioridade cultural por parte do investigador, na medida em que a tendência de ser assumido o desenvolvimento linear da cultura e da matemática veicula uma visão eurocêntrica destes conceitos, que se traduz numa visão redutora das características matemáticas fora da dita cultura ocidental. Ainda assim, é reconhecido que essas mesmas teorias podem esclarecer acerca da arte ou técnica de explicar, isto é, quanto à metodologia etnomatemática (Alangui, 2020; D'Ambrósio, 1992; Eglash, 2000). Alangui (2010; 2020) acrescenta ainda uma visão de cultura que enfatiza as interações e o questionamento, reconhece as relações de poder e a produção de conhecimento num sistema em transformação. O autor propõe a metodologia da interrogação mútua para fazer face aos desafios que a referida noção de cultura acarreta. Nesta perspetiva, aceitar a pluralidade de formas de conhecimento assume um papel central nas relações equacionadas entre a cultura e o conhecimento, em geral, bem como o conhecimento matemático, em particular. O diálogo

³³ Cuche (2003) considera que, para além de associado a uma postura do investigador perante o objeto de estudo, o relativismo cultural pode remeter para o princípio absoluto de culturas como entidades separadas, incomparáveis e incomensuráveis entre si. Pode ainda ser adotado como princípio ético que defende a igualdade de valor de qualquer cultura relativamente à cultura dominante. Nesta última abordagem pode estar implícita e “disfarçada” a hierarquização de culturas, além de colocar em causa a unidade da humanidade, por exemplo em termos de direitos universais.

intercultural, na interação entre diferentes tipos de conhecimento, consiste numa ferramenta para lidar com a diversidade, mais do que a reconhecer.

Neste estudo, conforme sugerido por Cuche (2003), a cultura é entendida como a produção de sentidos que resultam das interações entre indivíduos com elementos que provêm de origens diversas no tempo e no espaço. É um conjunto dinâmico, mais ou menos coerente, mais ou menos homogêneo, num determinado momento e espaço, partilhado por um grupo de indivíduos.

Perspetivas etnomatemáticas educacionais

Atualmente, é consensual a influência de fatores sociais, culturais e políticos nos processos de ensino, avaliação e aprendizagem da matemática (Clements et al., 2013; Rosa et al., 2017). Globalmente, a educação matemática rege-se por currículos escolares tendencialmente homogêneos que veiculam, predominantemente, a matemática NUC (Bishop, 1990; D’Ambrósio, 1983, 1985, 1992, 2016; Gerdes, 1997, 2007a, 2012b; Joseph, 1997; Keitel & Vithal, 2008; Knijnik et al., 2019). No sentido de integrar perspetivas socioculturais da matemática, o conhecimento académico matemático é problematizado, por alguns investigadores, com perspetivas etnomatemáticas educativas, à luz de uma atuação crítica relativamente à forma como este conhecimento chega às instituições escolares, paralelamente ao conhecimento produzido em contextos culturais e sociais não disciplinares (D’Ambrósio, 2016; Gerdes, 2007a, Moreira, 2009; Parra, 2018; Peña-Ricón et al., 2015; Powell, 2009; Powell & Frankenstein, 1997). A par da sala de aula de matemática no ensino não superior, os cenários de formação de professores mostram-se igualmente propícios para despertar e promover nos futuros professores de matemática uma postura crítica e investigativa segundo uma perspetiva etnomatemática, como é, aliás, corroborado pelos trabalhos empíricos desenvolvidos em contextos africanos e latino-americanos (Albanese, 2014; Blanco-Alvarez, 2017; R. Costa & Oliveira, 2019; Domite, 2006; Gavarrete, 2012; Gerdes 2007a, 2010, 2012b; Moreira, 2004; Oliveras, 1996). Em particular, o modelo teórico MEDIPSA: Matemática; Epistemologia; Didática; metodologia de investigação Interpretativa; Psicologia; Sociologia e Antropologia, desenvolvido por Oliveras (1996), dirige-se à investigação, no âmbito da formação de professores, numa perspetiva etnomatemática e assenta na convergência de questões relativas às diferentes áreas abrangidas. Evidências empíricas da implementação deste modelo na Argentina, Colômbia e Costa Rica são apresentadas, respetivamente, em Albanese (2014), Blanco-Álvarez (2017) e Gavarrete (2012).

A (re)contextualização de singularidades culturais, ainda que alvo de inúmeras críticas, tem apontado para algumas orientações didáticas, ao nível da educação matemática, que são desenvolvidas ao longo desta secção.

Incidência matemática do conhecimento

Conhecimento matemático contextualizado

D’Ambrósio (2016) reconhece na multiculturalidade uma característica da educação na atualidade e concebe uma visão multicultural e holística da mesma, na qual se enquadre uma proposta pedagógica etnomatemática, entendida como um veículo dos valores de humanidade pela ética do respeito, de solidariedade e de cooperação.

Assumindo uma visão multicultural do mundo, Moreira (2009) relaciona questões educativas com a globalização do conhecimento e concretiza que a “conceptualização de diferentes formas de integrar o conhecimento etnomatemático na matemática escolar [é indispensável à construção de] (...) ferramentas e práticas conducentes à participação informada na sociedade” (p. 67). Uma possibilidade, com o intuito mencionado, baseia-se no conhecimento matemático contextualizado como resultado da comunicação entre significados matemáticos proporcionados pelas singularidades culturais contextualizadas. Em particular, a etnomodelagem³⁴ apresenta um potencial educativo na exploração do conhecimento matemático contextualizado em sala de aula, como resultado da tradução de conhecimentos considerados locais e globais pelo processo que Orey e Rosa designam de glocalização (Rosa & Orey, 2018). Com uma perspectiva cultural e social da matemática, estes decompõem o conhecimento matemático em émico (local), ético (global) e dialógico (glocal), recorrendo a uma inspiração antropológica onde os termos émico e ético são utilizados como sinónimos de percepções de membros internos e externos em relação a um determinado grupo cultural, respetivamente (Rosa & Orey, 2012; Orey & Rosa, 2018). Os autores concretizam a tradução entre o émico e o ético por meio da interação entre ambos – glocalização – e recorrendo ao processo de etnomodelagem. Para estes autores, a modelação matemática surge no estudo etnomatemático como uma ferramenta complementar e a etnografia como metodologia. Aliás, é na interseção de modelos matemáticos – modelagem – com a etnomatemática e a antropologia cultural que se define a etnomodelagem, podendo esta ser entendida como “o estudo de práticas matemáticas desenvolvidas por membros de grupos culturais distintos, por meio de modelagem” (Rosa & Orey, 2012, p. 868). A inspiração antropológica, relativamente à utilização dos termos émico e ético, remete para a utilização destes conceitos no âmbito dos princípios de etnociência como um método e, desta forma, associado à prática de etnografia, seja no sentido mais clássico de análise etnocientífica, conforme apresentado em Sturtevant (1964), ou como a etnografia de saberes, técnicas e práticas, proposta em Campos (2002). A acrescentar a uma visão etnográfica está a dimensão intervencionista da glocalização, enquanto processo que acelera e intensifica a comunicação entre membros de grupos culturais distintos, através de relações na forma

³⁴ O termo em português de Portugal é etnomodelação. Ao longo deste estudo, por considerarmos que não compromete o significado da expressão, iremos manter o termo utilizado como no original, em português do Brasil, etnomodelagem.

de interação e de integração (Rosa & Orey, 2016). Existem algumas propostas de etnomodelagem, no contexto da educação formal, apresentadas em Cortes, Orey e Rosa (2018) e Rosa e Orey (2013). O conhecimento matemático contextualizado pode também emergir da articulação entre formas de matemática local e global como ferramenta para a sala de aula, no sentido de estreitar relações entre os saberes culturais de índole matemática e os saberes escolares relativos e esta disciplina. A par das dimensões global e local da sociedade, Moreira (2007) foca a atenção na conexão entre a “universalidade e localidade” da matemática (p. 1587). Associado aos termos de conhecimento local e conhecimento global, a autora propõe os termos de conhecimento matemático local (também designado por matemática local), caracterizado pelas formas de conhecer e resolver problemas de cada grupo cultural, e a designação de conhecimento matemático global (também referido como matemática global), onde prevalece uma linguagem simbólica e abstrata. Moreira (2007, 2009) sugere o diálogo entre estas duas dimensões da matemática, em prol da comunicação de uma cultura local com outras culturas locais, mas também com outras dimensões mais vastas da sociedade. Este diálogo ou articulação é sugerido com base na etnomatemática, que assume a mediação entre as intencionalidades que existem na matemática local, e as funcionalidades explicitadas na matemática global. Desta forma, promove-se uma comunicação entre significados matemáticos contextualizados nas singularidades ou práticas culturais. Em termos de aplicação educacional, o professor assume um papel crucial na legitimação desses saberes, bem como no processo de contextualização matemática. Em particular, a experiência matemática baseada em singularidades culturais do mundo dos alunos, levada a cabo por Latas (2011), no âmbito de um ambiente de sala de aula heterogéneo em Portugal, revelou benefícios em integrar aspetos do conhecimento cultural dos alunos no currículo matemático. Nomeadamente, a nível cognitivo, destaca-se a atribuição de significado em aprendizagens matemáticas e, em termos sociais, culturais e políticos emerge, a interação entre *backgrounds* e *foregrounds* dos alunos, bem como o contributo para a igualdade de oportunidades, em particular no que respeita a elementos referentes a minorias culturais (Latas, 2011; Latas & Moreira, 2013).

Os *backgrounds* e *foregrounds* são conceitos discutidos por Alrø et al. (2009), no panorama das dimensões de aprendizagem como elementos preponderantes na atribuição de significado à aprendizagem. Os autores exploram potencialidades destes conceitos, do ponto de vista dos aspetos sociais e políticos do processo de aprendizagem, e apelam à sua interação, por considerarem que tal é determinante para o envolvimento dos alunos no respetivo processo de aprendizagem, nomeadamente numa abordagem multicultural do grupo turma (Alrø et al., 2009). Neste contexto, D'Ambrósio (2016) reforça a importância de incorporar no currículo escolar a matemática que questiona o *aqui* e *agora*, isto é, o que faz parte do imaginário e da curiosidade dos alunos no presente e com ligações para o futuro, remetendo também para a já mencionada interação entre os *backgrounds* e os *foregrounds* dos alunos. Esta dinâmica é reforçada por Latas (2011), ao argumentar que o professor deverá conjugar informação sobre “de onde vêm” (p. 16) os alunos, isto é, os seus *backgrounds*, com a informação sobre “para onde vão” (p. 16) ou querem ir, ou seja,

os seus *foregrounds*. Estes expressam-se nas oportunidades e expectativas interpretadas individualmente nos respetivos contextos social, cultural e político, ao longo do tempo.

Não raras vezes, os estudos etnomatemáticos, associados à educação matemática, utilizam como referência o currículo matemático escolar para identificarem as estruturas matemáticas em práticas ou singularidades culturalmente contextualizadas (Bandeira, 2012; D. Dias, 2016; Gavarrete & Albanese, 2015; Latas, 2011). Embora o referencial da matemática escolar possa ser visto como uma limitação ao nível da exploração das práticas culturais dos alunos, Latas (2011) sugere a constituição de equipas multidisciplinares aliada à metodologia de projeto como uma possibilidade de abordagem centrada em várias dimensões da cultura, como orientação para a elaboração de projetos educativos que respondam à diversidade cultural. Esta poderá ser assim uma estratégia que contribua para que as escolas e os professores se libertem do conceito disciplinar em prol de uma visão holística do aluno e, conseqüentemente, da educação.

Conhecimento matemático descongelado

“Descongelar a matemática”³⁵ foi uma expressão utilizada por Gerdes (1997, 2007a, 2010, 2012b), como sinónimo de reconstrução do pensamento matemático embutido em artefactos ou práticas culturais. Esta pode ser uma base de trabalho ao nível de sala de aula, no sentido de desenvolver ideias matemáticas e de contribuir para o desenvolvimento de autoconfiança dos alunos, bem como para uma utilização criativa da matemática no presente e no futuro. No âmbito da educação matemática, este conceito foi estendido à análise de práticas sociais e singularidades culturais, à luz de diferentes currículos escolares (D. Dias, 2016; Gavarrete, 2012; Latas, 2011).

Gerdes (2012b) propõe ainda outras estratégias culturais, sociais, e individuais-coletivas com o intuito de desenvolver em cada indivíduo ou comunidade a confiança cultural, como um instrumento de apreensão e transformação da realidade, “quer da natureza, quer da sociedade (...), ao serviço de um mundo cada vez mais humano” (pp. 149-150). Neste contexto, é sugerido que se problematize a realidade com base na história cultural e social da matemática, na qual se combate uma visão etnocêntrica e distorcida da história da matemática e se desmistifica a ideia desta estar apenas acessível a determinadas elites ou indivíduos de determinado género. Assim, a investigação etnomatemática é apontada como um dos principais desafios à educação matemática, na resposta quer ao desafio de implementar, no contexto africano, uma educação sensível à cultura, quer ao desenho de reformas educativas sustentadas na investigação (Gerdes, 1997, 2007a, 2010, 2012b). No contexto africano, segundo Gerdes (2012b), a sua ação e a dos seus colaboradores destaca-se como uma estratégia emancipatória para o que o autor designa por “subdesenvolvimento matemático” (p. 25). Na verdade, a introdução da matemática moderna em África, durante os anos 60 do séc. XX, decorrente da importação generalizada de programas, repercutiu-se num fraco desempenho dos alunos pela desadequação destes à cultura e às necessidades locais, o qual foi alvo

³⁵ Descongelar a matemática como metodologia para a investigação etnomatemática é abordada no capítulo 5, metodologia, deste estudo.

de reflexão nas conferências inter-africanas que decorreram nas décadas de 70 e 80 do mesmo século. O mote “matemática para todos”, utilizado no sentido de ensinar (a mesma) matemática (moderna) a todos alunos, independentemente das dificuldades e obstáculos, foi uma forte motivação para reformas curriculares um pouco por todo o mundo. No entanto, esta ambição social tem falhado, no sentido em que a disciplina de matemática continua, em contextos desfavorecidos, a ser um entrave social de acesso à educação e a servir elites sociais, mas também pelo impacto do papel social da matemática no processo da globalização do conhecimento (Bishop, 1990; D’Ambrósio, 1983; Damerow et al., 1984; Gerdes, 1997, 2012b; Keitel & Vithal, 2008). Ao longo do tempo, as recomendações apontam para uma integração de aspetos da cultura das comunidades locais no currículo, convergindo para o que designamos hoje por integração da etnomatemática no currículo escolar. Embora considerasse, em 1993 quando o artigo foi escrito, que a experimentação em educação etnomatemática ainda estaria num fase inicial, Gerdes elencou possibilidades de concretização destas práticas em ambiente africano, ao nível: i) da gestão de sala de aula (por exemplo, incorporação de elementos pertencentes ao ambiente sociocultural dos alunos em atividades matemáticas de sala de aula); ii) do currículo escolar (elaboração de materiais com possibilidades de exploração matemática, pertencentes à cultura dos alunos e a outras culturas e sua eventual inclusão em livros de texto ou desenvolvimento de currículos matemáticos específicos) e iii) da formação de professores (consciencialização e formação na vertente de professor/investigador com enfoque etnomatemático) (Gerdes, 2007a; Gerdes, 2012b). Assim, a superação do designado subdesenvolvimento envolve uma investigação em etnomatemática que contribua para sustentar reflexões e desenvolver aplicações educacionais, no sentido de promover uma “consciência da relevância da matemática” (Gerdes, 2012b, p. 136) e de estimular a “confiança [cultural]” (p. 139) na capacidade de cada indivíduo para compreender, desenvolver e usar a matemática.

Conhecimento matemático problematizado enquanto práticas socioculturais

A investigação etnomatemática tem acumulado conhecimento sobre como e em que condições os grupos matematizam o seu ambiente para satisfazerem necessidades, resolverem problemas e proporem soluções localmente. Também tem alargado à comunidade as discussões de como a matemática, em particular, e o conhecimento, em geral, estão presentes na resposta a mudanças sociais e tecnológicas, reconhecendo e incentivando múltiplas formas de sobrevivência e transcendência (D’Ambrósio, 2016). Segundo Bernales e Powell (2018) e Parra (2018), uma vez conseguida a consciencialização, por parte da comunidade académica e educativa, sobre a existência e a importância de formas de pensamento matemático não académico, o desafio dos estudos de etnomatemática é agora o de promover uma visão mais ampla de conhecimento matemático, nomeadamente em outros contextos sociais e culturais fora do meio académico.

Com base no trabalho empírico desenvolvido com alunos romani no sistema educativo grego, Stathopoulou e Appelbaum (2016) sugerem uma noção de cultura como recurso e como um obstáculo, isto é, assente num pressuposto dinâmico deste conceito e do indivíduo pertencer a

diferentes culturas, mas simultaneamente cientes das suas implicações políticas. Desta forma, os professores destes alunos são incentivados a desenvolver a prática etnomatemática numa perspetiva que evite o reforço de estereótipos culturais. As noções do programa de etnomatemática que fundamentam esta interpretação procuram incentivar a dignidade, reconhecimento e reconciliação de indivíduos e culturas, assumindo a unidade no grupo turma.

No âmbito da educação indígena, Parra (2011) analisou o sistema educativo próprio da comunidade Nasa, na Colômbia, designado de educação própria, que se fundamenta no triplo significado atribuído pelos membros desta comunidade à palavra “própria”: i) pertence ou é propriedade do grupo cultural; ii) é pertinente e adequada ao contexto e iii) é própria, no sentido de ser transformada e apropriada pela comunidade. Emergente do contexto da educação própria nasa, Parra (2018) desenvolve a ferramenta “próprio” (p. 119)³⁶ como suporte à educação matemática assente na descolonização do conhecimento e sugere a sua extensão a outros contextos educacionais não indígenas. Nesta proposta, é a comunidade que desperta para a escola ao intervir nela com objetivos comunitários, naquilo que o autor designa de “comunitarizar a escola” (p. 133)³⁷, para além da escola despertar para o contexto, o sentido mais trabalhado pelas perspetivas etnomatemáticas educacionais, por vezes excessivamente, o qual pode desencadear uma escolarização da cultura.

A proposta de Parra (2018) é compatível com Peña et al. (2015), ao defenderem a ampliação de espaços de reflexão nos quais circulam as ideias etnomatemáticas. Isto traduz-se, no contexto educativo, pela apropriação de diferentes repertórios³⁸ matemáticos, nos quais estão incluídos, aqueles que são oriundos de sistemas dominantes, assim como, os que têm origem em conhecimentos e práticas culturais de comunidades locais. Bernales e Powell (2018) propõem utilizar a etnomatemática para desafiar a homogeneização dos currículos escolares, como uma ferramenta para desenvolver soluções criativas de apropriação do conhecimento académico que respeite a integridade da filosofia e epistemologias das culturas não dominantes que o apropriam, assegurando que não se perde o conhecimento cultural das comunidades em causa. Aqui, a etnomatemática surge como uma ferramenta de resistência política e os conhecimentos, entre eles matemáticos, são problematizados a partir de práticas socioculturais (Bernales & Powell, 2018; Parra, 2018; Peña-Ricón et al., 2015).

Críticas à ação etnomatemática em contexto educativo

Embora uma parte significativa da investigação etnomatemática tenha objetivos educacionais, a experiência desta nos currículos escolares tem sido controversa dando azo a críticas na literatura. Algumas críticas estão associadas a argumentos de efetividade de possíveis formas de integração entre a (re)contextualização de singularidades culturais de uma comunidade e a matemática escolar

³⁶ No original em Inglês *propio*.

³⁷ No original em Inglês *educación propia may communitarize the school*.

³⁸ O conceito de repertório é aqui utilizado como conjunto de competências desenvolvidas por um indivíduo enquadrado em determinado referencial de conhecimento.

em contexto de sala de aula, as quais resultam de um posicionamento epistemológico que varia entre a universalidade da matemática e as formas locais de lhe dar significado.

As abordagens e perspectivas etnomatemáticas educacionais recorrem, frequentemente, a descrições antropológicas de como a matemática é utilizada em determinadas práticas. Não raras vezes, os investigadores mencionam nesse processo a procura da matemática “escondida” em práticas sociais e culturais (Gerdes, 2007a, 2012b; Moreira, 2008; Rosa & Orey, 2012). Segundo outros autores, como Bernales e Powell (2018), Eglash (2000), Eglash et al. (2006), Miarka (2011) e Parra (2018), tal modo de pensar pode ter na base uma conceção de matemática de ideias já existentes, mas ainda ocultas, ou seja, “a se ‘des-cobrir” (Miarka, 2011, p. 334). Segundo Miarka (2011), a prática de “descongelar a matemática” foi, igualmente, alvo de crítica por Barton que considera que tal permite identificar padrões matemáticos, mas não é compatível com um entendimento do sistema QRS, pela falta de comunicação com as comunidades. D’Ambrósio (2009) acrescenta que a maior dificuldade da investigação enquadrada no programa de etnomatemática é os investigadores explicarem o conhecimento de grupos culturais aos quais não pertencem à luz da matemática NUC e, conseqüentemente, sem se libertarem de uma postura disciplinar da matemática. Também Bernales e Powell (2018) reforçam a necessidade das formas de matemática oriundas de contextos sociais e culturais distintos, que sejam incluídas no currículo escolar, refletirem mais do que a interpretação do etnomatemático, que, regra geral, pauta-se exclusivamente pelo referencial da matemática NUC e que é, maioritariamente, distorcida do ponto de vista da comunidade. Na mesma linha de argumentação, Ferreira (2009) refere que a utilização do programa de etnomatemática como paradigma educacional exige que os educadores matemáticos respeitem o contexto social e significados do grupo com que se está a trabalhar, a fim de evitar que exemplos simplistas contribuam para o “desencantamento do mundo dos alunos” (p. 58). Na verdade, uma prática etnográfica, na qual o referencial de partida do investigador é distinto do referencial do investigado e o primeiro assume a representação dos saberes de outros, tendencialmente, culmina no problema da reflexividade. Expressões como *estar lá* [na comunidade] e *estar / escrever aqui* [na academia] são associadas a tal mudança de referencial por parte do investigador, o observador, na compreensão do outro, o observado, e nas quais persiste uma relação etnocêntrica. Esta problemática motivou reflexões sobre questões políticas, morais, éticas e metodológicas que são enquadradas no que é designado por viragem reflexiva, no campo da antropologia (Amundson, 1982; Geertz, 1988; Sturtevant, 1964). Millroy (1992) transpõe a reflexividade para a área da etnomatemática e apresenta-a como um paradoxo na sua investigação, na medida em que o autor considera não ser possível encontrar outro conhecimento que não o académico, porque os matemáticos (académicos) estão a atuar pelo seu olhar. Com o designado “paradoxo de Millroy”, o autor abre espaço para questionar a metodologia utilizada na investigação etnomatemática e abordar as conseqüências políticas e éticas deste posicionamento. Gerdes e Barton sugerem que a comunicação com elementos das culturas estudadas, quando possível com uma formação académica de matemática, permite ultrapassar o paradoxo de Millroy, na medida em que, estes

membros das comunidades estão em posição privilegiada para a investigação em etnomatemática, por dominarem práticas de ambos os referenciais (Miarka & Viggiani, 2012).

Numa perspectiva multicultural, Rivera e Becker (2007) entendem a inevitabilidade e irreversibilidade da globalização como uma oportunidade para incentivar uma versão híbrida da etnomatemática. Tendo em conta a presença de grupos minoritários em salas de aula nos Estados Unidos da América, estes autores propõem práticas etnomatemáticas que respondam aos estilos de vida dos alunos e destacam a importância de não perder o foco do mundo global em que vivemos, além de sugerirem reconciliar práticas matemáticas tradicionais do passado e do presente com a projeção de novas práticas para o futuro. Para tal, os autores defendem práticas nas quais os sistemas de significados e a natureza da etnomatemática – situada, local e contextualizada – estabelecem ligação com a matemática abstrata, universal e descontextualizada. Com esta proposta, os autores pretendem contrariar o que consideram ser uma sobrevalorização dos sistemas de conhecimento de comunidades não dominantes, característica de algumas perspectivas etnomatemáticas educacionais que se focam em minorias culturais. Por outro lado, reiteram a importância de não encerrar os alunos dentro da sua própria cultura.

No âmbito da educação multicultural, Pais (2011) identifica práticas em estudos com perspectivas etnomatemáticas educacionais que considera artificiais, do ponto de vista dos aspetos culturais servirem apenas de pretexto para a matemática escolar. O autor designa este fenómeno por “metáfora da ponte [entre conhecimento contextualizado numa singularidade cultural e o conhecimento escolar]” (p. 223)³⁹ e alerta para a necessidade das relações estabelecidas entre os alunos e os artefactos de culturas distintas terem ligação aos *backgrounds* ou *foregrounds* dos alunos. No mesmo sentido, Eglash (2000) reforça que a alienação cultural por parte de matemáticos, educadores e decisores políticos têm igualmente implicações ao nível da educação matemática. O resultado da alienação cultural pode traduzir-se na produção de recursos educativos mais universais do que locais, nos quais, por exemplo, apenas os nomes e objetos característicos de diferentes contextos culturais são renomeados nos enunciados dos livros escolares. Desta forma, sob chapéu de uma educação matemática multicultural, podem ser desenvolvidas práticas que reforçam uma postura identitária racial universal e estática e que, conseqüentemente, surtem efeitos contrários aos resultados pretendidos (Eglash, 2000; Eglash et al., 2006).

Outras conseqüências indesejáveis já teriam sido identificadas por Vithal e Skovsmose (1997) ao alertarem para a sobrevalorização atribuída ao *background*, em particular no contexto sul africano. A sua utilização despoletou conflitos culturais fazendo com que tal contribuísse para a exclusão social de alguns (grupos de) alunos. Na verdade, em situações muito distintas, há investigadores a identificarem práticas etnomatemáticas em contexto educativo que desencadeiam resultados contrários aos respetivos propósitos, por restringirem ou priorizarem o conhecimento matemático como conceito e prática académica (Alangui, 2020; Fuentes, 2019; Horsthemke e Schäfer; 2007; Knijnik et al., 2004; Pais, 2011; Rowlands & Carson 2002, 2004). Em termos de aspetos sociais e

³⁹ No original em Inglês *bridge metaphor*.

políticos, a educação matemática crítica enfatiza as relações entre cultura e poder e os consequentes conflitos internos que algumas formas de lidar com a diversidade cultural podem causar em determinados contextos. Neste posicionamento, além de questionada a consecução dos objetivos políticos da etnomatemática, a relação entre os propósitos da aplicação da etnomatemática à educação e os interesses económicos da instituição Escola é também discutida e equacionada como dificilmente compatível. Nomeadamente, é desincentivada uma problematização que promova a inclusão de práticas e artefactos culturais como tópicos curriculares, em prol de uma reflexão profunda acerca da possibilidade de integração das perspetivas etnomatemática educativas na organização escolar como a conhecemos atualmente (Pais, 2013; Parra, 2018; Powell, 2009; Vithal & Skovsmose, 1997).

Vale a pena relembrar que as críticas enquadradas nas possibilidades educativas da etnomatemática apresentadas por Rowlands e Carson (2002) foram refutadas em S. Adam, Alangui e Barton (2003) por serem assuntos baseados numa literatura desatualizada e que têm sido alvo de debate e respondidos pela comunidade de etnomatemáticos ao longo do tempo. Além disso, os autores desencorajam posições extremistas e apresentam evidência empírica que justifica cinco possibilidades de aplicações da etnomatemática nos currículos escolares com um grau crescente de exigência do envolvimento do aluno com determinada(s) singularidade(s) cultural/ais.

As críticas identificadas na literatura constituem oportunidades para refletir sobre as fragilidades e, de forma construtiva, resolvê-las. No entanto, por um lado, a evidência empírica refuta algumas delas e, por outro, tal como Gerdes (2007a) e Parra (2018) alertam, os autores das críticas têm, por vezes, um conhecimento demasiado superficial sobre as especificidades dos contextos que estão na sua base e pouca ou nenhuma experiência como etnomatemáticos no terreno.

Orientações didáticas de inspiração etnomatemática

Os estudos de etnomatemática caracterizam-se por reconhecerem características matemáticas em práticas culturais que contenham pensamento ou conhecimento matemáticos, mas também por expandirem o conceito e o conhecimento da matemática ou por criarem conexões entre singularidades culturais contextualizadas e matemática. Em particular, as perspetivas etnomatemáticas educacionais têm em comum um posicionamento de uma matemática no sentido abrangente e os propósitos educacionais. Neste estudo, o sentido abrangente atribuído à matemática traduz-se pela integração entre conceitos, ideias e/ou pensamentos com características da matemática NUC, contextualizados e com preocupações sociais, culturais, éticas, políticas entre outras. Além disso, o enquadramento da perspetiva etnomatemática educacional adotada pretende ser compatível ou convergente com orientações internacionais para a educação matemática. Especificamente, esta opção é ancorada em orientações da UNESCO (2010, 2012), nomeadamente a visão de ciência como parte integrante da cultura e a semelhança entre valores e desafios que se colocam à educação matemática e educação em ciências, ainda que se reconheçam as suas especificidades didáticas.

No panorama internacional, a UNESCO (2012) apresenta dois desafios principais na educação matemática ao nível do ensino básico, por vezes entendidos como incompatíveis. São eles:

proporcionar educação matemática de qualidade e proporcionar a educação matemática para todos. Também os *Princípios para a Ação* do *National Council of Teachers of Mathematics* (NCTM, 2017), produzidos no contexto dos Estados Unidos da América, remetem para a equidade como um dos princípios orientadores para a matemática escolar. O desenvolvimento de uma atitude favorável em relação à matemática, como fundamental para uma aprendizagem efetiva e para o desenvolvimento de cada aluno, é destacado neste último documento e, no mesmo sentido, a UNESCO (2012) renova a ideia de como uma imagem da matemática exclusivamente acadêmica e elitista constitui um entrave à educação matemática de qualidade para todos. O mesmo documento destaca também a valorização de matemática em contexto, reforçando que “(...) o ensino da matemática na educação básica deve ser estimulante, o da matemática viva em conexão com o mundo em que os alunos vivem e com os problemas com que a humanidade se confronta atualmente” (p. 31)⁴⁰. Este valoriza igualmente as vivências dos alunos fora da escola, enquadradas na dimensão social de uma aprendizagem de base socioconstrutivista, na qual a construção de significados surge com recurso a diversos sistemas de representação e dispositivos, uma vez que os objetos matemáticos não estão diretamente acessíveis pelos sentidos. Além disso, o mesmo documento enfatiza a potencial complementaridade que os contextos não formais podem representar, no sentido de ultrapassar organizações escolares demasiado compartimentadas em disciplinas. A este propósito, é sugerida a oportunidade dos alunos se envolverem em atividades com gestão de tempo e didática mais flexível do que, regra geral, os contextos formais de educação promovem, assim como a consideração de aprendizagens em contexto não escolar. Aliás, a sugestão dos contextos não formais serem uma oportunidade de humanização da matemática corrobora uma tendência destacada por Morris (1987) com referência a alguns exemplos de formatos:

As atividades de exterior que às vezes são oferecidas àqueles que frequentam a escola, incluem os clubes de matemática, campos de matemática, competições matemáticas, matemática na ciência ou feiras, e as visitas e excursões, as quais são especificamente organizadas para evidenciar matemática na atividade humana (p. 9)⁴¹.

Um outro desafio, que a UNESCO (2012) releva para a equidade e qualidade da educação matemática é a diversidade. Este documento remete para o contributo que a etnomatemática tem constituído na consciencialização de questões referentes à diversidade cultural e das suas implicações na educação. É neste papel que a matemática, em conjunto com outras ciências, assume importância para reaproximar pessoas e culturas e em contribuir para a compreensão e colaboração

⁴⁰ No original em Inglês: *mathematics taught during basic education must be stimulating, an instruction in living mathematics relating to the world in which the pupils live and to issues faced by humanity today.*

⁴¹ No original em Inglês: *Out-of-school activities which are sometimes on offer to those who are in school include mathematics clubs, mathematics camps, mathematics competitions, mathematics in science or other fairs, and those visits and excursions which are specifically arranged to exhibit mathematics in human activity.*

mútuas, nomeadamente com a promoção do diálogo intercultural que a Década Internacional para a Aproximação das Culturas tem vindo a destacar (Saillant, 2017).

Numa interpretação da educação matemática, assente nos mesmos pressupostos das orientações internacionais supramencionadas, a etnomatemática surge como uma estratégia que pode contribuir para a equidade no acesso à educação matemática e com qualidade. E é neste sentido que pode ser entendido o potencial da perspetiva etnomatemática educacional para, por um lado, promover experiências educativas em contextos não formais, e, por outro, lidar com a diversidade, proporcionando perspetivas múltiplas, resultantes de interações consultadas por membros de diferentes áreas de saber e referenciais de conhecimento, por exemplo, matemática, social, política, educacional, histórica.

Nesta perspetiva, Gerdes (2012b) argumenta ser necessária a integração e incorporação da etnomatemática na educação matemática “para poder melhorar a qualidade do ensino, para poder aumentar a autoconfiança social e cultural de todos os alunos” (p. 17). Para isso, sugere a emancipação da educação pela (investigação) etnomatemática o que, nomeadamente no contexto africano, remete para uma educação orientada pela cultura e concretiza duas orientações que norteiam uma abordagem didática, de acordo com o seguinte:

- i) consciencialização da relevância da matemática, e a
- ii) confiança cultural.

A “consciencialização da relevância da matemática” ou, simplesmente, a “consciencialização da matemática”, consiste em alargar o conceito de matemática aos diferentes contextos em que opera e nas várias formas como é socialmente apropriada, ainda que com diferentes níveis de intencionalidade e daí a importância da consciencialização. A consciencialização é categorizada por Gerdes (2012b) em política, física ou económica. O processo em causa resulta da problematização da realidade e é entendido pelo autor como um meio de a compreender e a transformar.

A confiança cultural advém da primeira, pela matemática ser entendida como uma atividade humana, desenvolvida e utilizada nos diferentes contextos culturais. No que respeita à confiança cultural, Gerdes (2012b) entende o conhecimento das capacidades matemáticas criativas de grupos culturais como pressuposto para aumentar a confiança dos indivíduos em sentirem que são capazes de se apropriarem e desenvolverem, criativamente, a matemática. Para isso, considera crucial encorajar a compreensão de que cada grupo cultural tem sido, é e será capaz de desenvolver a matemática, o que pode enriquecer a compreensão do que ela é, do seu ensino e da sua história. Neste sentido, Shirley & Palhares (2016) concretizam a promoção do desenvolvimento desta confiança ao incentivarem os alunos a estudarem as suas culturas com base nos seus interesses. Esta orientação converge também com Bishop (2005) que defende que a educação matemática pode atuar no conhecimento da(s) própria(s) cultura(s) e da(s) cultura(s) de outros.

Além disso, na relação da perspetiva etnomatemática educacional com a educação matemática, existe também a necessidade de desenvolver a (re)contextualização de singularidades culturais nas tarefas que são propostas, dado que é um aspeto alvo de crítica por surgir, por vezes, como artificial.

Boaler (1993) reforça o papel dos contextos na aula de matemática para desenvolver situações de sala de aula não artificiais, assumindo a complexidade dos fenômenos da realidade. Para esta autora, a familiaridade com o contexto, a linguagem, em particular o significado das palavras para os alunos, e a artificialidade com que o contexto é apresentado são apenas alguns dos fatores complexos que determinam a influência mútua entre o contexto e o processo de transferir a aprendizagem da matemática escolar de e para a realidade. Tal reforça a interação entre *backgrounds* e *foregrounds* na aprendizagem, conforme proposta por Alrø et al. (2009) e converge para a atribuição de significados matemáticos entre singularidades culturais contextualizadas no desenvolvimento conhecimento matemático contextualizado. Na mesma linha de pensamento, Palhares (2012) destaca a contribuição da etnomatemática no processo de contextualização da cultura e do seu impacto na humanização da matemática.

Finalmente, Barton (2008) reforça a necessidade da educação matemática contemplar conhecimento em e sobre matemática, especificamente a sua natureza, dado que tem consequências nas atitudes desenvolvidas perante esta ciência.

De uma maneira geral, a consciencialização da matemática e a consequente confiança cultural, proporcionadas por meio de experiências educacionais, resultam do diálogo (intercultural) entre indivíduos que interagem e analisam, sob diferentes perspectivas e significados matemáticos, um mesmo fenômeno. No sentido em que se estabelecem por interações com características etnomatemáticas, são aqui designadas por interações etnomatemáticas. Nestas condições, a etnomatemática pode ser entendida como uma ferramenta didática que promove a circulação de conhecimento entre os contextos atribuindo significado à incidência matemática do conhecimento que neles operam. Pelo exposto, a educação matemática engloba os conceitos, procedimentos e atitudes em relação à matemática.

Fragilidades e recomendações

Quão *pan* é a matemática?

É um lugar-comum as abordagens etnomatemáticas assumirem que a matemática é um fenômeno pan-cultural e pan-humano. Isto significa que, atualmente, todos os indivíduos em todas as culturas, de alguma forma, contactam com a matemática. Ainda que possa parecer uma afirmação consensual entre etnomatemáticos ou educadores matemáticos, sensíveis a perspectivas socioculturais da matemática, esta requer alguns esclarecimentos.

O primeiro esclarecimento refere-se ao argumento que coloca em causa a utilização da palavra matemática como parte da cultura, uma vez que esta palavra pode não existir e não ter significado junto de um determinado grupo cultural. Na verdade, as palavras são datadas no tempo e, portanto, também a noção de cultura foi concetualizada à luz da própria cultura na qual surgiu, a dita cultura ocidental, o que colocaria em causa igualmente a utilização da palavra, como é lembrado por Cuhe (2003). Além disso, atualmente, dado o elevado contacto entre diferentes culturas, a

probabilidade de indivíduos de um qualquer grupo cultural terem contactado com a palavra “matemática” é elevada.

O segundo esclarecimento é sobre o entendimento de matemática. De facto, a coexistência de diferentes formas de desenvolver, usar e expressar matemática é algo sobre a qual os etnomatemáticos concordam, já a sua interpretação é distinta. Uns, na linha de Alangui, (2010, 2020), Barton (1999, 2008), D’Ambrósio (2016), Knijnik et al. (2019) e Parra (2018), por estarem essencialmente desportos para a exploração de conceções e formas de conhecimento alternativas à epistemologia dominante, optam por considerar que o resultado dessas formas de desenvolver, usar e expressar são diferentes matemáticas, em determinados aspetos incomensuráveis com a matemática NUC. Outros, como Bishop (1994) e Gerdes (2007a), procuram dar sentido à diversidade, considerando a ciência como unidade, e interpretam estas intervenções na realidade como diferentes facetas da matemática, que poderão, ou não, ser equivalentes entre si ou serem parte da matemática enquanto conhecimento académico. É neste último posicionamento que este estudo prossegue. Assim, se considerarmos a matemática da dinâmica individual e coletiva, assumimos a matemática como um fenómeno pan-humano. Como parte integrante da cultura do indivíduo, mas como resultado de práticas sociais enquanto um empreendimento da humanidade, é também pan-cultural.

“Desocultar” a matemática aos olhos de quem?

“Desocultar” a matemática ou descongelar a matemática são práticas enquadradas ao nível da ação etnomatemática e que têm semelhanças com o que Devlin (2000a) descreve como trabalho do matemático: “tornar o invisível, visível” (p. 10). Todos os processos se centram na conversão de uma representação implícita para uma representação explícita de uma matemática com existência prévia à ação do matemático ou do etnomatemático que a “desoculta”, descongela, torna visível, ou seja, que a “des-cobre”. O investigador irá tornar visível a matemática à luz da sua formação matemática e da sua experiência pessoal, tornando-a visível também a quem partilhar dessa mesma linguagem matemática. Numa perspetiva etnomatemática, as singularidades culturais atuam como um estímulo, ao serem promovidas vivências que “desocultam” a matemática implícita em práticas culturais (M. Ascher, 2002; Barton, 1999; Gerdes, 1997, 2012a, 2012b; Zaslavsky, 1994).

Em síntese, a atribuição da característica matemática a uma realidade observável pode ser entendida como algo pré-existente ao olhar que a descobre, de forma objetiva. Pode ainda ser entendida como algo que é colocado nessa realidade observável, subjetivo ao olhar de uma mente treinada para tal. Finalmente, a atribuição dessa característica pode ser resultado de interações sociais entre indivíduos, validada como tal em instâncias nas quais esses indivíduos considerem legítimas, nomeadamente a academia ou uma comunidade, ou seja, considerando modos distintos de produção de conhecimento e alargando a atuação da matemática a outros contextos sociais e culturais. Esta última abordagem coaduna-se com a complementaridade metodológica de, por um lado, assumir, de forma consciente e controlada, a experiência do próprio investigador, mas, por outro, rejeitar qualquer tipo de comparação ou categorização *a priori* (Cuche, 2003). Nesta perspetiva, o

investigador centra-se na criação de representações e significados, em vez de procurar por algo escondido ou pré-estabelecido. Desta forma, os aspetos relacionados com quantidade, relações e espaço dos sistemas QRS propostos por Barton, as seis atividades (pré)matemáticas que Bishop classifica como universais, bem como os processos matemáticos das práticas culturais descritos por D'Ambrósio surgem como possíveis categorias naturais da identificação de ideias matemáticas desenvolvidas em qualquer cultura. Apesar desta referência, será importante partir para um diálogo aberto, perspicaz ao surgimento de novas relações e participado pela pluralidade de perspetivas e interpretações conjuntas, eventualmente não previamente contempladas, categorizadas ou identificadas na literatura. Na comunicação entre referenciais de conhecimento, o diálogo torna-se um meio privilegiado para a criação de representações e significados no espaço e no tempo em que as ideias são produzidas e utilizadas. Assim, despertar um maior número de indivíduos para a matemática exige relevar o papel social desta, ou seja, significa que o *olhar matemático* deve dar lugar à diversidade de interpretações e comunicação entre significados oriundos de diferentes áreas de saber e referenciais de conhecimento, por exemplo, matemático, social, político, educacional e histórico distintos sobre um mesmo fenómeno, abrindo a possibilidade para uma visão abrangente da matemática, *olhares matemáticos*.

A educação matemática é mesmo para todos?

Numa vertente histórica de conhecimento sobre matemática, Gerdes (2007a) reconhece que a ausência de referência a determinados grupos culturais e comunidades nos livros de história da matemática não significa que estes não tenham desenvolvido ideias matemáticas, mas antes que, até ao momento, não tenham sido analisadas e/ou compreendidas como tal. A sua interpretação, à luz do presente, sugere a coexistência de diferentes formas de expressar e comunicar matematicamente. A espontaneidade desta matematização, como uma atividade cognitiva ou prática humana, traduz-se no saber e no fazer matemático contextualizado, que decorre no seio familiar ou outros ambientes informais do quotidiano (D'Ambrósio, 2016), ou na constatação de que, quando chegam à escola, as crianças conhecem matemática (Gerdes, 2007a). Desta forma, os autores reiteram que todos os indivíduos aprendem matemática, porque contactam com ela como prática social.

D'Ambrósio (2016) concretiza com alguns processos transculturais inerentes práticas sociais, que apresentam potencial para desenvolver competência matemática. São eles: comparação, classificação, medição, explicação, generalização e avaliação. Rosa e Orey (2016) acrescentam a esta lista a modelação. Por sua vez, para Bishop (1988, 2005), contar, medir, jogar, comunicar, desenhar e localizar constituem atividades (pré)matemáticas socialmente desenvolvidas. O autor reconhece nelas um potencial desenvolvimento de conhecimento matemático por parte dos indivíduos que as praticam e reforça não ter sido encontrado qualquer grupo cultural sem atribuí-lhes significado.

Na verdade, um atual pressuposto em termos internacionais é que a educação matemática começa antes da chegada à escola e é neste contexto que tem significado que sejam considerados

conhecimentos, interesses e expectativas prévios (NCTM, 2007, 2017; UNESCO, 2012). Porém, a definição internacional de padrões universais continua a alimentar, socialmente, uma imagem elitista, evidenciada, por exemplo, na associação de uma performance matemática de excelência a um elevado estatuto social e à oportunidade de aceder a cargos bem remunerados (Gerdes, 1997; Keitel & Vithal, 2008). Desta forma, a articulação entre a aprendizagem em contexto informal, não formal e formal da matemática carece ser fortalecida.

Ampliando o contexto educativo formal para ambientes de educação não-formal, podemos continuar a perspetivar a utilização da etnomatemática em experiências educacionais. Nestes últimos ambientes, a matemática, como parte integrante da cultura, proporciona oportunidades de reforçar e/ou consolidar o que já se conhece no(s) referencial/ais em que cada indivíduo se sente mais confortável, mas também de se estabelecerem ligações para o desconhecido nesse(s) e/ou em outro(s) referencial de conhecimento, oferecendo experiências que resultem em aprendizagens.

Capítulo 3 – Educação científica em contexto não formal

Educação científica e os seus propósitos

A educação científica tem entre os principais propósitos o desenvolvimento de cidadãos, no sentido em que estes vivam e intervenham, de forma responsável, em sociedades caracterizadas pela pluralidade. A pluralidade, da qual se destacam aspetos relacionados com as culturas e formas de conhecimento, comporta um crescente nível de complexidade, de incertezas e de tensões, bem como uma reflexão sobre a(s) sociedade(s) que queremos, que se reflete também na forma como a Educação é pensada. Enquanto organismo internacional, a UNESCO tem desempenhado um papel relevante no desenho e divulgação de orientações internacionais para a Educação. Assente numa abordagem holística do ser humano, dos fenómenos e dos problemas, tem em vista o desenvolvimento integral de cada indivíduo em prol de um mundo mais justo e sustentável.

Um pilar desta visão é a “Educação para Todos”, como um direito para todo e qualquer cidadão, desde a infância até à idade adulta, em contextos de aprendizagem múltiplos – formais, não formais e informais – desejavelmente articulados. Além dos princípios de acesso e de equidade, a qualidade é outro estandarte deste movimento global. A sua operacionalização em orientações específicas destaca a centralidade do desenvolvimento de literacias e dá enquadramento a movimentos como “Ciência para Todos” ou “Matemática para Todos” (Damerow et al., 1984; UNESCO, 2000, 2005a, 2005c, 2010, 2012).

Uma outra orientação é a “Educação para o Desenvolvimento Sustentável”, que articula os pressupostos da Educação para Todos com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS)⁴², em cada aspeto da educação (política, currículo, formação, práticas). Esta perspetiva constitui um eixo para a educação de qualidade, que pretende, com base numa postura reflexiva e transformativa sobre a ação individual e societal, interligar aspetos sociais, culturais, económicos e ambientais, atuais e futuros, nas escalas locais e global, assente em seis princípios de ação: i) promover uma visão interdisciplinar e holística do currículo; ii) visar a aquisição de valores e princípios fundamentados no desenvolvimento sustentável; iii) desenvolver o pensamento crítico e a capacidade de encontrar soluções para os problemas; iv) recorrer a métodos de ensino diversificados e interativos; v) estimular o processo participativo dos alunos na tomada de decisões; e vi) integrar aprendizagens decorrentes de experiências do quotidiano ao estabelecer um estreito relacionamento com a vida local. Estes foram consagrados pela “Década da Educação para o

⁴² Informação sobre cada um dos dezassete Objetivos de Desenvolvimento Sustentável definidos pelas Nações Unidas, respetivas metas, publicações e eventos associados, pode ser consultada em <https://sdgs.un.org/goals>.

Desenvolvimento Sustentável” (2005-2014), revistos, reajustados e reafirmados para o horizonte 2030 (UNESCO, 2005b, 2014a, 2020).

No que respeita à educação científica, destaca-se o documento que tem por base a Conferência Mundial sobre Ciência e a Declaração sobre Ciências e a Utilização do Conhecimento Científico, ambos datados de 1999 (UNESCO, 2005a). Este reconhece a importância da educação científica “(...) para o desenvolvimento humano, para a criação de uma capacidade científica endógena e para que tenhamos cidadãos participantes e informados” (p. 29), bem como releva as articulações entre a ciência e a sociedade no sentido lato, visto que a primeira se desenvolve na e para a segunda, e nas quais se destaca a finalidade social do conhecimento científico na procura do bem-estar da humanidade. Nesta perspetiva, a educação científica, em particular das ciências naturais, está atenta às potencialidades da ciência, como uma poderosa forma de compreender fenómenos naturais e sociais, e às limitações do desenvolvimento da ciência e respetivas consequências em desequilíbrios e exclusão social.

Esta visão, reiterada no slogan: “ciência para um futuro sustentável”⁴³, preconiza a incorporação da dimensão científica, norteada por valores éticos de solidariedade, como parte integrante da cultura do indivíduo e da sociedade em que se insere. Consequentemente, na(s) sociedade(s) baseada(s) no conhecimento, compreender e apreciar a ciência como elemento da cultura contemporânea surge como um recurso para que cada cidadão atribua significado às problemáticas da atualidade e participe ativa e criticamente em discussões e processos de tomada de decisões, sejam de índole pública ou da esfera de ação do quotidiano.

A ciência como cultura e suas implicações na educação científica

Entender a ciência como parte da cultura de qualquer indivíduo exige um questionamento do estatuto e das formas de produção do conhecimento científico, da natureza da ciência e das suas relações com a sociedade, bem como dos seus propósitos educacionais.

Segundo M. Santos (2009), a visão de ciência como cultura reflete o aprofundamento do saber prático, aproxima a ciência dos contextos em que opera, valoriza os conhecimentos empíricos dos cidadãos e coloca em diálogo diferentes racionalidades – científica, social, tecnológica, cultural, entre outras – diferenciando-as. Nesta perspetiva, as atividades científicas decorrem do ambiente social e o conhecimento científico é incorporado na sociedade com valor crítico e como uma forma de organização da mesma. A atuação da ciência é alargada a outros contextos sociais e culturais por refletir modos distintos de produção de conhecimento. Por um lado, o processo tradicional que se desenvolve em contextos académico e disciplinares, difundido para esferas de utilização distintas da sua produção – modo 1 – e, por outro, o processo de coprodução e avaliação da ciência em

⁴³ Informação disponibilizada pela Comissão Nacional da UNESCO em Portugal e em Cabo-Verde, respetivamente, <https://unescoportugal.mne.gov.pt/pt/temas/ciencia-para-um-futuro-sustentavel>, <https://www.cvunesco.org/cidadania/ciencia-para-o-desenvolvimento/16-cnu/ciencia>.

contextos não disciplinares, não isento de interesses económicos e assente na responsabilidade social dos cientistas – modo 2.

As estreitas ligações da ciência à técnica, à sociedade, a questões éticas, a valores sociais e a estruturas de comunicação e de poder estão na base da argumentação de M. Santos para colocar em evidência a pluralidade do conhecimento. Nele destaca o entrelaçamento de quatro dimensões: científica, humanística, de massa e técnica, enquanto parte integrante de um património que reúne saberes, valores, crenças, ações, expectativas e normas convencionadas e partilhadas por um grupo de indivíduos, ou seja, da cultura.

Ainda que a autora desaconselhe a análise isolada de uma dimensão, é possível atribuir-lhe especificidades. Nomeadamente, a cultura técnica, também designada por “cultura do fazer”, é referente ao *know-how* que conduz a soluções perante problemas vivenciados, ou seja, integra competências práticas de saber e o fazer em ação. Contempla uma abordagem pragmática de problemas na sociedade, no sentido do concreto, da prática e da ação, acompanhando a evolução da tecnologia, por sua vez em estreita ligação com a ciência. Ainda assim, a ciência como cultura levanta questões éticas à confluência entre conhecimento e produção e rejeita a visão homogénea do mundo que ganhou expressão com a tecnociência (M. Santos, 2009, 2014).

A cultura de massa, doravante designada por cultura mediática⁴⁴, corresponde à informação veiculada pelos meios de comunicação social. A mensagem transmitida, ainda que uniformizada, não corresponde a uma cultura consumida, de forma homogénea, à escala global, visto que é (re)interpretada e apropriada pelo recetor, segundo diferentes lógicas culturais (Cucho, 2003).

Pela sua difusão mundial, os meios de comunicação social são uma forma privilegiada de contacto do cidadão comum com a ciência e, conseqüentemente, com a imagem da ciência por estes transmitida, que pode ser tendencialmente controversa, preliminar e em permanente discussão ou numa perspetiva sensacionalista e estereotipada. Porém, por vezes, as abordagens revelam-se pouco articuladas com a vertente pedagógica da ciência escolar, o que faz com que o entrelaçamento das dimensões mediáticas e científicas da cultura não esteja livre de tensões (Reis, 2006; M. Santos, 2009).

Também a interligação entre as dimensões científica e humanística é controversa e não constitui um assunto recente na comunidade científica. Snow (2015), num segundo olhar sobre o ensaio “As duas culturas”, datado de 1959, expôs a contradição entre a sociedade ocidental estar impregnada

⁴⁴ A cultura de massa, proposta por Morin, é uma resposta às características das sociedades industrializadas na segunda metade do séc. XX, referindo-se à informação veiculada nos e pelos *mass media*, dirigida para uma grande massa humana, mas que não nasce das massas. Para o autor, esta forma de cultura, predominantemente, alimenta estereótipos e uma atitude acrítica da informação, assentes em valores promotores do consumo pouco refletido e com reflexos no lazer e estilos de vida (Morin, 2002). Atualmente, no âmbito da educação para os media, é no conceito de literacia mediática que se centra o desenvolvimento de competências que permitam o indivíduo mobilizar o pensamento crítico na seleção e processamento de informação recebida, na resolução de problemas e na comunicação (Tornero & Varis, 2010). Pelo exposto, neste estudo dá-se primazia à expressão “cultura mediática”.

de ciência e tecnologia e nela imperar o desconhecimento generalizado sobre estas áreas. Associando a cultura ao desenvolvimento intelectual do indivíduo, o autor reforçou a artificialidade na delimitação de fronteiras culturais entre saber, ciência e tecnologia (cultura científica) ou arte e literatura (cultura humanística) e sugeriu que a tensão entre ambas não será uma problemática apenas nos domínios intelectuais especializados, mas também o é nos padrões de organização de cultura, no sentido utilizado pelas ciências sociais e humanas.

O aprofundamento da cultura científica como dimensão cultural vai para além de um conjunto de saberes disciplinares que, eventualmente, venham a contribuir para um indivíduo ser capaz de lidar com a complexidade do mundo e tomar decisões fundamentadas. A subsecção enquadra tal (re)conceptualização.

Cultura científica na perspetiva de ciência como cultura

De acordo com A. Costa et al. (2002), a noção de cultura científica pode ser entendida como a cultura específica dos cientistas, com valores, instrumentos e metodologias específicas, na qual se discute, entre outros, a pluralidade de práticas científicas e locais de produção de conhecimento científico. Num outro sentido, a cultura científica pode ser entendida numa perspetiva de ciência como cultura, isto é, reconhecida como um dos mais importantes desenvolvimentos intelectuais da humanidade.

Para Cachapuz (2016), a cultura científica é “a qualidade que dá sentido e orientação ao conhecimento científico” (p. 4), de forma crítica e diferenciando-se deste. O autor diferencia quatro tendências deste conceito com crescente socialização de saberes. O nível mais baixo de socialização está associado a uma visão académica de conhecimentos partilhados entre cientistas; no segundo nível, a difusão de saberes é aberta a comunidades de não cientistas, recorrendo a espaços de educação não formal como promotores de cultura científica; o terceiro enquadra a responsabilidade social da ciência numa abordagem de proximidade, na qual as comunidades, locais ou não, contribuem com os seus conhecimentos empíricos na resolução de problemas pelos quais são afetados, deixando em aberto a coexistência de racionalidades distintas da científica. No máximo de socialização de saberes, pelo seu potencial de desenvolvimento futuro, é referida a possibilidade de formas alternativas ao conhecimento dominante, assumindo um repensar do conhecimento científico à luz de possíveis relações com conhecimentos que, não sendo científicos, orientam o quotidiano das pessoas. Este último enquadra-se, por isso, numa pluralidade epistemológica externa à ciência, convergente com uma ecologia de saberes (B. Santos & Meneses, 2009; B. Santos, 2009, 2016, 2018). É no terceiro nível que se enquadra a perspetiva de ciência como cultura proposta por M. Santos (2005, 2009) e é nela que se continua a desenvolver o conceito em causa.

A cultura científica compreende conhecimentos de tópicos, inter-relações entre ciência, tecnologia e sociedade, mobiliza o pensamento crítico, sobre potencialidades e limitações da ciência, e estimula atitudes coerentes com os papéis sociais de cada indivíduo. A sua definição não é a mesma para todas as sociedades, nem sequer para todos aqueles que a têm como objeto de estudo ou como prática profissional, nem mesmo se mantém estática ao longo do tempo. É antes um conceito que é

socialmente construído, variável no espaço geográfico e temporalmente evolutivo (Aikenhead, 2009; Delicado, 2006; Martins 2006, 2019; Reis, 2006). No sentido restrito, é entendida como sinónimo da literacia científica dos cidadãos, tomando a nível individual o conjunto de conhecimentos, capacidades e atitudes que os indivíduos mobilizam, criticamente, numa dada situação. No sentido amplo, refere-se, a nível coletivo, ao estabelecimento da ciência na sociedade por meio de instituições e organizações que efetivam a sua intervenção no sistema educativo, comunicação social, decisão política entre outros.

A natureza transdisciplinar da cultura científica é partilhada por vários autores (Aikenhead, 2009; Cachapuz, 2016; Gago, 1992; Hurd, 1998; Martins, 2019; Martins & Paixão, 2011; Praia, 2019; M. Santos, 2009; UNESCO, 2005a, 2005b) que reiteram que os desafios e as responsabilidades perante a ciência envolvem todas as áreas científicas apoiadas na interligação de ciências exatas, naturais, humanas ou sociais, bem como a valorização dos conhecimentos empíricos. Em particular, no âmbito de ações de promoção de cultura científica, Gago (1992) direciona o seu foco para a quebra do isolamento social da ciência e a apropriação social das ciências e das técnicas, dado que os públicos são portadores de formas de saber comum e de representações sociais. UNESCO (2005a) reforça igualmente a valorização de “conhecimentos nativos” (p. 23) em tais iniciativas. Neste posicionamento, todas as culturas têm potencial para contribuir com conhecimento que integre uma dimensão científica que seja local e globalmente útil, ainda que tal exija a priorização de questões e problemas socialmente úteis e culturalmente relevantes.

M. Santos (2005, 2009, 2011) conjuga o cariz transdisciplinar e a apropriação social, mencionados anteriormente, ao propor a cultura científica como dimensão cultural: uma forma de conhecimento plural, que atribui significado ao conhecimento científico, entrelaçado com as dimensões técnica, humanística e mediática, e assume a sua função social em prol do bem-estar individual e coletivo, de acordo com os papéis desempenhados por cada um na sociedade. Este é o sentido que lhe é atribuído no presente estudo.

Educação científica para todos

A perspetiva da ciência como parte do património da humanidade abre espaço para a defesa de uma educação científica para todos os cidadãos. Este pressuposto tem sido promovido desde o séc. XIX, apoiado em argumentos económicos, utilitários, culturais, democráticos e morais não isentos de tensões⁴⁵, cuja consolidação tem proliferado desde a década de oitenta do séc. XX em vários documentos e orientações internacionais (Martins, 2006, 2019; Reis, 2006; UNESCO, 2005a, 2005b, 2010).

Preconizar a educação científica como desenvolvimento da cultura científica de cada indivíduo consiste numa forma de pensar a educação, com implicações nas orientações para o ensino, a aprendizagem e a avaliação das ciências. Em particular, na Europa e Norte da América tem-se assistido a reformas educativas assentes numa visão de ciência como parte do quotidiano e da vida,

⁴⁵ Reis (2006) analisa os argumentos e tensões referidas.

individual e coletiva, e na inclusão da relevância social da ciência no ensino das ciências (AAAS, 1989; Aikenhead, 2009; *European Commission* [EC], 2015; Martins & Paixão, 2011; Martins, 2016; Osborne & Dillon, 2008; Paixão, 2007; Reis, 2006; Rocard et al., 2007).

A educação científica⁴⁶, com propósitos de cultura científica, contempla três componentes:

- i) educação *em* ciência, referente a tópicos de ciência, compatível com vertente elitista de acesso ao conhecimento científico;
- ii) educação *sobre* ciência, relativa a procedimentos científicos e desenvolvimento de competências e
- iii) educação *pela* ciência, relacionada com as atitudes em relação à ciência, dirigida a todos os indivíduos.

No entanto, a visão de ciência que lhe está subjacente enfrenta alguns obstáculos epistemológicos ao nível de práticas de educação científica escolar, nomeadamente: i) por aceitar formas de conhecimentos fora da racionalidade científica; ii) por se opor às pressões económicas da tecnociência na lógica de produto de consumo; iii) por se opor ao avanço da capacidade de ação pelo desenvolvimento científico, sem estar acompanhado da capacidade de previsão dos respetivos riscos e iv) por romper com o distanciamento entre o conhecimento científico e o conhecimento do senso comum, conforme identificados por M. Santos (2005, 2009).

No mesmo sentido, estão também as recomendações de Cachapuz et al. (2004) e Praia (2019) de enquadrar a formação de professores e o ensino formal das ciências biológicas, físicas, químicas e geológicas numa visão de conhecimento científico, à luz da “Nova Filosofia da Ciência”, e destacam-lhe algumas características: i) construção provisória, isto é, com um *status* temporário; ii) construído por lentes teóricas e com base em conhecimento prévio, ou seja, não é exclusivamente indutivo nem dedutivo; iv) a ciência como uma atividade humana, produzida por atos de criatividade e imaginação aliados a métodos científicos, enquanto projeto social culturalmente contextualizado, constituindo-se como uma forma de pensar e de compreender o mundo e v) os cientistas como parte integrante do mundo que estudam.

Também numa perspetiva de escola como desenvolvimento de cultura científica, UNESCO (2010) propõe seis desafios globais: i) fundamentar o currículo na ciência como processo e não como produto, com foco numa aprendizagem com compreensão; ii) adequar a formação de professores, dado que na educação básica a pessoa que gere e implementa o currículo é crucial, independentemente do professor estar presente na sala de aula, de forma remota ou virtual; iii) promover a metodologia de *Inquiry Based Learning* como fator-chave de implementação da visão de ciência que é defendida; iv) desenvolver estratégias e ações que aumentem a equidade no acesso à educação em ciências para determinados grupos, como raparigas ou minorias étnicas; v) despertar

⁴⁶ Neste estudo consideramos que a educação em ciências preconiza uma perspetiva integrada das três componentes da educação científica, isto é, educação em, sobre e pela ciência, conforme utilizados por M. Santos (2001) e Rodrigues (2005, 2011). No sentido amplo, educação em ciências é utilizada como sinónimo de educação científica e reservamos o sentido restrito da expressão como referência à didática das ciências naturais, conforme utilizado, por exemplo, por Martins (2016), Praia (2019) ou Rodrigues (2011).

para os fatores que aumentam o número de alunos que pretendem seguir carreiras na ciência e vi) envolver atores fora da comunidade escolar, uma vez que, em alguns países, a aprendizagem da ciência fora da escola ou a educação não formal parece ser um fator importante para a aprendizagem.

Estes desafios, desenhados para melhorar a igualdade de oportunidades, bem como para explorar conexões entre a educação em ciências e a globalização, têm a vantagem de poderem ter interpretações múltiplas de acordo com as características da sociedade e sistema educativo de referência. Na verdade, todos terem acesso a educação científica não significa que seja adequada a todos (Aikenhead, 2009; Martins, 2015, 2020; M. Santos, 2009; Reis, 2006).

Entender a sala de aula como um encontro de várias culturas, incluindo a cultura do professor, dos alunos e a subjacente ao currículo é um caminho para uma educação atenta a fenómenos de multi, inter e transculturalidade (Aikenhead, 2009; Cobern & Loving, 2001; Jegede & Aikenhead, 1999; M. Santos, 2009, 2011; Rist & Dahboud-Guebas, 2006; Robles-Piñeros, 2020). Consequentemente, a incorporação de conhecimentos prévios dos alunos nos processos educativos é sensível aos seus contextos e à diversidade cultural. No entanto, à semelhança do que foi identificado em perspetivas etnomatemáticas educacionais, abordagens pouco refletidas do ponto de vista metodológico e político podem colocar a ênfase na hierarquização e comparação de validade de formas de conhecimento, pervertendo a intenção que têm por base (Robles-Piñeros et al., 2020).

Aikenhead (2009) e Jegede e Aikenhead (1999) reconhecem a ligação cognitiva entre culturas do quotidiano, entre culturas da ciência e entre culturas do quotidiano e culturas da ciência. Com base em tal, alertam que a cultura da ciência académica pode surgir como uma cultura “estrangeira” a um indivíduo. Não o será para os cientistas ou potenciais cientistas. Para alguns indivíduos, embora estranha, será acessível. Para outros, a diferença cultural poderá ser intransponível sem uma mediação cultural adequada. Os autores propõem, por isso, o conceito de cruzamento de fronteiras culturais⁴⁷ para permitir que os conhecimentos circulem entre as diversas culturas. Em contexto de sala de aula, a estratégia concretiza-se com os professores a atuar como mediadores culturais, em diálogo com os alunos, a explorarem o estabelecimento de comunicação entre a ciência escolar e o mundo do aluno, bem como entre os mundos do aluno e do cientista. Também incentivando articulações entre quadros culturais, eventualmente identificando-os como referenciais distintos, que poderão convergir em alguns aspetos e divergir noutros. Na interação dinâmica entre referenciais de conhecimento distintos, emergem novos significados e formas de colaboração que estabelecem pontes para que os indivíduos acedam ou aprofundem conhecimento da ciência académica, mas também acedam ou aprofundem as explicações culturais de práticas contextualizadas.

⁴⁷ No original em Inglês a expressão é *cultural border crossings* (Aikenhead, 1999). No âmbito deste estudo, a expressão “cruzamento de fronteiras culturais” será utilizada como sinónimo de “encontros culturais” ou “entrecruzamentos culturais”, dado que o conceito de cultura adotado não considera a existência de fronteiras estáticas, mas antes uma fluência no contacto entre culturas.

As estratégias que encontram na sala de aula uma zona de negociação para fazer circular o conhecimento, colocando em ação o diálogo intercultural, vão ao encontro das recomendações da UNESCO para aproximar culturas (Saillant, 2017).

Contributos da educação científica para a cidadania autónoma

O conceito de cidadania é historicamente situado e evolutivo, pelo que é importante que seja clarificada a noção de cidadania que se adequa a uma perspetiva de ciência como cultura. Associando a evolução do conceito à luz da consagração dos direitos humanos, destacam-se três formas de cidadania: i) a cidadania civil, associada a direitos de primeira geração relativos a direitos civis e políticos da humanidade; ii) a cidadania social, na qual se enquadram o direito à igualdade e acesso a educação, saúde, bem-estar, habitação, segurança e qualidade de vida, estando associada aos valores sociais e económicos da humanidade, consagrados na designada segunda geração de direitos e iii) a cidadania liberal, na qual o indivíduo é soberano para exercer os direitos individuais e intransmissíveis, aos quais deve dar retorno com deveres políticos como pagar impostos, votar e obedecer à lei e que consolida os valores universais de liberdade, igualdade e justiça social (M. Santos, 2005). Esta autora aponta para uma cidadania apoiada nos valores de terceira e quarta geração, como sendo consonante com uma visão da ciência como cultura. Uma cidadania atenta à multi, inter e transculturalidade, à transnacionalidade e à justiça cognitiva, a fenómenos de fragmentação, bem como a fenómenos de globalização. Um conceito diferenciado que valoriza o “conhecimento emancipação” (p. 142), no sentido de cada cidadão estar munido de conhecimento que lhe permita atribuir sentido à sua participação informada no processo e tomada de decisões.

Esta perspetiva coaduna-se com a visão da UNESCO para o ensino das ciências, matemática incluída, no sentido “que este possa proporcionar conhecimentos científicos necessários para a tomada de decisões por cada cidadão, em questões que se prendem com o seu quotidiano e para que possam atuar como protagonistas de um desenvolvimento sustentável” (Comissão Nacional da UNESCO em Portugal [CNU], 2015).

Para isso, M. Santos (2005) sugere reposicionar o ser através do saber com base em aspetos cognitivos e culturais, nomeadamente promover o acesso ao conhecimento científico e tecnológico, em relações de cooperação e interativas entre conhecimentos, e estimular mecanismos de combate a injustiças cognitivas. Ações que estão de acordo com a proposta pedagógica etnomatemática apresentada por D’Ambrósio (2016).

Outro aspeto a considerar na componente de autonomia é estimular o aprender a aprender, alinhado com o direito ao conhecimento, à comunicação e à aprendizagem ao longo da vida. Pressupostos que estão em concordância com recomendação da UNESCO para a finalidade de desenvolvimento de políticas de educação científica:

[visarem] sobretudo a inclusão social e a melhoria da qualidade da educação, de modo a contribuir para que crianças e jovens desenvolvam as competências, capacidades, atitudes e valores que lhes permitam aprender e continuar aprendendo, compreender, questionar, interagir, tomar decisões e transformar o mundo em que vivem (CNU, 2015).

Esta é uma cidadania orientada por valores éticos e de solidariedade i) com a geografia planetária, criando formas de colaboração e apoio a países e comunidades em diferentes regiões do planeta; ii) com o tempo cronológico, precavendo a sustentabilidade para gerações futuras; iii) com a transculturalidade, no sentido de lidar com a diversidade cultural e iv) com as espécies, alargando os direitos a toda a biodiversidade.

Em síntese, a educação científica, tendo como requisito a ciência como cultura, estabelece pontes culturais entre a comunidade científica e o cidadão comum, reforçando as componentes formativa e cultural – educação *pela* ciência e *sobre* a ciência – a par da educação *em* ciência. Esta articula-se com a cultura científica ao interligar as diferentes dimensões da cultura e assumir variações de apropriação do conhecimento científico, relevando relações entre ciência e outros tipos de conhecimento culturalmente contextualizado. Nesta perspetiva, o conhecimento plural assume-se como emancipatório para o exercício pleno de cidadania.

O papel da educação na promoção de cultura científica

A cultura científica é um dos conceitos utilizados para expressar relações entre os indivíduos e a ciência, a par de outros (por exemplo, literacia científica, alfabetização científica, compreensão pública da ciência, envolvimento do público com a ciência, comunicação pública de ciência). Tal reforça a responsabilidade de ser proporcionada uma oferta de oportunidades sociais que surge por meio de organizações e instituições com intervenção, entre outros, no âmbito da educação. No entanto, o desenvolvimento da dimensão científica da cultura para todos os cidadãos é um projeto social ambicioso que extravasa a escola, enquanto contexto de educação formal por excelência. Na verdade, os museus, os centros de ciência, os jardins, os parques ou os meios de comunicação social (os livros, a rádio, a televisão, as redes sociais) ou o seio familiar estão entre outros contextos, não formais e informais, propícios à educação, formal e não formal (Falk & Dierking, 2013; *National Research Council* [NRC], 2009; Osborne & Dillon, 2007; Rodrigues, 2011, 2016; UNESCO, 2006).

Dado os diferentes significados que a terminologia formal, não formal e informal pode ter na referência a processos de educação, ensino e aprendizagem, é feita uma breve clarificação do quadro de referência da sua utilização neste estudo, à luz do enquadramento conceptual apresentado por Rodrigues (2011, 2016). Por Educação entende-se o “processo através do qual indivíduos adquirem domínio e compreensão de certos conteúdos considerados valiosos” (Chaves, 2004), definição igualmente adotada por Rodrigues (2011, 2016). Na definição, a expressão *adquirir domínio* significa aprender, no sentido de ser capaz ou saber algo. No entanto, além do domínio é também referida a *compreensão*, que vai para além da socialização ou aculturação e remete para o conhecimento da razão de ser desses conteúdos, normas e valores que podem ser adotados ou aos quais podem ser apresentadas alternativas. A noção de *conteúdos* é utilizada no sentido amplo, abrangendo conhecimentos, capacidades e atitudes. Esta definição pressupõe algum relativismo, o que faz dela um conceito mais flexível e adaptável a diferentes contextos e sociedades, visto que a palavra *considerados* depende de quem define e onde são definidos os conhecimentos, capacidades

e atitudes. Além disso, o termo *valioso* deixa também em aberto a possibilidade de valores sociais e culturais serem considerados relevantes numa determinada cultura e não o serem noutra.

O ensino é um processo intencional, podendo ser de natureza formal, ou não formal no caso de não fazer parte de programas oficiais. Além disso, o ensino pode ser, ou não, educacional, consoante os conhecimentos, capacidades e atitudes em causa sejam, ou não, considerados valiosos.

Relativamente à aprendizagem, é um processo intrínseco ao indivíduo. Caracteriza-se por ser pessoal, contextualizada e decorrer ao longo de um período de tempo, isto é, pode não ser imediata (Rennie & Johnston, 2004; Stocklmayer et al., 2010). É variável quanto a intencionalidade, planificação e consciencialização e, tal como o ensino, pode ou não ser educacional. Além disso, pode ocorrer com ou sem ensino (autoaprendizagem) e em contextos formais, não formais ou informais.

A educação pode ser formal, não formal ou informal. A educação formal corresponde ao processo de aprendizagem de conhecimentos, capacidades e atitudes considerados valiosos, associada a processo de ensino ou autoaprendizagem, e que está subjacente a programas oficiais, visando uma graduação ou certificação. A educação não formal complementa a anterior e distingue-se dela por não estar, necessariamente, vinculada a programas oficiais e a obtenção de um grau ou certificação. Por sua vez, a educação informal não decorre de ações deliberadas de ensino, ocorrendo a aprendizagem de conhecimentos, capacidades e atitudes considerados valiosos por meio de um processo não intencional. Qualquer destes processos pode decorrer fora ou dentro da instituição Escola, o que evidencia a permeabilidade de fronteiras que delimitam a ação das instituições que contemplam a vertente educativa. A título de exemplo, as visitas de estudo que se enquadram na educação formal, mas que decorrem em contexto não formal, por exemplo num jardim botânico, ou em contexto informal, por exemplo num parque; ou as iniciativas de divulgação científica enquadradas na educação não formal, por exemplo, uma observação solar organizada por um centro de ciência ou uma exposição, mas que decorra dentro da escola, ou seja, em contexto formal (Rodrigues, 2011).

Um pouco por todo o mundo⁴⁸, os museus e centros de ciência e de história da ciência, na sua ação educativa não formal, dirigida a públicos de todas as idades, têm-se assumido como importantes instrumentos de promoção de cultura científica. Além destes, iniciativas desenvolvidas organizadas em aquários, jardins zoológicos e botânicos, museus especializados (em arte, território, ...), bibliotecas públicas, teatros, parques ambientais, planetários, entre outros, têm, igualmente, o

⁴⁸ Existem redes de trabalho agregadoras de instituições ativamente comprometidas com a promoção de cultura científica na sociedade, em todos os continentes. Alguns exemplos são o ECSITE (<https://www.ecsite.eu/>) na Europa; ASPAC (<https://www.aspacnet.org/>) no Pacífico asiático; ASTC (<https://www.astc.org/>) nos Estados Unidos da América; NCSM (<https://ncsm.gov.in/>) na Índia; Red Pop (<https://www.redpop.org/>) na América latina e Caribe; NAMES (<http://www.namesnetwork.org/en/home/index.aspx>) no norte de África e Médio Oriente e SAASTECH (<https://saastec.co.za/>) no sul de África.

intuito de contribuírem para a cultura científica dos cidadãos (Cachapuz, 2016; Delicado, 2006, 2013; Dierking, 2005; Falk & Dierking, 2019; Jacobucci, 2008; Lloyd et al., 2012; NRC, 2009).

A promoção de cultura científica nestes locais tem destacado pontos de convergência entre ações integradas de educação científica e de comunicação de ciência. Contudo, os propósitos que as motivam e a interpretação das relações dos públicos com a ciência são distintos. É diferente priorizar o (des)conhecimento científico, comportamentos e atitudes dos cidadãos perante a ciência ou o envolvimento⁴⁹ dos públicos com a ciência, seja ao nível da partilha ou da construção de conhecimento. Subjacente a estes enfoques estão diferentes modelos de comunicação e educacionais que privilegiam: a transmissão de informação, incidindo no conhecimento de conceitos científicos e na credibilização da ciência; o diálogo, valorizando a diversidade e a integração de conhecimentos ou a participação dos indivíduos em processos relacionados com ciência, com base na definição de uma agenda conjunta da dimensão científica da cultura, conjugando interesses de diferentes comunidades, questões políticas, sociais e éticas. Cada um deles assenta em políticas com prevalência distinta de aspetos económicos, políticos, sociais e/ou culturais. Por exemplo, a justificação económica prioriza a formação de cientistas numa sociedade impregnada de científica e tecnológica e a resposta social releva a ciência para o exercício de uma cidadania ativa e crítica. A última é consistente com o estabelecimento de pontes entre o cidadão comum e a ciência, geradoras da construção de uma cidadania responsável e autónoma, previsto pela perspetiva de ciência como cultura.

Ainda que a cultura científica seja apenas uma dimensão da vida intelectual, social e cultural, o estabelecimento da ciência na sociedade pressupõe uma aproximação mútua entre a ciência e o cidadão. Na aproximação da ciência ao cidadão ou, segundo M. Santos (2005), na “civilização” (p. 145) da ciência, cabe uma ciência que tem em conta o contexto onde os problemas são gerados, que valoriza conhecimentos empíricos dos indivíduos e entrelaça conhecimentos e práticas científicas com conhecimentos e práticas não científicas, mas também uma ciência que equilibra a capacidade de agir com a capacidade de prever. Por sua vez, aproximar o cidadão da ciência, ou “cientifização” (p.152) da cidadania, consiste na fundamentação de tomada de decisão e exercício de cidadania considerando o conhecimento. A exploração de aproximação em ambos os sentidos coaduna-se com abordagens que se enquadram com propósitos de educação científica, de comunicação de ciência ou na complementaridade entre ambas, propiciando experiências que se adequem às perspetivas dos cidadãos, valorizando os seus conhecimentos e incitando o exercício

⁴⁹ O termo envolvimento (*engagement* em Inglês) tem diferentes significados, do ponto de vista da educação não formal ou da comunicação de ciência (Lewenstein, 2015). No primeiro caso está relacionado com a participação ativa do indivíduo nas experiências de cariz não formal e nos processos de mudança concetual e atitudinal que conduzem a aprendizagem (Rennie & Johnston, 2004; Rodrigues, 2016; Stocklmayer et al., 2010), enquanto que no segundo caso se refere-se às ações e atitudes quer dos produtores de conhecimento, quer dos públicos, que podem ou não coincidir com os primeiros (Bucchi & Trench, 2014). Neste estudo é utilizado o significado utilizado pela educação científica não formal, a menos que haja alguma referência explícita em contrário.

de uma cidadania responsável e autónoma (Acevedo, 2004; Aikenhead, 2009; Cachapuz, 2016; Gago, 1992; Gondwe & Longnecker, 2015; Lee et al., 2013; Reis, 2013).

As relações entre ciência e sociedade, propiciadas no âmbito da educação científica, atribuem significado ao conhecimento científico entrelaçado com outras dimensões da cultura e, nesse sentido, contribuem para desenvolver a cultura científica dos indivíduos (Aikenhead, 2009; M. Santos, 2009). Tal conhecimento plural, por sua vez, constitui-se como uma ferramenta geradora de cidadania autónoma por parte do indivíduo (M. Santos, 2005, 2011; UNESCO, 2005a, 2005b, 2010).

Perspetivas integradas de educação científica

A educação científica pressupõe aprender ciências no âmbito da educação formal, não formal e informal e em contextos não formais, formais e informais (Lloyd et al., 2012; Martins, 2019; Nogueira, 2014; NRC, 2009; Osborne & Dillon, 2007, 2008; Rocards et al., 2007; UNESCO, 2005a). Por um lado, a consciência de que esta começa antes da chegada da criança à escola é o que justifica o seu ensino desde a primeira infância. Aprender ciências nos primeiros anos de escolaridade estimula, entre outros, o estabelecimento de bases para o desenvolvimento de uma cultura científica e a consciencialização de aprender a aprender (Harlen, 2018). Por outro lado, os conhecimentos e as representações sociais fazem parte da bagagem experiencial do indivíduo, apreendidos antes, durante e depois da formação académica. Como tal, estes devem ser intencionalmente considerados e integrados na organização do ensino e das experiências de aprendizagens a serem proporcionadas na educação ao longo da vida. A título de exemplo, refere-se o estudo de Carraher et al. (1993), que evidenciou como o conhecimento, capacidades e atitudes relacionados com matemática fazem parte da cultura de qualquer indivíduo, mas que nem todos estão em igualdade de oportunidades de os mobilizar. Em particular, a situação que é explorada no mencionado estudo revelou um superior desempenho dos alunos na resolução de problemas relacionados com matemática em contexto informal do quotidiano, do que em contexto de sala de aula, na resolução de problemas matematicamente equivalentes.

Finalmente, as experiências de aprendizagem que combinam os vários contextos têm sugerido melhoria da qualidade da aprendizagem e um ensino mais eficaz. É por isso que a complementaridade entre contextos formais, não formais e informais de educação científica é uma recomendação presente em diversos estudos (Dierking, 2005; Falk & Dierking, 2013, 2019; Gago, 1992; Rennie & Johnston, 2004; Stocklmayer et al., 2010).

Perspetivas integradas da organização do ensino científico

A educação em ciência, sobre ciência e pela ciência deve estar planeada e articulada na organização do ensino prevendo a articulação entre componentes, dos contextos e das vertentes de educação (Cachapuz et al., 2004; Martins, 2019; Rennie & Johnston, 2004; Rodrigues, 2005, 2011; M. Santos, 2001). Segundo Rennie e Johnston (2004), a influência que os ambientes desempenham no desenvolvimento das aprendizagens justifica a diversidade e integração de contextos no ensino das

ciências. Uma diversidade que requer uma minuciosa seleção e exploração dos contextos, atendendo a critérios de relevância, realismo e de conexões com conhecimentos prévios, como é, aliás, defendido em orientações para a organização do ensino das ciências baseado em contextos e nas quais se preconiza uma visão integradora de contextos formais, não formais e informais (Gilbert, 2014; Osborne & Dillon, 2007; Martins, 2015, 2016; Rodrigues, 2011; Tan, 2020).

Cachapuz et al. (2004) sugerem três orientações, como quadro de referência para o ensino das ciências, cada uma associada a uma dimensão, as quais, desejavelmente, interagem harmoniosamente. São elas: i) a dimensão epistemológica com orientação pós-positivista da ciência, discutida, parcialmente, na subsecção *educação científica para todos*; ii) a dimensão do currículo assente na dimensão contextualizada da ciência, ou seja, no ensino das ciências baseado em contextos, como referido anteriormente e iii) a dimensão da aprendizagem de orientação socioconstrutivista. Ou seja, um entendimento de aprendizagem como um processo de interação social e culturalmente mediado, atento a práticas socioculturais e contextos nos quais se desenvolve.

Neste quadro de referência, Martins (2019) fundamenta o ensino das ciências, preconizando a articulação entre o formal e não formal, em nove orientações: i) como um dos pilares da cultura no mundo moderno; ii) para o dia a dia; iii) como forma de interpretar o mundo; iv) para a cidadania; v) para a compreensão de notícias, relatórios, debates com divulgação pública; vi) para compreender a inter-relação com a tecnologia; vii) para melhorar a atitude face à ciência; viii) por razões estéticas e ix) para preparar escolhas profissionais.

Por sua vez, Rodrigues (2011, 2016) concretiza uma perspectiva inovadora para a organização do ensino das ciências que tem por base a integração do formal e não formal, quer em termos de vertentes de educação, quer de contextos onde se desenvolvem as experiências de aprendizagem. Como produto da investigação de Rodrigues (2011), foi desenvolvido o conceito de Centro Integrado de Educação em Ciências, composto por um laboratório de apoio à educação formal e um centro interativo de ciência de suporte à educação não formal, dentro de uma escola, e ambas as infraestruturas estão inseridas numa comunidade em coexistência com outras instituições. São doze as dimensões que serviram de alicerce à conceptualização deste Centro. Prevendo a sua aplicação ao desenvolvimento de formatos, projetos ou práticas similares, enuncia-se tais dimensões que preveem a integração:

- i) dos conceitos e fenómenos científicos com a realidade local. Significa que o contexto local é um ponto de partida e o produto final é parte desse contexto e da comunidade, constituindo-se como um núcleo de divulgação científica à comunidade. Esta dimensão potencializa, a indivíduos que conhecem o contexto local, a exploração de conceitos e fenómenos científicos contextualizados na sua cultura e, para indivíduos que não o conhecem, essa exploração é complementada com a oportunidade de conhecimento do local, com seus significados históricos, culturais e sociais;
- ii) das aprendizagens desenvolvidas em contexto formal, não formal e informal;
- iii) das atividades desenvolvidas nos diferentes contextos;

- iv) com outros espaços de educação não formal existentes na comunidade;
- v) da educação científica ao longo da vida dos indivíduos, ou seja, antes, durante e depois da formação acadêmica;
- vi) intergeracional, isto é, a partilha de experiências com especialistas de diferentes áreas de saber de gerações distintas presentes na comunidade, por exemplo envolvendo avós, pais e filhos;
- vii) interciclos, que contempla interação entre alunos de ciclos distintos ou entre indivíduos com o mesmo nível etário;
- viii) multi, inter e transdisciplinar, com base em tarefas ou projetos que explorem uma abordagem holística dos fenómenos, considerando múltiplas perspetivas que podem extravasar as tradicionais disciplinas presentes no currículo escolar, por exemplo, histórica, artística, geográfica, matemática, física, ambiental, biológica, química, geológica, sociológica, antropológica, tecnológica, literária;
- ix) na formação contínua de professores, numa perspetiva de educação integrada entre os processos de ensino, aprendizagem e avaliação, em particular das ciências, nos diferentes contextos formais, não formais e informais;
- x) com a investigação, no sentido em que as ações podem ser produto de investigação, mas também objeto de investigação no sentido de existir uma monitorização que informe possíveis melhorias;
- xi) a nível de projetos com instituições nacionais e estrangeiras, ou seja, protocolar colaborações com instituições no sentido de serem desenvolvidos projetos integradores em parceria e
- xii) entre todos os participantes em processos de coconstrução e coprodução, por exemplo alunos, professores, monitores, académicos, decisores políticos, parceiros, potenciais utilizadores.

As atividades de ensino organizadas de forma consistente com estas dimensões dão origem às designadas “Práticas Integradas de Educação em Ciências” (Rodrigues et al., 2015). Estas podem ser consideradas como um conceito didático. Neste âmbito, Rodrigues e João (2016) destacam a orientação “Ciência-Tecnologia-Sociedade” (CTS) como potencialmente adequada a integrar diferentes dimensões, em particular: abordagens holísticas de fenómenos, potenciando a inter, multi e transdisciplinaridade e atividades desenvolvidas em diferentes contextos.

Outras dimensões podem, porém, ser interrelacionadas. Por exemplo, M. Santos (2005, 2014) destaca como o cariz CTS pode ser colocado ao serviço da ciência para o desenvolvimento de uma sociedade integradora do cidadão. Outras características que, em conformidade, se destacam nesta abordagem são: a contextualização social e tecnológica do conhecimento científico; a familiarização com procedimentos de acesso, interpretação, análise, avaliação, comunicação e utilização de informação científica e tecnológica relevante; a relevância de valores éticos e sociais na tomada de decisões, assim como o papel humanístico e cultural da ciência e tecnologia (Acevedo, 2004; Chrispino, 2017; Martins, 2020). O foco humanista desta é a utilidade prática, os

valores humanos na ligação com problemas sociais e culturais numa abordagem inclusiva da ciência (Aikenhead, 2009, 2014; Paixão, 2007; M. Santos, 2005).

Como resultado das interações CTS, podem-se explorar controvérsias sociocientíficas⁵⁰ (Reis, 2013; Zeidler et al., 2019). A sua implementação é, no entanto, exigente do ponto de vista do professor, pelo que a formação surge como uma ferramenta crucial para promover uma visão holística dos alunos, das práticas, da didática, do currículo e de educação (Martins, 2016, 2020; Reis, 2013; Rodrigues, 2005, 2011; Rodrigues & João, 2016).

A perspetiva CTS no ensino das ciências tem sido experimentada um pouco por todo o mundo e proporciona múltiplas visões sobre o mundo natural, abrange interações entre ciência e tecnologia ou entre ciência e sociedade ou ainda entre tecnologia e sociedade (Martins, 2020). Neste sentido, um maior número de indivíduos tem oportunidade de se apropriar de representações da ciência, no entanto, para indivíduos cujas mundivisões sejam discordantes da ciência, a educação científica continua a não estabelecer a ponte no seu contexto cultural (Aikenhead, 2009).

Assim, esta é uma a par de outras perspetivas integradas do ensino das ciências, como, por exemplo, o STEM/STEAM⁵¹, ou a integração de episódios de história das ciências (Bang et al., 2010; Civil, 2016; Kim & Irving, 2010; NRC, 2015; Paixão, 2019; Quigley et al., 2017; Tan, 2020; Yakman, 2008; Zeidler, 2016). As abordagens STEM/STEAM estão para além de uma visão disciplinar ou multidisciplinar, dado que o conhecimento é considerado como um todo, isto é, de forma holística. Regra geral, têm por base a metodologia de projeto e envolvem equipas multidisciplinares de especialistas. Pela sua natureza, a integração de aprendizagens, atividades, contextos, fenómenos científicos e realidade local e a colaboração entre indivíduos de diferentes idades, gerações e instituições são apenas algumas das potencialidades que apresentam. No âmbito de abordagens STEM, o NCR (2015) propõe um modelo conceptual de ecossistema de aprendizagem para contextos não formais que promove conexões com informais e formais. No âmbito da educação não formal, Civil (2016) recorre a esta perspetiva para, num contexto informal, explorar diferentes formas de conhecimento, com incidência matemática, em práticas do dia-a-dia de comunidades não dominantes. Também Bang et al. (2010) utilizam-na para trabalhar com grupos não dominantes e evidenciam o papel das dinâmicas reais da investigação baseada nas comunidades.

Quanto à transição para STEAM, Zeidler (2016) argumenta que é a inclusão do “A” que lhe confere a natureza situacional dos contextos e a contextualização das questões científicas baseada na responsabilidade social e ética. Esta abordagem acresce à primeira uma visão externa às ciências, holística de um modelo sociocultural que conduz à aprendizagem das ciências ao longo da vida (Yakman, 2008; Zeidler, 2016). A problematização é contextualizada na realidade, sendo analisada,

⁵⁰ Controvérsias sociocientíficas são assuntos suscitados por interações entre ciência, tecnologia e sociedade que geram polémica ou tensões sociais por não serem consensuais e assentarem em possíveis soluções incompatíveis (Reis, 2013). Este conceito está integrado num outro mais abrangente: questões sociocientíficas, tradução de *Socioscientific Issues* (SSI sigla em inglês).

⁵¹ Ciência, Tecnologia, Engenharia, Artes e Matemática (STEAM sigla em Inglês de *Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics* ou STEM, se não for considerada a dimensão humanística).

e a solução apresentada surge de uma abordagem colaborativa e não definitiva, à luz dos vários saberes que envolvem a sua resolução, de valores sociais e éticos culturalmente contextualizados. A perspectiva STEAM pode ser igualmente adequada ao ensino formal. Quigley et al. (2017) desenvolveram um modelo conceptual nesse sentido, alertando que a exigência desta metodologia deve estar limitada a momentos específicos da aula, ou seja, não se pressupõe a sua utilização todos os dias durante a totalidade das aulas.

Por sua vez, os episódios da história das ciências baseiam-se em situações problemáticas e contextualizadas com interesse para os alunos, cuja resolução envolve a aprendizagem de conceitos e/ou procedimentos promotores de atitudes positivas face à ciência. O questionamento da natureza da ciência, a discussão acerca da pluralidade de práticas e metodologias científicas e contextos de produção da ciência, interações entre ciência e sociedade, bem como o entendimento da ciência como um empreendimento humano são potencialidades sugeridas por esta abordagem (Kim & Irving, 2010; Martins & Paixão, 2011; Paixão, 2019) que se coadunam com as dimensões de integração perspectivadas.

As abordagens descritas problematizam as interações entre o contexto e a ciência, atentas à sociedade em que se inserem, e apresentam possibilidades de interligar diferentes dimensões de integração. Podem desenvolver-se no âmbito da educação formal ou não formal ou na sua articulação e ser dirigidas a diferentes segmentos de públicos, incluindo os escolares ou grupos sub-representados na sociedade. Pelo exposto, constituem perspectivas integradas de organização do ensino, mas também, pela relevância que atribuem a aspetos sociais e culturais, enquadram-se em perspectivas socioculturais de educação científica.

Resumindo, perspetivar a complementaridade entre a educação não formal e a educação formal requer a articulação entre as diferentes componentes de educação científica e a educação informal. As dimensões de integração sugeridas por Rodrigues (2011, 2016) concretizam uma possibilidade de perspectiva integrada do formal e não formal no ensino científico e apresentam potencial para ser implementadas na conceptualização de instituições, projeto ou práticas de organização do ensino. Em particular, as orientações CTS, STEM, STEAM e os episódios de história da ciência enquadram-se nesta perspetiva. Além disso, estas abordagens constituem-se como estratégias de aproximação do cidadão à ciência e, conseqüentemente, um caminho para valorizar a cultura científica (Acevedo, 2004; Aikenhead, 2009; Lee et al., 2013; Martins, 2016, 2020; Reis, 2013).

Características da educação científica não formal

Os ambientes de educação não formal apresentam características específicas que influenciam a experiência vivenciada por cada um. Em particular, mais ou menos explicitamente, desenvolvem conexões entre tópicos relacionados com ciência e elementos culturalmente contextualizados e, desta forma, podem contribuir para que cada um reconheça e valorize a(s) sua(s) cultura(s) e a dos outros (Falk & Dierking, 2013; Gondwe & Longnecker, 2015; NRC, 2009). Uma característica distintiva dos contextos de educação científica não formal é proporcionar a aprendizagem por livre

escolha⁵². Ou seja, o indivíduo escolhe e controla quando e o que quer experienciar, bem como o quanto quer aprender dessa experiência. No entanto, este conceito baseia-se num certo relativismo, visto que o que é considerado como uma situação de livre escolha para um pode ser entendida por outro como obrigatória (Dierking, 2005; Falk & Dierking, 2019). A este propósito, Reis (2006) enfatiza a autonomia na gestão de tais situações, no sentido de irem ao encontro de interesses, ritmos e estilos de aprendizagem do visitante⁵³, bem como alargarem a possibilidade do mesmo interagir com amigos ou familiares.

Stockmayer et al. (2010) agrupam quatro conjuntos, referentes a características dos contextos de educação não formal, que consideram promotores de envolvimento dos públicos. São eles:

- i) afetivos – escolha livre, orientado internamente e desafiador, encorajador de deleite, admiração e respeito pela descoberta, divertido, interessante e agradável;
- ii) relacionados com a aprendizagem em ciência – holístico, conhecimento transferível, poderoso e útil, forte ênfase nas narrativas, encorajador de atribuição de significado pessoal, apresenta a ciência sem jargões e de voz ativa;
- iii) relacionados com a aprendizagem sobre ciência – facilitador de interação social e comunitária, apresenta a ciência como atividade humana, confusa, exploratória e relativa a problemas reais e atuais e
- iv) relacionados com o fazer ciência – facilitador da aprendizagem científica baseada em *inquiry*, envolvimento em projetos reais com resultados aplicáveis e contextualizados.

Na convergência destas características com a comunicação de ciência, Stockmayer e Rennie (2017) relacionaram-nas com três modelos de comunicação considerados por Trench (2008). Desta correlação, não isenta de sobreposições, por um lado, destacou-se a proximidade do modelo de comunicação num único sentido, com prevalência das características das três primeiras categorias que apelam a uma motivação extrínseca e à difusão do conhecimento (por exemplo, desafiador, encorajador, interessante, forte ênfase em narrativas). Por outro lado, os modelos de comunicação, baseados em diálogo e coprodução de conhecimento, parecem estar adequados aos fatores que privilegiam os níveis mais profundos e prolongados de envolvimento dos públicos e são transversais às quatro categorias (por exemplo, escolha livre, holístico, facilitador de aspetos relacionados com o aprender sobre e fazer ciência).

Estas características estão relacionadas com a oferta, organização e preparação de atividades disponibilizadas e têm implicações na comunicação e nas características das aprendizagens que se desenvolvem nestes ambientes.

⁵² Tradução do Inglês de *free-choice learning*.

⁵³ O “visitante”, na experiência de educação não formal, é sinónimo de “utilizador” do espaço ou dos recursos e é equivalente à figura do “aluno”, na linguagem utilizada no âmbito da educação formal. Ambas as expressões estão incluídas em outras mais gerais, como “cidadão”, “indivíduo” ou “públicos”.

Oferta de educação científica não formal

Ao longo do tempo, a oferta educativa dos espaços dedicados à educação não formal, regra geral da responsabilidade dos respetivos serviços educativos, tem vindo a ser ampliada e diversificada como resposta às orientações, em prol da promoção de cultura científica, que têm surgido da investigação, entre outras, nas áreas de estudos sociais da ciência, da comunicação de ciência e de educação científica não formal. Alguns exemplos de formatos são: exposições, (ciclos de) palestras, debates, ateliers ou oficinas pedagógicas, jogos, concursos, participação em projetos, nacionais e internacionais, de ensino não formal das ciências, dias abertos, semana da ciência, saídas de campo, trilhos, noites no museu, feiras, celebração de efemérides ou dias especiais (Delicado, 2013; Falk & Dierking, 2013; NRC, 2009; Nogueira, 2014). Ainda neste âmbito, Paixão e Jorge (2015) destacam a componente cultural que estes ambientes podem aliar à componente educativa e sugerem o potencial de recorrer à exploração de patrimónios culturais e naturais, com vista à sua preservação sob múltiplas perspetivas.

Desde 2020, como forma de adaptação à situação de pandemia originada pelo COVID-19, a oferta em espaços físicos tem dado origem a formatos digitais. Essa adaptação continua a decorrer em simultâneo e como resultado de estudos que pretendem compreender quais são as atividades adequadas a tal situação e as respetivas potencialidades que apresentam no envolvimento dos públicos com a ciência⁵⁴.

Oferta de educação não formal com incidência matemática

A incidência matemática da oferta de educação científica em contexto não formal parece não ser uma aposta consistente (Hansen, 2012; Nogueira, 2014; Pattison et al., 2017). Tal pode estar relacionado com a imagem da matemática nas sociedades em geral e, em particular, no Ocidente. Por um lado, a relação entre os públicos e a matemática é crítica por lhe estar associada uma conotação pouco apelativa, nomeadamente o elitismo na acessibilidade e a elevada complexidade enquanto campo de conhecimento (D’Ambrósio, 1983; Damerow et al., 1984; Davis & Hersh, 1995; Devlin, 2002; Gerdes, 1997, 2012b; Keitel & Vithal, 2008). Por outro, a fragilidade do conhecimento em, sobre e pela matemática, no cenário da cultura de um cidadão, é socialmente aceite.

Ainda assim, no que respeita a instituições de educação não formal dedicadas à matemática, Nogueira (2014) identifica, à escala global, essencialmente, museus interativos de matemática dispersos e com predominância europeia, num total de vinte e dois, distribuídos pela Europa (19), Ásia (2) e Estados Unidos da América (1). Um levantamento não exaustivo dedicado ao tema no

⁵⁴ Exemplos de iniciativas, uma sediada na Europa e outra nos Estados Unidos da América, a decorrer no sentido de responder junto da comunidade de educação não formal: <https://www.ecsite.eu/activities-and-services/news-and-publications/informal-science-learning-times-covid-19> e de atividades virtuais para o envolvimento na ciência, promovidas nos Estados Unidos da América, China, Israel, Portugal e Reino Unido: <https://www.astc.org/coronavirus/educationalresources/>.

*website Welcome to WikiMathCom*⁵⁵ regista cinquenta e quatro museus, galerias ou exposições permanentes de matemática, distribuídos pela Europa (42), América (6) e Ásia (6). Entenda-se aqui museu no sentido lato de infraestrutura de educação não formal, neste caso, temática. Já as galerias e exposições permanentes estão incluídas em instituições mais genéricas.

Desde o ano 2000, destacam-se outras três iniciativas à escala global, sob a égide da UNESCO e com participação ativa da IMU, que pretende(ra)m contribuir para uma imagem da matemática mais humanizada e integrada na sociedade. A primeira, o Ano Mundial da Matemática, decorreu no ano 2000 e foi impulsionadora para despertar, na comunidade de matemáticos, a relevância de fazer chegar a matemática ao cidadão comum (Chaleyat-Maurel, 2012). Alguns exemplos de iniciativas que, a partir de então, foram gradualmente promovidas em diferentes países, principalmente na Europa, são: exposições, concursos, competições, conferências, palestras, oficinas, posters, livros de divulgação científica (Chaleyat-Maurel, 2012; Omar, 2012; Zeigler & Vogt, 2012). A este propósito, referir a organização não governamental alemã IMAGINARY, dedicada à comunicação da matemática, que desde 2008 (Ano da Matemática na Alemanha) produz e disponibiliza numa plataforma recursos digitais, interativos e abertos (Matt, 2012). Zeigler e Vogt (2012) referem a importância de ações nacionais e internacionais para despoletar a profissionalização da comunicação em matemática, referindo o seu impacto na Alemanha.

A segunda, o Ano Internacional da Matemática do Planeta Terra⁵⁶, decorreu em 2013 e teve como principal propósito reunir instituições relacionadas com matemática, para promover atividades dirigidas ao público em geral, focadas na centralidade da matemática e na resolução de questões globais que afetam a vida de todos. Entre outros resultados, a exposição virtual de módulos, produzidos num concurso em 2013 e em 2017, foi um formato que apelou à colaboração entre instituições científicas⁵⁷. Os módulos da exposição, em formato de módulos interativos, filme, poster ou instruções para a realização de um módulo físico, foram reproduzidos em diversos países e continuam disponíveis na plataforma IMAGINARY.

Mais recentemente, em 2020, foi estabelecido o Dia Internacional da Matemática⁵⁸ com o intuito de promover relações entre a comunidade científica e o cidadão comum, em iniciativas que pretendem celebrar a matemática nas suas diferentes formas, incluindo o maior número de pessoas possível. Os temas de 2020 e 2021 foram, respetivamente, “a matemática está em toda a parte” e “matemática para um mundo melhor”. Devido à situação pandémica, os formatos das iniciativas assumiram, essencialmente, um formato digital.

Outra iniciativa, independente das três mencionadas anteriormente, mas que, especificamente na Europa, tem sido uma aposta, são os trilhos matemáticos digitais. Este formato, disponível numa

⁵⁵ *Welcome to WikiMathCom* é uma wiki apoiada pelo IMAGINARY e que pertence a toda a comunidade de divulgação matemática. Tem uma página dedicada aos Math Museums https://www.mathcom.wiki/index.php?title=Math_Museums

⁵⁶ <https://www.mpe2013.org/>

⁵⁷ <https://www.imaginary.org/exhibition/mathematics-of-planet-earth>

⁵⁸ <https://www.idm314.org/>

aplicação de *smartphone*, combina propósitos de educação e divulgação matemática e tem merecido destaque por combinar igualmente potencialidade física e virtual, esta última introduzida como resposta à pandemia Covid-19⁵⁹ (Cahyono & Ludwig, 2019; Gurjanow et al., 2020).

De uma maneira geral, os propósitos e tipo de iniciativas relacionadas com a educação não formal em matemática têm revelado uma alteração no modo de comunicar e de promover uma educação matemática para todos os cidadãos. Nomeadamente, as relações entre a matemática e sociedade, bem como o suporte da tecnologia para o desenvolvimento das iniciativas são duas tendências de promoção do envolvimento dos públicos com a ciência, em particular com a matemática, consistentes com as abordagens CTS e STEM/STEAM, mencionadas anteriormente.

Características e implicações da aprendizagem em estudos sobre educação não formal

Quando, após uma experiência de educação não formal, um indivíduo sai com mais perguntas do que quando entrou, significa que alguma coisa mudou no indivíduo e, por isso, esse local ou recurso educativo que a propiciou cumpriu o seu papel (Falk & Dierking, 2013; Wagensberg, 2001). No entanto, compreender qualquer diferença proporcionada por essa experiência e as consequências dessa mudança na vida de um indivíduo é um desafio extremamente exigente (Falk & Dierking, 2013; Osborne & Dillon, 2007; Rennie & Johnston, 2004; Stockmayer et al., 2010).

Com base nas características de aprendizagem⁶⁰ no âmbito da educação não formal, Rennie e Johnston (2004) propõem três características da aprendizagem que consideram serem cruciais para compreender o impacto da experiência em museus⁶¹, na vida das pessoas: ser pessoal, estar contextualizada e requerer tempo. A primeira, pessoal, refere-se ao envolvimento do indivíduo, nomeadamente pela relação que estabelece com os objetos que estão disponíveis na experiência. Estar contextualizada, no sentido em que decorre em algum local e depende de aspetos desse envolvimento físico em interação ou outros pessoais e socioculturais (Falk & Dierking, 2000, 2013, 2019). Importa também reforçar a aprendizagem baseada em contextos, que é uma atual orientação

⁵⁹ Ambos projetos MOMATRE (<http://momatre.eu/>) e MaSCE3 (<http://masce.eu/>) estão na base da consolidação, divulgação e implementação do MathCityMap (<https://mathcitymap.eu/>) e são cofinanciados pela União Europeia. Ainda que uma das características dos trilhos físicos seja a necessidade de presença no local, o formato foi adaptado para trilhos virtuais, tendo existido uma iniciativa nesse sentido para celebrar o Dia Internacional da Matemática em 2021: <https://mathcitymap.eu/en/2021-03-14-international-day-of-mathematics-with-mcmhome/>.

⁶⁰ A conceção de aprendizagem considerada por Rennie e Johnston (2004), à semelhança da considerada por Falk e Dierking (1992, 2013) para a conceptualização do modelo contextual de aprendizagem, está fundamentada na aprendizagem de orientação socioconstrutivista de acordo com os pressupostos já adotados neste estudo.

⁶¹ “Museu” é utilizado aqui, conforme definido por Falk e Dierking (2013), como um conceito transversal a diferentes instituições ou locais com propósitos de educação não formal, os quais os autores também designam de livre escolha (*free-choice*).

para a organização do ensino das ciências, já discutida anteriormente, e é aplicável no âmbito da educação formal e da educação não formal. Também requer tempo, isto é, aprender é uma mudança e as mudanças não são instantâneas. Aprender implica fazer conexões entre conhecimentos prévios e o novo conhecimento e isso requer tempo e reflexão. Uma experiência num contexto não formal transporta uma bagagem vivencial do indivíduo como base para a (des)construção de novas formas de compreender, pensar e agir. Conforme Falk e Dierking (2013, 2019) alertam, a aprendizagem, enquanto produto, associada a uma experiência de educação não formal pode tornar-se evidente depois de semanas, meses ou até anos.

Desta forma, as vivências dos visitantes e a conceptualização de experiências que integrem as especificidades de como ocorre e decorre a aprendizagem nestes ambientes têm sido alvo de investigação. Os resultados da investigação sugerem uma consensualidade alargada na comunidade de investigadores de educação não formal e comunicação de ciência, quanto aos benefícios dos museus de ciência no desenvolvimento de determinadas atitudes, nomeadamente estimular a curiosidade, aumentar a motivação e melhorar atitudes para com a ciência (Delicado, 2013; Falk & Dierking, 2013, 2019; Rodrigues, 2011, 2016; Stocklmayer et al., 2010). No entanto, estes benefícios não se colocam apenas ao nível do desenvolvimento de atitudes, visto que as mudanças que as experiências de cariz não formal proporcionam na vida dos indivíduos conduzem a aprendizagens em ciência e sobre ciência (Rennie & Johnston, 2004; Rodrigues, 2016; Stocklmayer et al., 2010; Stocklmayer & Rennie, 2017).

A livre escolha tem sido uma característica destes ambientes, sugerida como potenciadora de aprendizagem ao longo da vida, bem como de memórias duradouras e recuperáveis que se traduzem na apropriação da experiência não formal pelo indivíduo (Falk & Dierking, 2013, 2019). Também neste sentido, Rennie e Johnston (2004) sugerem a recuperação e aplicação de memórias de experiências de educação não formal em situações do quotidiano.

Neste âmbito, destaca-se o modelo contextual de aprendizagem e, em particular, os aspetos relacionados com a mediação e interatividade preconizadas em tais experiências.

Modelo contextual de aprendizagem

A experiência nos museus tem sido amplamente estudada por Falk e seus colaboradores ao longo das últimas três décadas (Dierking, 2005; Dierking & Falk, 1992; Falk & Dierking, 1992, 2000, 2013, 2019; Falk & Storksdieck, 2005). Estes autores têm vindo a refinar o modelo no qual defendem que a experiência vivida por um visitante num museu – experiência interativa – decorre da interação entre os contextos pessoal, sociocultural e físico, evidenciando a natureza multidimensional da aprendizagem. O contexto pessoal refere-se à unicidade da experiência e conhecimentos prévios do indivíduo. Rodrigues (2011) descreve-o como a bagagem que o indivíduo transporta consigo e que ativa processos cognitivos e psíquicos na dinâmica com a experiência museal. Por sua vez, o contexto sociocultural apresenta diferentes escalas nas quais interage, nomeadamente aquela que está subjacente ao espaço como instituição integrada numa sociedade e a que decorre ao nível da interação social que o museu proporciona ao indivíduo. Rodrigues (2011) associa este contexto aos processos sociais envolvidos na aprendizagem. Baseado

no mesmo pressuposto e acrescentando-lhe aspetos políticos, Alrø, Skovsmose e Valero (2009) apelam a uma interação entre os *backgrounds* e *foregrounds* no processo de aprendizagem. Finalmente, o contexto físico está relacionado com o ambiente envolvente e arquitetónico do local no qual, por opção normalmente do próprio, o visitante entra e se envolve.

Ainda que os diferentes contextos assumam um papel de complementaridade no modelo de interatividade, que mais tarde os autores passaram a designar por modelo contextual de aprendizagem (figura 1), em cada um deles são identificados fatores considerados chave, por influenciarem a forma como cada indivíduo vivencia e relaciona o contexto não formal, ao longo do tempo e, conseqüentemente, a aprendizagem (Dierking & Falk, 1992; Falk & Dierking, 1992, 2000, 2013). Falk e Dierking (2000) e Falk e Storksdieck (2005), identificam alguns desses fatores-chave:

- i) ao nível do contexto pessoal: motivações e expetativas, conhecimentos e experiências prévias, interesses e convicções prévias, liberdade e controlo da experiência;
- ii) no contexto sociocultural: experiência facilitada por outros e interação social em grupo e
- iii) relativamente ao contexto físico: orientação do espaço físico, organizadores prévios, arquitetura do espaço envolvente, design e informação, eventos e experiências subsequentes e afins.

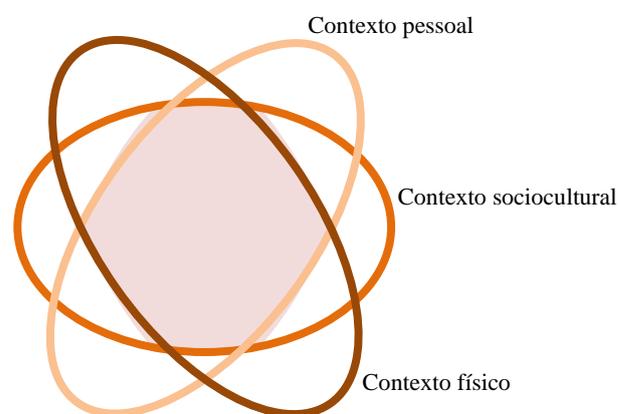


Figura 1 - Modelo contextual de aprendizagem. Adaptado de Falk e Dierking (1992, p. 5).

O fator tempo, acrescentado como a quarta dimensão ao modelo contextual por Falk e Dierking (2013) na experiência museal revisitada, justifica-se pelo facto deste não se cingir ao tempo de duração da visita, tendo repercussões a curto, médio e longo prazo, o que reforça a característica da aprendizagem requerer tempo. Uma visão mais prolongada da experiência permite potenciar o seu significado nos momentos antes, durante e após a visita. A conjugação destes fatores abre assim a possibilidade de ser perspectivada a interação com o passado, presente e futuro.

Este modelo assume uma perspetiva centrada no visitante e, por isso, na sua participação ativa, bem como o pressuposto de que a experiência vivenciada é contextualmente situada. Qualquer que seja o foco, este será filtrado pelo contexto pessoal, mediado pelo contexto sociocultural e embutido

num contexto físico. Desta forma, do ponto de vista de quem vivencia a experiência, a aprendizagem é voluntária e social e, por isso, resultado de uma vontade autónoma. A aprendizagem por livre escolha é, aliás, uma característica da educação não formal que emerge do modelo contextual de aprendizagem (Dierking, 2005; Falk & Dierking, 2019).

Mediação e interatividade

Decorrente do modelo contextual de aprendizagem, podemos identificar diferentes formas de interação que decorrem da experiência museal, nomeadamente: i) entre contextos (pessoal, sociocultural e físico, em particular); ii) entre períodos temporais (passado, presente e futuro); iii) entre visitantes; iv) entre o visitante e o mediador e v) entre este e o objeto. De uma maneira geral, tais interações referem-se à relação estabelecida entre o indivíduo e o museu, enquanto instituição. Segundo Rodrigues (2011), uma interação ocorre quando algo age sobre outro algo e o último faz alguma coisa que age sobre o primeiro. Ou seja, são ações recíprocas entre duas entidades que podem constituir-se como físicas (humanas ou não humanas) ou abstratas (por exemplo, passado e presente).

No sentido de potenciar a comunicação, existem formas de mediação. A comunicação pode ser facilitada, por exemplo, por meio de pessoas, de uma tarefa ou até de ferramentas digitais, ou seja, por componentes que integram o contexto sociocultural no qual a experiência decorre, fazendo uso, com frequência, da interatividade. O conceito de interatividade pressupõe interação e refere-se à capacidade das componentes incluídas no museu manterem resposta aos estímulos do visitante, promovendo novos estímulos, gerando uma continuidade de interações mais ou menos prolongada no tempo, mas que se distingue do processo de reação à ação, por não ser uma ação isolada.

No contexto de um museu, a interatividade é frequentemente associada à relação que se estabelece entre o público e o objeto (Falk & Dierking, 2013; Rodrigues, 2011, 2016; Wagensberg, 2001, 2005). Este último é uma das ferramentas que o museu utiliza para transmitir uma determinada mensagem, o qual pode estar munido de possibilidade de interagir com o indivíduo (Falk & Dierking, 2013). Wagensberg (2005) define um objeto real do ponto de vista museológico como algo que corresponde a 100% de realidade ou a um fragmento dela. Porém, este pode ter diferentes níveis de realidade, assumindo uma sua representação por processo de ampliação (por exemplo, um vírus) ou redução (por exemplo, uma maquete). Os dois últimos resultam muito bem quando o real está inacessível. Os objetos disponibilizados numa experiência museal são utilizados para estimular, com diferentes níveis, interatividade, isto é, geram distintas formas de resposta aos estímulos de um sujeito e estimulam-no, promovendo o envolvimento ativo e prolongado por parte deste.

Wagensberg (2001, 2005) define a interatividade como um diálogo entre o visitante e o objeto ou exposição, com ele mesmo ou com outros. O autor identifica três níveis de interatividade: sensorial ou *hands-on*; cognitiva ou *minds-on* e emocional ou *hearts-on*. Isto significa que a produção de objetos interativos, por exemplo módulos, no caso das exposições, pode considerar diferentes níveis de interatividade para que os mesmos, desejavelmente, se expressem de forma triplamente

interativa (Rodrigues, 2011, 2016). Segundo Wagensberg (2001), os níveis de interatividade podem ser hierarquicamente dimensionados, surgindo a sensorial como conveniente, a emocional como recomendável e a cognitiva como imprescindível.

A interação social que decorre durante experiência está relacionada com a mediação humana. Esta pode decorrer da conversação entre visitantes, por exemplo, pais e filhos ou amigos, ou entre estes e o mediador⁶². A interação com o mediador tem como propósito estimular a interatividade, desejavelmente multidimensionada, entre o museu e o indivíduo e desafiá-lo a envolver-se na experiência em causa (Rodrigues, 2016; Stone, 2016).

Do ponto de vista do mediador, a interação desta natureza proporciona uma possibilidade única de conhecimento do visitante, de personalização da ação, o que permite potenciar a adequação da conversa didática e a adaptação dos conceitos e procedimentos aos públicos. Na organização e na ação de envolver os públicos na experiência, espera-se que o mediador assegure recursos de mediação apropriados, adeque técnicas de comunicação, incentive a partilha e trabalho de grupo e compreenda os diferentes papéis que pode assumir, sujeitando-se à vontade de autonomia dos mesmos (Carletti, 2016; Katrikh, 2018; Stone, 2016). Por vezes, é a natureza das tarefas propostas que pode indiciar a necessidade da presença de um mediador. Outras, a interatividade com que os objetos se expressam poderá ser suficiente, independentemente do mediador estar ou não presente. A conceção de interatividade considerada admite que, para além de objetos que podem ter características que os tornem interativos, também outras situações que decorrem ao longo da experiência, relacionadas com aspetos emocionais e cognitivos, podem ser designadas de interativas (Massarani et al., 2019). Desta forma, a natureza da interatividade decorre dos cinco tipos de interação aqui considerados. Ainda assim, é o visitante que controla e decide o que pretende da experiência, pelo que, *a priori*, não se consegue garantir que qualquer interatividade, humana ou não, dê resposta a todas as questões.

Implicações na investigação

Em termos do impacte que as experiências de educação não formal representam na aprendizagem, Osborne e Dillon (2007) alertam para a dificuldade acrescida da sua avaliação em contextos não formais, relativamente aos formais, ainda que haja consensualidade quanto à importância da sua prática (Lloyd et al., 2012).

Quanto a práticas, segundo Souza et al. (2017), tendencialmente, a investigação aponta para a consideração tanto do impacte afetivo, emocional e social, como a apropriação de conhecimento que as experiências desencadeiam. Além disso, estes autores referem que a investigação, que integra métodos quantitativos e qualitativos de recolha de dados, sugere uma compreensão mais holística e inter-relacionada dos fatores relacionados com a aprendizagem, nomeadamente

⁶² Neste estudo, o indivíduo que interaja com os visitantes, com o intuito de potenciar a experiência do mesmo, é aqui designado por mediador (Katrikh, 2018). Além da interação com os públicos, é desejável que os mediadores desenvolvam outro tipo de competências ao nível do desenho de atividades, de gestão de projetos e de melhoria de conhecimento e capacidades (Stone, 2016), que não são aqui consideradas.

interesses, conhecimentos, opiniões e motivações, enquanto um processo e enquanto um produto. De facto, a especificidade da aprendizagem nestes ambientes tem implicações na forma como as experiências são estudadas. Neste âmbito, Rennie e Johnston (2004) alertam que é de evitar averiguar a influência da aprendizagem em fragmentos do conhecimento e propõem as seguintes orientações metodológicas e operacionais:

- i) envolver a participação direta do visitante, em detrimento de observação não participante na investigação;
- ii) considerar os resultados por múltiplas perspetivas, por exemplo, cognitiva, afetiva, social, cultural, ...;
- iii) desenhar a investigação tendo em conta a combinação de métodos qualitativos e quantitativos, coerente com perspetivas socioculturais que considerem os diferentes contextos do modelo de aprendizagem de Falk e Dierking (1992, 2013), sem escolarizar o conceito de aprendizagem e os procedimentos de investigação utilizados, uma vez que a investigação em educação científica continua a conceptualizar a aprendizagem adequada a contextos académicos (Falk & Dierking, 2019);
- iv) seleccionar indicadores de avaliação de impacte que considerem os contextos pessoal, social, cultural e físico (Falk & Dierking, 2000 e Falk & Storksdieck, 2005 apresentam indicadores mensuráveis neste âmbito), sem desvirtuar as características não formais dos ambientes em causa e
- v) não restringir a recolha de dados apenas ao momento da experiência, visto que a aprendizagem pode ocorrer posteriormente, sendo preferível estudos longitudinais.

Orientações para o desenho de contextos não formais de educação científica

O desenho de ambientes não formais de educação científica deve ser coerente com objetivos, incluindo de aprendizagem, bem definidos e quando pensados para a diversidade de públicos (abrangente em termos de idade, *backgrounds* e *foregrounds*), devem ser desenvolvidos baseados nas práticas culturais dos participantes, incluindo as experiências culturais comuns (NRC, 2009). O NRC (2009) aponta ainda outras recomendações para o desenho de contextos desta natureza, nomeadamente relevando a capacidade destes se expressarem interativamente, o que está de acordo com o conceito de museu total e dos níveis de interatividade sugeridos por Wagensberg (2001, 2005). Ao nível da conceptualização, e desde uma fase inicial, o NRC (2009) recomenda que os contextos não formais de educação estejam assentes em parcerias com educadores da comunidade e, quando possível, serem fundamentados em problemas e ideias científicas que tenham consequências para membros da comunidade. Isto está de acordo com dimensões de integração dos conceitos e fenómenos científicos com a realidade local e a integração com outros espaços de educação existentes na comunidade propostas por Rodrigues (2011, 2016).

Outra recomendação é a de proporcionar formas múltiplas de envolvimento dos visitantes com os conceitos, práticas ou fenómenos num determinado cenário, de promover múltiplos cenários de aprendizagem, coerentemente com os princípios do modelo contextual de aprendizagem de Falk e

Dierking (1992, 2013). Desta destaca-se a relevância do utilizador atribuir significado às experiências propiciadas pelos recursos. O seu estímulo, apoiado em conhecimentos, interesses e expectativas prévios, está previsto no contexto pessoal do modelo de aprendizagem considerado. Esta orientação converge igualmente para a integração das aprendizagens desenvolvidas em contexto formal, não formal e informal, entre as dimensões sugeridas por Rodrigues (2011, 2016). Também o apoio e o incentivo dos utilizadores prolongarem as suas aprendizagens ao longo do tempo, ou seja, para além da experiência no local, é consistente com a perspetiva de aprendizagem ao longo da vida (Falk & Dierking, 2019; Rodrigues, 2016; UNESCO, 2005b).

Finalmente, o NRC (2009) sugere desenvolver ferramentas e recursos educativos por meio de processos iterativos envolvendo, desejavelmente, utilizadores, educadores e especialistas em ciência, não descurando as ciências sociais e humanas. Tal é concordante com Cachapuz (2016) que remete para as experiências de sucesso de boa parte de programas de educação não formal, na península Ibérica, dependerem de parcerias entre investigadores e professores de diferentes níveis de ensino no desenho e desenvolvimento desses programas. Esta orientação vai também no sentido da integração entre todos os participantes em processos de coconstrução e coprodução sugerida por Rodrigues (2011). Neste âmbito, tem sido recomendado o recurso a metodologias participativas para a organização de ações ou definição de estratégias, nomeadamente recorrendo ao diálogo, nos dois sentidos, entre cientistas e cidadãos ou o envolvimento de cidadãos na tomada de decisões relativamente a questões científicas e tecnológicas (Bucchi & Trench, 2014; Cachapuz, 2016; Delicado, 2006, 2013; Ellenbogen, 2013; Lewenstein, 2015; Stockmayer & Rennie, 2017).

Ao longo deste capítulo foram discutidos os princípios, orientações e perspetivas nos quais assenta este estudo, nomeadamente na visão da uma educação de qualidade acessível a cada um, conjugada com os princípios de desenvolvimento sustentável e, mais especificamente, na educação científica numa perspetiva de ciência como cultura. Suportada numa conceção construtivista e sociocultural, foram identificadas as características que parecem mais propícias à aprendizagem em contexto não formal, nomeadamente ser pessoal, ser contextualizada e requerer tempo (Rennie & Johnston, 2004). Foram ainda referidos fatores destes contextos que contribuem para o envolvimento dos visitantes (Stockmayer et al., 2010), os quais evidenciam elementos das três componentes de educação científica (em, sobre e pela ciência). Estes e outros indicadores foram concretizados no modelo contextual de aprendizagem (Falk & Dierking, 1992, 2013) e em formas de mediação e interatividade que lhes podem estar subjacentes, assim como operacionalizados em orientações internacionais de educação científica não formal organizadas em NRC (2009). Assim, o desenho de recursos, bem como a consequente avaliação dos mesmos, deve seguir práticas e parâmetros que preconizem e expressem, tanto quanto possível, estas especificidades.

Fragilidades e recomendações

Quão inclusiva é a educação científica?

No sentido restrito, a educação científica associada ao ensino das ciências refere-se, principalmente, às ciências físicas e naturais, nomeadamente a biologia, geologia, física e química. No entanto, há abordagens em que se assiste a uma complementaridade com a matemática e, aí utilizam-se expressões como ciências e matemática, como está presente, por exemplo, na expressão STEM ou na complementaridade sugerida em UNESCO (2010, 2012). Numa outra perspetiva, a educação científica inclui também as ciências sociais e humanas, quebrando a rutura entre as duas culturas conforme Snow (2015) as denunciou, enquadrando-se aqui, por exemplo, uma abordagem STEAM. Apelar ao entrecruzamento entre a cultura científica e a cultura humanística está também associado ao questionamento do conhecimento interno ou externo às ciências. Este último caso corresponde a certas abordagens de orientação CTS. É nesta perspetiva que a incompletude de qualquer conhecimento é, pelo menos parcialmente, preenchida por um conhecimento plural que integre diferentes racionalidades e que é preconizada a transdisciplinaridade da cultura científica (Aikenhead, 2009; Cachapuz, 2016; Hurd, 1998; M. Santos, 2009, 2011; UNESCO, 2005a, 2005b). Assim, a educação científica que tem a cultura científica como propósito valoriza o conhecimento plural e, por isso, incide em diferentes áreas científicas, seja matemática, ciências naturais, matemática, sociais ou humanas.

A educação científica é mesmo para todos?

A educação científica está condicionada pelo contexto sociocultural no qual o indivíduo se insere, do seu meio familiar, da acessibilidade a informação, das características pessoais. Em particular, as experiências de educação informal e não formal de ciências são vivenciadas como únicas e o impacte que representam em cada um é distinto e caracteriza-se pelo desenvolvimento de diferentes competências, incluindo científicas. Desta forma, o ponto de partida para a educação científica formal difere de indivíduo para indivíduo e o ponto de chegada poderá ser igualmente distinto.

Segundo Aikenhead (2009), a mobilização das experiências entre contextos envolve entrecruzamentos culturais dentro de uma mesma sociedade, mas também entre sociedades. A interligação das dimensões da cultura, definidas por M. Santos (2009), reconhece a inclusão de conhecimentos de e sobre ciência na cultura do cidadão comum. No entanto, tal como sugerem Bang et al. (2010), quantos mais são os pontos de contacto com referenciais e estilos de vida globais dos públicos, mais culturalmente relevantes e inclusivas são as experiências de aprendizagem que incentivam diversas formas de conhecer e possibilidades de lhes atribuir significado.

Uma visão holística de educação científica, integradora de atividades, eventualmente em interligação com comunicação de ciência, de contextos, de vertentes de educação, de conhecimento que interligue as dimensões científica, humanística, mediática e técnica como parte da cultura poderá contribuir, a longo prazo, para o desenvolvimento integral do indivíduo de forma mais robusta (Falk & Dierking, 2019; Rodrigues, 2011; M. Santos, 2009; Stocklmayer & Rennie, 2017).

Porém, por um lado, esta deve ser diferenciada, começando na definição dos *conteúdos considerados valiosos* em cada contexto ou sociedade e de para quem são relevantes. Por outro lado, ainda que constitua um direito para todos e cada um, o acesso à educação científica é desigual e as barreiras culturais são, por vezes, intransponíveis. Neste sentido, há que tentar uma aproximação das experiências proporcionadas às características daqueles que as vivenciam, de forma que se tornem culturalmente relevantes e contribuam para que cada indivíduo exerça uma cidadania plena.

A quem serve a cidadania?

Numa perspetiva de ciência para a cidadania, Acevedo (2004) apela ao exercício de uma cidadania que prepara cada cidadão para compreender, interpretar e atuar na sociedade em que se vive, acreditando que é possível mudá-la. No entanto, esta afirmação contempla diferentes interpretações, consoante a sociedade que estamos a considerar. Associado ao conceito de cidadania está também o exercício de democracia, tendo como referência sociedades que se regem por valores democráticos, ainda que com índices de democracia⁶³ variáveis, conforme alerta Martins (2015). Conforme referido por M. Santos (2005), existem diferentes formas de cidadania que priorizam certa geração de valores universais, sendo a cidadania liberal que se destaca no séc. XX, a acompanhar a evolução de uma economia de livre concorrência e apologista de consumo. Ou seja, subjacente ao entendimento de cidadania estão também visões e relações entre ciência, tecnologia, economia e consumismo muito distintas.

Definir uma cidadania global que ligue escalas locais e global da sociedade e que sirva todos é, por isso, algo contestado por alguns e uma meta para outros. A UNESCO (2014b) apresenta alguns consensos, nomeadamente o conceito abarcar múltiplas perspetivas e não implicar um estatuto legal, estando mais relacionado com um sentimento de pertença a uma humanidade comum. Será por isso uma forma de compreender, agir e se relacionar com outros e com o ambiente no espaço e no tempo, tendo por base valores universais. Porém, dada a pluralidade interna da ciência ser um movimento que surge dentro da academia, a cidadania global aí definida pode estar mais à luz da dita cultura ocidental do que o desejável.

Assumindo o conceito de cidadania como situado e evolutivo, torna-se crucial enquadrar em que medida é utilizado. Foi nesse intuito que se apelou a uma cidadania em prol de um conhecimento emancipatório contextualmente gerado e valores de solidariedade, preconizando diferentes escalas de culturas em contacto, entre elas, a global.

⁶³ Índice de democracia é apresentado pela publicação britânica, *The Economist*, para 167 países do mundo, de acordo com cinco grupo de variáveis: o processo eleitoral e pluralismo, as liberdades civis, o funcionamento do governo, participação política e cultura política.
https://pt.wikipedia.org/wiki/%C3%8Dndice_de_Democracia

Capítulo 4 – Educação científica orientada-pela-cultura

Neste capítulo é desenvolvido um quadro conceptual que tem por base uma síntese integrativa e não cumulativa da revisão de literatura apresentada nos dois capítulos anteriores. Nomeadamente, é proposta uma abordagem inovadora que explora interligações entre as orientações didáticas com inspiração etnomatemática, discutidas no capítulo 2, e a educação científica numa perspetiva de ciência como cultura, conforme discutida no capítulo 3. A identificação de pontos de convergência e divergência entre os dois referenciais foi basilar para o desenvolvimento de uma abordagem educacional na qual se destaca a cultura como princípio e como propósito. A par da revisão de literatura, o processo interativo com a fase de *análise e exploração*, levada a cabo durante o presente estudo, está refletido no resultado que agora se apresenta.

Olhares matemáticos orientados-pela-cultura

Ciência como cultura e etnomatemática na educação: convergências e divergências

A aproximação entre educação científica e educação matemática é enfatizada por UNESCO (2010, 2012) que identifica desafios, em certa medida, comuns a ambas as dimensões da educação, os quais devem ser coerentes e complementarem-se em aspetos relacionados com o exercício da cidadania e realização pessoal de todos e cada um.

A perspetiva de ciência como cultura e a perspetiva etnomatemática como abordagem na educação das ciências ou matemática, respetivamente, partilham de algumas orientações de base: estimulam uma ciência⁶⁴ em contexto, promovem o reencontro da ciência com o senso comum e rompem com a lógica de monocultura e de universalidade disseminada pela ciência moderna (Gerdes, 2007a, 2012b; M. Santos, 2005, 2009, 2011). As visões de Gerdes e M. Santos são particularmente complementares, na forma como a matemática em particular e a ciência em geral podem ser entendidas. Nomeadamente, Gerdes entende a matemática como património da humanidade e a ação etnomatemática pretende, através da consciencialização da matemática e da confiança cultural, aproximar a matemática de assuntos mundanos e aproximar as práticas culturais contextualizadas da mesma, enquanto prática e enquanto cultura. Estas ações contribuem para a emancipação da educação pela etnomatemática. Por sua vez, M. Santos sugere a ciência como património cultural da humanidade, isto é, um empreendimento humano com potencialidades e limitações, e a ação de educação científica pretende, através da “civilização” da ciência e da “cientifização” da cidadania, aproximar a ciência do cidadão e vice-versa. Ações, que do ponto de vista desta autora, contribuem para a emancipação do indivíduo pelo conhecimento.

⁶⁴ Ciência é aqui utilizada incluindo também a matemática. Em aspetos didáticos ou situações ambíguas será esclarecida a especificidade de aplicação do termo.

Em ambos os casos, quer a ciência, quer a matemática, são entendidas como parte integrante da cultura. Também em ambos os casos, a racionalidade das ciências é desafiada pelo entrecruzamento das dimensões científica, humanística, mediática e técnica da cultura. Neste estudo, a cultura científica é entendida no seu sentido transdisciplinar, como conhecimento plural abrangendo também a apropriação social da ciência e, nesta perspectiva, é assumido que qualquer cultura inclui esta dimensão científica. Em termos de aprendizagem ambos se enquadram numa conceção socioconstrutivista e situada, valorizando a ciência, em particular a matemática, em contexto. Este referencial de aprendizagem é igualmente adotado por diferentes autores de referência neste estudo como, por exemplo, Cachapuz et al. (2004), D’Ambrósio (2016), Gilbert (2014), Latas (2011), Martins (2016), Palhares (2012), Rodrigues (2011) e Shirley e Palhares (2016).

Destacamos como divergências, entre as duas perspetivas em análise, a sua natureza, essencialmente académica no primeiro caso e a pretensão não-hegemónica da segunda que a compatibiliza e, em certas abordagens, a aproxima da ecologia de saberes conceptualizada por B. Santos e seus colaboradores (Fuentes, 2019; Parra, 2018; B. Santos & Meneses, 2009; B. Santos, 2009, 2016, 2018). Além disso, o posicionamento do investigador quanto ao conceito de cultural, é, regra geral, numa perspectiva etnomatemática, mais abrangente do que na perspectiva de ciência como cultura, por este último estar enquadrado em propósitos educacionais.

Variações culturais em escala e dimensão

No capítulo 2, referencial etnomatemático, foi definida a noção de cultura utilizada neste estudo, compreendida como produção de sentidos que resultam das interações entre indivíduos com elementos que provêm de origens diversas no tempo e no espaço. É um conjunto dinâmico, mais ou menos coerente, mais ou menos homogéneo, num determinado momento e espaço, partilhado por um grupo de indivíduos (Cucho, 2003). Nesta perspectiva, a cultura pode ser analisada por lentes com graduações distintas numa escala contínua ao longo do espaço social, num determinado momento. A cada nível local e também em termos globais, encontram-se singularidades que tornam esse grupo de pessoas único, num determinado momento, que é ele próprio uma cultura. Uma escala que vai desde a cultura de um indivíduo ou um grupo de indivíduos, mais ou menos numeroso, até ao resultado da relação dos grupos em contacto uns com os outros e, por conseguinte, da relação que se estabelece entre as suas culturas próprias, como emergência de uma cultural global, se considerarmos todos os habitantes do planeta Terra. As singularidades culturais tornam-se mais evidentes quanto mais nos aproximamos do foco individual. Essas mesmas singularidades são tanto mais perceptíveis e vincadas quanto menos fluidez existe entre os contactos desse grupo de indivíduos com outras escalas de cultura. As dinâmicas internas e externas a cada grupo que se estabelecem (construção, desconstrução e reconstrução) influenciam e são influenciadas por relações, essencialmente de poder, variáveis em grau de tensão, ou mesmo de conflito. Ainda assim, resultado desse contacto entre culturas, à medida que nos aproximamos da escala global, é mais aquilo que nos une do que aquilo que nos separa, enquanto humanidade. Essas características a uma

escala global correspondem a tópicos de reflexão na construção de uma cidadania global (Cuche, 2003; Gusmão, 2008; Peters, 2002; Welsch, 1999; UNESCO, 2014b).

Por outro lado, no capítulo 3, educação científica em contexto não formal, quando foi discutido o conceito de ciência como cultura no âmbito da educação científica, a faceta multidimensional da cultura de cada indivíduo e do coletivo foi evidenciada pela cultura científica, cultura humanística, cultura do fazer (técnica) e mediática, entendidas, cada uma delas, como uma dimensão cultural (M. Santos, 2009). Como foram definidas, estas formas de cultura surgem como dimensões em proporção variável e sem fronteiras delimitadas na cultura de um indivíduo, mas também em termos de um coletivo de indivíduos, remetendo para características do conceito de cultura entendida no sentido sociológico e antropológico. Assim, estas formas de cultura podem ser entendidas como dimensões de uma cultura, não no sentido de uma partição da mesma, mas focando as suas interligações que fazem com que o todo seja mais do que a soma das partes. Ou seja, a produção de sentidos que resultam das interações contribui para a (des)(re)construção cultural e é multidimensional no sentido de ser uma síntese original a partir de várias culturas, quer em termos individuais, quer em termos de coletivos, podendo ser admitidas as dimensões científica, humanística, técnica e mediática como transversais às diversas escalas.

A cultura pode ser entendida como unidade, na qual a diversidade cultural é concretizada na variação da escala, constituindo cada lente uma cultura própria, bem como nas dimensões culturais, que são comuns às culturas nas diferentes escalas, ainda que heterogêneas na sua constituição. Tal entendimento não coloca em causa a existências de diversas culturas em termos sociais, bem como as que confluem para a cultura do indivíduo, num determinado momento.

Tendo em conta as suas diferentes escalas e dimensões, a cultura inclui as singularidades culturais dos diferentes grupos a que cada indivíduo pertence, situadas no espaço e tempo, mas também formas de comunicação com qualquer indivíduo. A incompletude do conhecimento é entendida nas duas variáveis da cultura que estão a ser consideradas. Nesta perspetiva, o conhecimento científico, o humanístico, o técnico e o mediático complementam-se, da mesma forma que as singularidades e a globalização da cultura, assim como se complementam as dimensões ao longo das escalas e vice-versa.

A figura 2 consiste numa representação metafórica das escalas e dimensões da cultura. As quatro dimensões da cultura consideradas (científica, humanística, técnica e mediática) estão representadas por cores distintas (amarelo, laranja, verde e azul) e a interligação e mescla destas dimensões pelo gradiente utilizado nessas cores. As diferentes escalas da cultura estão representadas pelas lupas que evidenciam diferentes organizações e interligações das dimensões culturais. O círculo de maior diâmetro corresponde à cultura partilhada por todos os indivíduos e as várias lentes correspondem a culturas específicas partilhadas por grupos de indivíduos de dimensão variável. Ainda que as dimensões sejam comuns, a proporção e o que cada uma representa para cada indivíduo e para os coletivos é distinto.



Figura 2 – A diversidade cultural nas dimensões de cultura vistas por diferentes escalas locais e global, elas próprias culturas.

Olhares orientados-pela-cultura

A expressão “orientados-pela-cultura” tem um duplo significado. Cultura como princípio e cultura como propósito. Por um lado, refere-se ao ponto de partida, constituído por uma singularidade da cultura (pela cultura, como prática ou singularidade contextualizada) e, por outro, refere-se à finalidade de cultura científica como contributo para o exercício de uma cidadania plena (pela cultura, como parte do conhecimento emancipatório). A expressão tem subjacente propósitos educacionais, nomeadamente o conhecimento como ferramenta de emancipação do indivíduo. A utilização de plural em “olhares” justifica-se pela multiplicidade de perspetivas oriundas de diferentes áreas de saber e referenciais de conhecimento, por exemplo matemática, política, educacional, mas também por cada uma destas ser subjetiva dentro de uma área de especialização. Neste caso, primam pela incidência matemática do conhecimento.

Assim, os olhares matemáticos orientados-pela-cultura definem-se como interligações entre as dimensões científica, humanística, técnica e mediática – navegam pelas dimensões da cultura – estabelecidas por canais de comunicação entre a cultura individual e outra cultura local ou global – navegam pelas escalas da cultura –, com base na incidência matemática do conhecimento sobre determinado fenómeno.

Concretamente, no processo de consciencialização da matemática, discutido no capítulo 2, a singularidade culturalmente contextualizada é observada, interpretada e intervencionada por indivíduos com diferentes bagagens culturais que interagem incidindo no estabelecimento de relações e atribuição de significado matemático. Desta forma, estes olhares matemáticos implicam tais interações etnomatemáticas.

Um indivíduo poderá percorrer mais ou menos encontros culturais, isto é, canais de comunicação que o aproximem de outras dimensões da cultura na mesma escala ou estabelecendo comunicação entre diferentes culturas locais, para desenvolver um conhecimento plural sob determinado fenómeno (Ainkenhead, 2009).

Ou seja, os olhares matemáticos orientados-pela-cultura complementam o conhecimento do matemático profissional, pela interligação que este faz entre a sua formação matemática acadêmica e valores pessoais, conhecimento técnico, preocupações sociais e/ou éticas contextualizadas. Mas também complementam o olhar do indivíduo que estabelece, por via cultural, interligações intencionais entre a sua bagagem cultural e a matemática, independentemente da respetiva formação matemática acadêmica.

Apesar dos olhares orientados-pela-cultura fazerem sentido com ou sem incidência matemática, e apesar de aqui ser defendida uma visão holística da ciência, a incidência matemática surge na convergência entre aspetos da educação científica e a perspectiva etnomatemática na educação matemática. É esta última que acrescenta as especificidades da didática da disciplina assentes na ciência como cultura.

Abordagem educacional orientada-pela-cultura em contexto não formal

Perspetiva integrada da experiência educacional orientada-pela-cultura

Com o intuito de desenvolver uma abordagem educacional que operacionalize os olhares matemáticos orientados-pela-cultura, emergem dois conceitos-chave, nomeadamente a experiência cultural e a experiência matemática, com características que resultam de orientações da didática de inspiração etnomatemática. Estendendo esta abordagem educacional a um contexto não formal, emerge um terceiro conceito-chave, a experiência interativa do ponto de vista do utilizador, como um elemento central no modelo contextual de aprendizagem de Falk e Dierking (1992, 2000, 2013), para ambientes de educação não formal. A abordagem integradora destes três conceitos-chave assenta nos princípios do modelo contextual de aprendizagem e nas dimensões de integração propostas por Rodrigues (2011, 2016), no âmbito do desenvolvimento de perspectivas integradas de educação científica.

Experiência cultural

Uma visão dinâmica de cultura tem como pressupostos a continuidade de interação, de comunicação e de transformação, individuais e coletivas (Alanguí, 2020; Cuche, 2003; Parra, 2018; Saillant, 2017; M. Santos, 2009). A cultura, enquanto unidade singular, inclui um potencial plural de culturas como entidades próprias e, como tal, pode ser entendida em escala e dimensão variáveis. É nesta variação que as especificidades de cada cultura têm lugar, bem como os traços comuns que os fenómenos de globalização têm promovido. Por cada indivíduo ser resultado de diversas bagagens culturais, variáveis em escala e dimensão, a vivência mediada por recursos educativos que abordem essa singularidade cultural sob diferentes perspetivas torna-se única. Ou seja, as leituras que estas proporcionam, em contacto com aquelas de quem produziu os recursos e com o referencial cultural que têm subjacente, são subjetivas. Em particular, a existência de pontos de

contacto com algo conhecido permite navegar entre diferentes escalas e dimensões culturais, o que poderá ser promotor de novo conhecimento.

Contextualizar culturalmente uma singularidade corresponde a delimitar, espacial e temporalmente, uma característica de um determinado grupo cultural ou comunidade, a qual pode, por sua vez, ser entendida sob diferentes perspectivas por membros dessa ou de outras culturas. As perspectivas múltiplas têm a vantagem de aumentar a probabilidade de pontos de contacto entre culturas e, por isso, abranger um maior número de indivíduos nos entrecruzamentos culturais (Aikenhead, 2009). No mesmo sentido, Bang et al. (2010) reforçam que as experiências de aprendizagem são culturalmente mais relevantes e inclusivas quanto mais formas de conhecer e possibilidades de atribuir significado forem incentivadas.

A relevância da (re)contextualização de uma singularidade cultural é também acautelada pelas perspectivas etnomatemáticas educacionais, que têm alertado para a consideração de aspetos como o significado das experiências, a linguagem e a não artificialidade do contexto, além de apelarem a um entendimento destas com base nos seus significados anteriores, à luz da atualidade e de como se podem (re)inventar no futuro (Bishop, 2005; Eglash, 2000; Palhares, 2012). O papel dos contextos na educação científica é reforçado, no caso da matemática, por Boaler (1993) e nas ciências naturais por Gilbert (2014) e Tan (2020), como um elemento que acrescenta relevância, realismo e estabelece conexões com os conhecimentos prévios dos alunos.

Desta forma, a experiência cultural consiste na produção de sentido, por cada indivíduo, à experiência vivenciada no contexto não formal, com incidência na comunicação entre significados matemáticos que as singularidades culturalmente contextualizadas lhes proporcionam.

Experiência matemática

A experiência matemática enquadra e é enquadrada pela experiência cultural, como também é informada por especificidades relacionadas com a didática da matemática. Estas orientações emergem de perspectivas etnomatemáticas educacionais e são consistentes com os olhares matemáticos orientados-pela-cultura.

A experiência matemática, tal como é abordada por Davis e Hersh (1995), remete-nos para um questionamento filosófico, no qual são discutidos o dinamismo e a relatividade da natureza da matemática, bem como a diversidade da atividade matemática como atividade humana. Devlin (2002) defende uma experiência matemática baseada na contemplação dos padrões do mundo físico em que vivemos, assim como do mundo oculto da mente criativa e pensamentos. Por seu turno, ao evidenciar a capacidade de cada indivíduo para compreender, desenvolver e usar matemática, Gerdes (2007a, 2012b) promove a consciencialização da matemática operar em diferentes contextos e estimula a confiança [cultural] como instrumento de apreensão e transformação da realidade. Para tal, é feita uma exploração didática assente em investigação etnomatemática, no sentido de integrar *backgrounds* e vivências variadas dos públicos em experiências para criar pontes para outros horizontes culturais e interagir com os *foregrounds* desses públicos. Enquanto ferramenta didática, a etnomatemática personaliza e contextualiza, no espaço e no tempo, os

fenômenos e a aprendizagem e humaniza a matemática (Alrø et al., 2009; D’Ambrósio, 2016; Latas, 2011; Palhares, 2012; Shirley & Palhares, 2016). Na mesma linha de orientações, a UNESCO (2012) sugere que a educação matemática a um nível básico se traduza em experiências estimulantes, equilibrando os significados no mundo dos alunos com as respostas aos problemas com que a humanidade se confronta atualmente.

Assumindo-se a experiência matemática como a matemática em ação, esta refere-se à interligação de conceitos, tópicos, raciocínios e procedimentos característicos da matemática, culturalmente contextualizados e associados a conhecimentos prévios reativados pelos indivíduos, às suas experiências prévias de referência, aos seus interesses e expectativas enunciadas.

Experiência interativa

A interatividade pressupõe interação e refere-se à capacidade do contexto não formal de educação manter resposta a estímulos, promovendo novos, gerando uma continuidade de interações mais ou menos prolongada no tempo, mas que se distingue do processo de reação à ação, por não ser uma ação isolada (Rodrigues, 2011; Wagensberg, 2001, 2005). A interatividade é característica da relação entre sujeito e objetos do contexto não formal, bem como de situações experienciais relacionadas com aspetos emocionais e cognitivos que decorrem nesse ambiente (Massarani et al., 2019). Consequentemente, pode resultar de quatro formas de interação durante uma experiência com propósitos educativos, num contexto não formal: i) entre contextos; ii) entre períodos temporais; iii) entre sujeito e objeto e iv) humana, durante a experiência vivenciada.

Qualquer que seja a sua natureza, são considerados três níveis de interatividade: i) sensorial ou *hands-on*; ii) cognitiva ou *minds-on* e iii) emocional ou *hearts-on* (Wagensberg, 2001, 2005; Rodrigues, 2011, 2016). Segundo Wagensberg (2001), estes níveis podem ser hierarquicamente dimensionados, surgindo a interatividade sensorial como conveniente, a emocional como recomendável e a cognitiva como imprescindível.

A interatividade como resultado de interação entre contextos corresponde à interseção dos contextos pessoal, sociocultural e físico, que decorrem do modelo contextual de aprendizagem de Falk e Dierking (1992, 2000, 2013). O fator tempo, previsto no referido modelo contextual de aprendizagem e considerado na (re)contextualização de práticas culturais, possibilita a interação com o passado, presente e futuro (Falk & Dierking, 2013).

Na relação com sujeitos é defendida a utilização de objetos reais, mas que se expressem, quando possível, de uma forma triplamente interativa.

A interação social que decorre durante experiência, recorrendo a conversação, está relacionada com a mediação humana. Esta pode acontecer entre visitantes, por exemplo entre pais e filhos ou entre amigos ou, por outro lado, entre visitantes e o mediador. Ao estabelecer esta ligação, o mediador estimula o participante a atribuir significado à experiência (Falk & Dierking, 2000; NRC, 2009). O espaço de comunicação e partilha de saberes, criado entre o mediador e os públicos por meio de diálogos personalizados e autênticos, estimula a reflexão, interação e discussão entre sujeitos

(Katrikh, 2018; Stone, 2016). Assim, a interação entre mediador e os públicos permite uma convergência de propósitos de educação e comunicação científica.

Assim sendo, a experiência interativa consiste na relação que se estabelece entre o utilizador e o contexto não formal de educação mediada com recurso a interatividade, variável quanto à natureza e níveis de expressividade.

Abordagem integradora

A perspectiva integrada de Rodrigues (2011; 2016), quer ao nível da organização do ensino das ciências, quer ao nível de práticas de educação científica, sugere, de forma inovadora, a permeabilidade de circulação ativa de conhecimento nos dois sentidos, formal e não-formal. Tal característica, além de inspiradora, constitui o ponto de partida para a relação entre experiências matemática e cultural para poder desenvolver a abordagem educacional pretendida.

A permeabilidade de circulação entre dimensões destas experiências, sem fronteiras bem delimitadas, corresponde às interações etnomatemáticas que estabelecem canais de comunicação com incidência matemática entre diferentes dimensões e escalas culturais (Aikenhead, 2009; Gerdes, 2007a, 2012b; M. Santos, 2009; Parra, 2018). Tal está representado na figura 3.

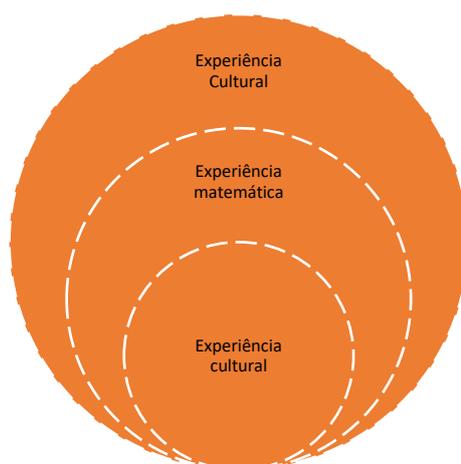


Figura 3 – Experiências integradas.

Os círculos cor de laranja, com a circunferência a tracejado pretendem transmitir a circulação ativa dos conhecimentos em ambos os sentidos. Esta circulação de conhecimento é estimulada por aquilo que Falk e Dierking (1992) designam de experiência interativa, representado na figura 4 pelo hexágono cor de salmão.



Figura 4 – Experiências integradas, centradas no indivíduo. Adaptado Falk e Dierking (1992).

Toda esta experiência educacional desenvolve-se enquadrada na vivência do indivíduo, num contexto não formal. Esta é expressada pelo modelo contextual de aprendizagem de Falk e Dierking (1992, 2013), cuja experiência interativa resulta da interseção dos contextos pessoal, físico e sociocultural, conforme representado na figura 5. As formas a tracejado representam o fator tempo.

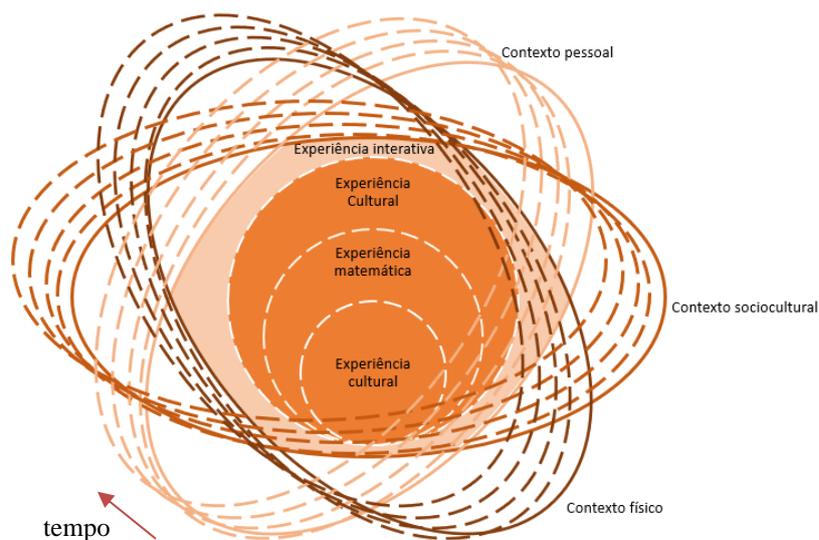


Figura 5 – Experiências integradas enquadradas no modelo contextual de aprendizagem. Adaptado de Falk e Dierking (1992, 2013).

Esta abordagem educacional, por pretender operacionalizar os olhares matemáticos que têm a cultura como princípio e propósito, será doravante designada por orientada-pela-cultura. Dada a dinâmica interna de cada contexto e a complementaridade dos diferentes contextos na influência da experiência de cada indivíduo, estes estão representados pela união de três ovais que se assemelha a uma flor a envolver a estrutura central (figura 6).

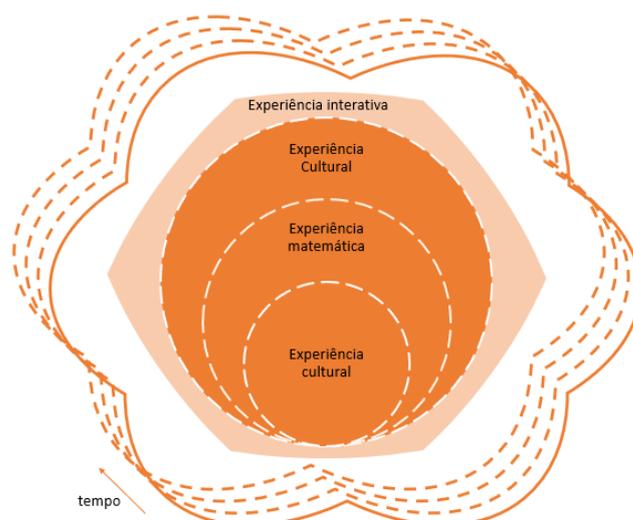


Figura 6– Abordagem educacional orientada-pela-cultura.

Em particular, a sua concretização em orientações para o desenho de recursos educativos para contextos não formais, e em consonância com as dimensões de integração sugeridas por Rodrigues (2011, 2016), apela à integração: i) dos conceitos e fenómenos científicos com a realidade local; ii) das aprendizagens; iii) das atividades a promover nos diferentes contextos; iv) da educação em ciências ao longo da vida dos indivíduos; v) intergeracional; vi) multi, inter e transdisciplinar; vii) com a investigação e viii) entre todos os participantes em processo de coconstrução e coprodução. O formato de trilho também constitui uma possibilidade de concretização de contexto não formal de uma abordagem educacional orientada-pela-cultura, ou seja, uma perspetiva integrada de educação científica conjugada com os olhares matemáticos orientados-pela-cultura. Na secção seguinte, são discutidas as características e fases de desenvolvimento de um trilho nestas condições.

Trilhos

Um trilho matemático pode ser definido como um passeio para despertar para possíveis relações entre a matemática e o meio envolvente, em qualquer lugar. Segundo Shoaf et al. (2004), a criação deste rege-se por alguns princípios, nomeadamente: i) ser dirigido a todos e cada um; ii) promover a cooperação entre participantes; iii) permitir a total gestão de tempo por parte do utilizador; iv) ser de participação voluntária; v) a duração ser temporária e vi) constituir uma oportunidade para sensibilizar para a matemática em contexto real. Ainda que com pequenas variações em termos de definição, transversalmente os elementos estruturantes num trilho são constituídos pelo percurso definido num mapa ou num guia orientador, bem como pelas estações ou paragens, as quais incluem tarefas a desenvolver e, eventualmente, recursos materiais e/ou humanos em cada uma delas (A. Barbosa & Vale, 2016; Caldeira et al., 2020; Chayono & Ludwig, 2019; Druken & Frazin, 2018; English et al., 2010; F. Fernandes et al., 2017; Fessakis et al., 2018; Latas & A. Rodrigues, 2015; Navas, 2019; Richardson, 2004; Shoaf et al., 2004; Vale & A. Barbosa, 2020). Os objetivos dos trilhos podem estar associados à educação formal não superior (Chayono & Ludwig, 2019; English et al., 2010; F. Fernandes et al., 2017; Latas & A. Rodrigues, 2015; Richardson, 2004; Shoaf et al.,

2004) e à formação inicial ou contínua de professores (A. Barbosa & Vale, 2016; Cahyono et al., 2015; Druken & Frazin, 2018; Vale & A. Barbosa, 2020), ainda que decorram em contexto não formal. Mas também há trilhos que são dirigidos ao público em geral, como forma de divulgação da matemática ou da ciência segundo uma incidência matemática, em formato de guia turístico (Caldeira et al., 2020; Gurjanow et al., 2020; Navas, 2019; Shoaf et al., 2004). No caso específico da aprendizagem da matemática escolar com recurso a trilhos de matemática, o foco pode estar no desenvolvimento de processos matemáticos como a resolução de problemas, criatividade ou modelação matemática (Druken & Frazin, 2018; English et al., 2010; F. Fernandes et al., 2017; Vale & A. Barbosa, 2020). Outra possibilidade, eventualmente complementar à primeira, é o trilho ter subjacente os princípios da educação matemática realista e estar suportado em tecnologia, como é o exemplo do projeto europeu *MathCityMap* (Chayono & Ludwig, 2019; Gurjanow et al., 2020; Fessakis et al., 2018). O formato de trilho matemático apresenta ainda como características comuns: i) atividades no exterior⁶⁵; ii) trabalho colaborativo; iii) desenvolvimento de uma atitude positiva face à ciência, nomeadamente matemática, bem como de iv) “olhar” e usar a matemática em contexto real.

Aqui os processos de modelação matemática, de formulação e resolução de problemas, além do estabelecimento de conexões ganham significado ao longo da formulação e/ou resolução das tarefas (Cahyono & Ludwig, 2019; Druken & Frazin, 2018; English et al., 2010; Latas & A. Rodrigues, 2015; Shoaf et al., 2004; Vale & A. Barbosa, 2020). Segundo English et al. (2010), o trilho constitui uma forma de tornar a matemática viva para os alunos e envolvê-los cognitivamente, sensorial e emocionalmente. Estes autores, bem como Orey (2011) e Vale e A. Barbosa (2020), entendem ainda a integração de formas de matemática características de dentro e fora da sala de aula, que os trilhos matemáticos proporcionam, como potencial promotora de flexibilidade e criatividade na resolução de problemas. Num panorama mais abrangente de trilhos de ciência como recurso da educação formal em contextos não formais, Latas e A. Rodrigues (2015) sugerem, entre os benefícios deste formato, o facto de estes constituírem experiências de aprendizagem geradoras de um ambiente de aventura, com possibilidade de exploração. A referência à articulação entre a aprendizagem da matemática, segundo objetivos de educação formal, e o contexto não formal é igualmente referenciada por outros autores como uma potencialidade do formato em causa (A. Barbosa & Vale, 2016; F. Fernandes et al., 2017; Vale & A. Barbosa, 2020). Cahyono e Ludwig (2019) e Fessakis et al. (2018) destacam ainda o desenvolvimento de competências digitais que este formato pode integrar e de como tal contribui para uma atitude favorável dos utilizadores em relação à aprendizagem da matemática.

Os trilhos analisados são, essencialmente, utilizados em estreita relação com objetivos de educação formal. Porém, a possibilidade de serem dirigidos a um público mais abrangente e, por isso, atuarem

⁶⁵ Atividades de exterior no contexto de trilhos de ciência é utilizado como sinónimo de atividade em ambiente ao ar livre ou fora da sala de aula, como tradução do termo em Inglês *outdoor*, conforme referido no capítulo da introdução.

também como instrumentos de divulgação e/ou comunicação de ciência, surge como uma ação complementar aos objetivos de educação formal. Esta, numa perspetiva integrada de educação científica, coaduna-se com um trilho orientado-pela-cultura.

Desta forma, consideramos um trilho orientado-pela-cultura como um percurso predefinido com estações, nas quais são propostas aos utilizadores tarefas com diferentes níveis de interatividade, incidindo em singularidades culturais enquadradas no contexto no qual decorrem e com propósitos de educação científica. Destas poderão surgir relações não pré-definidas entre perspetivas múltiplas resultantes da análise de um mesmo fenómeno. Nesta perspetiva, o formato de trilho pode ser entendido como uma forma de promoção de educação científica, num sentido lato, e, em particular, de desenvolvimento de atitudes pela ciência.

Entre as recomendações para a organização de trilhos existem etapas que surgem transversalmente, sendo outras facultativas ou dependentes da natureza do trilho. Tendo em conta as orientações e recomendações sugeridas para a organização de trilhos por diversos autores (English et al., 2010; Latas & A. Rodrigues, 2015; Navas, 2019; Shoaf et al., 2004) e a perspetiva integradora em que se enquadra, consideram-se as seguintes fases para um trilho orientado-pela-cultura: i) levantamento de questões a explorar; ii) estabelecimento de contactos e integração de instituições ou elementos chave da comunidade para responder à questão; iii) seleção do público-alvo; iv) definição do percurso e local das estações; v) (co)criação das estações; vi) implementação do trilho e vii) sustentabilidade. Sobre cada uma delas são tecidas algumas considerações.

Levantamento de questões a explorar

Numa fase inicial e com uma sistematização variável, procede-se à definição dos aspetos sobre os quais o trilho vai incidir. Pode estar limitado por tópicos, temas ou disciplinas escolares, pode ter por base fenómenos do dia-a-dia e aí a bordagem ser holística, pode ainda ter por base a resolução de problemas locais. Numa outra vertente, o trilho pode constituir um meio de divulgação de alguma temática como ação de sensibilização ou como ferramenta de comunicação de ciência.

No caso particular de um trilho orientado-pela-cultura, esta fase é fundamental, dado que centrar o trilho na comunidade ou na cultura exige que a seleção das questões a explorar tenham significado e correspondam a necessidades reais naquele contexto. A(s) singularidade(s) selecionada(s) deve(m), por isso, constituir um tópico ou tema sobre o(s) qual/ais os participantes queiram saber mais e sobre o(s) qual/ais elaborem questões para serem respondidas ao longo da conceptualização do trilho. Esta orientação está de acordo com a dimensão de integração dos conceitos e fenómenos científicos com a realidade local proposta por Rodrigues (2011), na qual o contexto local atua como ponto de partida e o produto final é parte desse contexto e da comunidade, assumindo-se como recurso de divulgação científica à comunidade. Ainda de acordo com as recomendações de Rodrigues (2016), apenas conhecendo e dando a conhecer, neste caso, o trilho, será possível que este seja apropriado como parte da comunidade.

Estabelecimento de contactos e integração de instituições ou elementos-chave da comunidade para responder à questão

Consoante o contexto e objetivos do trilho, esta fase pode ser omitida. Num trilho orientado-pela-cultura, a participação da comunidade é um elemento crucial, pelo que, as metodologias participativas e centradas na cultura e na comunidade coadunam-se com o conceito destes trilhos. Desta forma, a identificação de especialistas de singularidades culturais e, eventualmente, especialistas de outras áreas permite ir ao encontro de sugestão de NRC (2009) de alargar o espectro de interações e considerar potenciais colaboradores no processo de conceptualização do trilho.

Seleção do público-alvo

Entre exemplos de públicos estão crianças, jovens, famílias, decisores políticos, salvaguardando ou não acessibilidade a indivíduos com mobilidade limitada. Shoaf et al. (2004) reforça a abrangência de públicos deste formato ao sugerir que um trilho pode ser percorrido por qualquer indivíduo, seja sozinho, com a família ou outro grupo de pessoas. Na comunidade escolar, os alunos e professores são públicos preferenciais para os trilhos, nomeadamente para aqueles que apostam na articulação com a educação formal. As ações a partir daqui estão condicionadas pela decisão que aqui é tomada, a qual, por sua vez, é condicionada pela abordagem selecionada para o trilho nas duas etapas precedentes.

Em termos de um trilho orientado-pela-cultura, os segmentos de públicos a quem se destina o trilho podem ser abrangentes e considerar quer membros da comunidade local, quer membros exterior a esta, baseado no pressuposto da incompletude do conhecimento e, por isso, na possibilidade de aprendizagem de diferentes perspetivas de um fenómeno que complementam outras que, eventualmente, já sejam do conhecimento do utilizador. Esta orientação assenta no pressuposto da pluralidade de conhecimentos defendida por M. Santos (2009) e nas dimensões da perspetiva integrada de educação científica sugeridas por Rodrigues (2011, 2016).

Definição do percurso e local das estações

Um trilho pode ter lugar em qualquer local, por exemplo um parque, um centro comercial, um monumento, no campo, na floresta, em determinadas áreas da cidade ou na escola.

Seja qual for a local selecionado, é importante obter um mapa deste e assinalar as estações, além de determinar a distância e garantir que é exequível e adequada ao público-alvo. Além da distância, o tempo previsto para percorrer o trilho é uma variável determinante para a forma como os utilizadores o percorrem. Além do percurso entre as estações, há a considerar igualmente o tempo estimado em cada uma das paragens. Por exemplo, Shoaf et al. (2004) sugerem que um percurso entre estações superior a dez minutos pode constituir um obstáculo para o envolvimento dos utilizadores do trilho. As duas horas de tempo total, considerando o tempo de deslocação e o tempo estimado em cada estação, é uma referência apresentada por Shoaf et al. (2004) e reforçada em Navas (2019), considerando-o como tempo de atenção limite para um cidadão comum estar envolvido na resolução de problemas, mesmo que num contexto atrativo. Esta informação

constituirá uma referência de acordo com a natureza do trilho e das atividades proporcionadas em cada estação, bem como daquilo que se pretende que seja a abordagem do utilizador entre estações. De referir que a ordem das etapas da definição do percurso e da criação das estações pode ser invertida. Se pensarmos, por exemplo, nos trilhos *MathCityMap*, primeiro é definido o local da tarefa e só a partir desse contexto é que esta é desenvolvida. Este é, aliás, o procedimento mais usual nos trilhos, no entanto, no caso de serem, por exemplo, temáticas, pode fazer sentido desenvolver as tarefas e só depois definir onde é que se enquadram no contexto. Inclusive, podem existir alguns pressupostos que se assumam como critérios para a seleção do local das tarefas.

O mapa do percurso pode ser disponibilizado em papel ou ser acessível numa aplicação desenvolvida para o efeito, como no caso do *MathCityMap*, ou utilizando ferramentas de acesso livre na *web* com esse potencial. Alguns exemplos são ©Google Maps, ©Google Earth, ©Wikiloc.

(co)Criação das estações

Uma estação é um local de paragem, no qual existem tarefas previamente preparadas para serem propostas aos utilizadores do trilho.

A produção de tarefas, individual ou em grupo, por alunos ou professores, com ou sem a participação de outros especialistas, é identificada pela literatura como um aspeto estruturante, mas particularmente frágil do desenvolvimento de um trilho (Cahyono et al., 2015; F. Fernandes et al., 2017; Jablonski et al., 2020; Shoaf et al., 2004; Vale & A. Barbosa, 2020). Além da sua produção, a forma como são implementadas é igualmente decisiva para a aprendizagem efetiva do seu utilizador (Stein & Smith, 1998).

No contexto de educação formal, Stein e Smith (1998) diferenciam três fases da tarefa entre as quais, segundo estes autores, a sua natureza pode sofrer alterações. Uma primeira que corresponde à tarefa como surge no recurso didático, uma segunda referente à forma como o professor a apresenta e uma terceira relacionada à forma como o aluno a interpreta e implementa. Nesta etapa de construção que aqui é discutida, a tarefa corresponde ao recurso material, normalmente escrito. Desta forma, pela sua implementação se enquadrar num contexto não formal de educação, esse recurso material que é disponibilizado ao utilizador do trilho é também designado por guião do utilizador.

No caso específico de tarefas matemáticas, Ponte (2005) destaca duas dimensões cruciais nas características das mesmas, nomeadamente o nível de desafio e o grau de estruturação. A combinação destas possibilita um espectro de quatro tipos de tarefas: exercício, problema, investigação e exploração. Em particular, as tarefas de natureza exploratória, por serem desafiantes e acessíveis a um elevado número de alunos, propiciando o desenvolvimento da sua autoconfiança, poderão ser igualmente adequadas a características desejáveis para as tarefas de um trilho com incidência matemática, isto é, serem desafiantes e dirigidas a diferentes segmentos de públicos.

No contexto dos trilhos desenvolvidos por alunos em formação inicial, Vale & A. Barbosa (2020) entendem a produção dos desafios das estações como uma forma de estimular a criatividade matemática dos futuros professores. Estas autoras colocam a ênfase dos trilhos nas tarefas, ao

proporem “a realização de tarefas/trilhos” (p. 89) no ensino e aprendizagem da matemática e fora da sala de aula, ou seja, em contextos não formais. Reconhecem que a concepção das tarefas não é um processo fácil para os alunos, quer do ponto de vista da identificação dos conhecimentos matemáticos envolvidos, quer do ponto de vista do desafio e exigência impostos pelo contexto real, mas também pela tipologia das tarefas resultantes serem pouco diversificadas e recaírem facilmente em conceitos de geometria elementar. As autoras citam Smith e Stein (2001) para, na mesma linha de Ponte (2005), destacarem a característica desafiadora de tarefas de natureza exploratória, que valorizam por suscitarem curiosidade, requererem imaginação e apelarem à criatividade. Acrescentam ainda que o trilho permite gerar um ambiente descontraído à volta das tarefas propostas ao longo do mesmo e no qual se podem criar oportunidades para explorar, em contexto real, processos matemáticos como a resolução de problemas, o estabelecimento de conexões, a criatividade, a comunicação, a representação, entre outras competências matemáticas (Vale & A. Barbosa, 2020).

F. Fernandes et al. (2017), no contexto de tarefas matemáticas utilizadas num trilho com aluno do 3º ano de escolaridade, alertam a influência que as suas características desempenham no envolvimento dos alunos e citam Stein e Smith (1998) para justificar que as mais propícias a tal são aquelas que envolvem procedimentos com conexões entre conceitos ou significados ou para fazer matemática, mas também as que incentivam a conexões entre múltiplas representações, conforme é sugerido em NCTM (2007). Foi este contexto que determinou que os autores recorressem à construção de tarefas em torno de elementos do património existente no local definido para o trilho, privilegiando a diversidade em termos de estruturação e desafio e a incidência em tópicos do programa do ano de escolaridade em causa (F. Fernandes et al., 2007).

No contexto do *MathCityMap*, as tarefas são entendidas como atividades de modelação e autênticas, no sentido de terem origem em contexto extraescolar e a propósito de fenómenos reais (Jablonski et al., 2020). Aliás, a educação matemática realista, num horizonte inspirado em Freudenthal, é um dos pilares no qual este projeto assenta e, nesse sentido, o desenho das tarefas devem seguir alguns pressupostos (Cahyono & Ludwig, 2019; Fessakis et al., 2018). Para tal, em escolas na Indonésia, Cahyono et al. (2015) desenvolveram uma metodologia de *design research* em três ciclos, no sentido das tarefas serem produzidas e refinadas por elementos da academia e da comunidade educativa em diferentes fases do processo, ciclos esses que se mostraram importantes para melhorar a qualidade das tarefas.

No sentido de assegurar determinada qualidade e uniformização para a criação de tarefas, uma vez que a plataforma é aberta à comunidade educativa e os trilhos e respetivas tarefas podem ser criadas por utilizadores muito distintos, foi desenvolvido um conjunto de dez critérios que constituem um guia para construção de tarefas de trilho *MathCityMap*. São eles: i) unicidade de imagem para identificação do contexto sobre o qual a tarefa incide; ii) exigência de presença física no local para resolver a tarefa; iii) exigência de participação ativa pelo utilizador; iv) o desenvolvimento permitir soluções múltiplas; v) a tarefa solicitada ser realista; vi) proporcionar dicas graduais para apoio da resolução; vii) ter a referência dos anos de escolaridade a que se adequa; viii) encaixar-se as

soluções em formatos predeterminados; ix) não depender de outras ferramentas extra e x) disponibilizar um exemplo de solução (Jablonski et al., 2020). Uma característica diferenciadora das tarefas de um trilho é não ser possível resolvê-la sem estar no local, ainda que essa preocupação nem sempre seja cumprida, como é apresentado em exemplos por Vale e A. Barbosa (2020).

No caso de trilhos orientados-pela-cultura com incidência matemática, à exigência do desenho de tarefas matemáticas, do ponto de vista da construção de trilhos, acresce a contextualização cultural das tarefas enquanto orientação didática inspirada na etnomatemática na qual a artificialidade deve ser minimizada e a complexidade dos fenômenos reais assumida (Boaler, 1993; Cahyono et al., 2015; F. Fernandes et al., 2017; Jablonski et al., 2020; Latas, 2011; Palhares, 2012; Shoaf et al., 2004; Vale & A. Barbosa, 2020). Outras características, não sendo comuns a todos os trilhos, são aqui destacadas por serem aliciantes e adaptáveis a diferentes segmentos de públicos, nomeadamente as componentes de gamificação, a exploração de determinadas especificidades culturais do contexto, as conexões inter e transdisciplinares e o papel ativo da comunidade. A operacionalização destas características é apresentada no contexto de trilhos específicos.

A gamificação refere-se à aplicação de elementos de jogo a um contexto que, à partida, não estaria relacionado com jogo, no sentido de direcionar e controlar o comportamento do utilizador segundo um objetivo determinado. Esta componente, articulada com a componente digital, tem sido considerada de forma inovadora em trilhos *MathCityMap*, por meio de elementos como a atribuição de pontos por execução de tarefas ou estimulando a competitividade, mostrando a pontuação máxima e mínima obtida por outros utilizadores ou, numa técnica mais profunda, a abordagem narrativa do trilho. A interatividade promovida entre estes trilhos e o utilizador aponta para uma alteração não significativa quanto à motivação intrínseca do utilizador, mas é animadora em termos de influência em parâmetros relacionados com a performance matemática do mesmo (Gurjanow et al., 2019).

Os trilhos de ciência da ilha do Príncipe têm sido desenvolvidos a partir do contexto local e enquadrados em ações de educação científica mais abrangentes, coerentes com estratégias de desenvolvimento local. Nomeadamente, o equilíbrio entre a humanidade e a Natureza e a interseção entre a histórica da ciência e a história da ilha em causa constituem singularidades culturais que têm proporcionado abordagem de fenômenos de forma inter e transdisciplinar, promovendo a ciência como um todo, numa ação que pode ser enquadrada numa lógica de STEAM (Latas & A. Rodrigues, 2015; Latas, 2021). A sensibilidade cultural é também uma das preocupações das Trilhas de Outro Preto, nas quais a relação com a etnomatemática é feita enquanto estratégia pedagógica (Orey, 2011).

Os trilhos da ciência *IdiverSE* têm a particularidade de promoverem uma escola aberta à comunidade, seguindo a metodologia do *design thinking*. Não obstante o potencial desta metodologia aplicada a trilhos de ciência, a sua operacionalização no projeto em causa remete para o desenvolvimento de um ciclo de *inquiry* de sete passos, em cada uma das quatro fases do *design thinking* (Islands Diversity for Science Education, s.d.). Esta estrutura tornou-se pouco flexível e artificial, podendo sugerir uma abordagem pouco funcional. Ainda assim, os trilhos desenvolvidos

com este intuito devem procurar resolver questões locais e, por isso, estarem culturalmente contextualizados e serem comunitariamente participativos.

De uma maneira geral, as tarefas são parte fundamental da mensagem que é transmitida pelo trilho e, por isso, a sua produção deve ser cuidada e as suas características coerentes com os objetivos do trilho e adequadas aos públicos a quem se dirigem. Em particular, as tarefas de natureza exploratória são sugeridas como uma opção, por serem tendencialmente inclusivas e desafiadoras. Também a inclusão da componente tecnológica, poderá, dependendo do contexto, ser um fator que potencie a competência matemática dos utilizadores. Em qualquer dos casos, para contextualizar culturalmente as tarefas as orientações didáticas da etnomatemática constituem-se como referência.

Implementação

A sinalética e os recursos materiais que o participante irá precisar em cada estação deverão ser previstos e assegurados (Shoaf et al., 2004). Para além dos recursos materiais, e também de acordo com a natureza das tarefas propostas aos utilizadores, poderá justificar-se a presença de recursos humanos nas estações a assumirem o papel de mediadores. Neste caso, assim como os mediadores de infraestruturas de cariz educativo não formal, será de precaver a adequação do perfil para o papel desempenhado e a formação específica para tal exercício (Rodrigues, 2016; Stone, 2016).

A realização do percurso de um trilho pode ser reconhecida com um certificado ou com a entrega de algo simbólico como um pin com a frase “Eu percorri um Trilho de Matemática”, como é sugerido por Shoaf et al. (2004, p. 6)⁶⁶. Em particular, na monitorização das utilizações, o processo deve prever a auscultação junto do utilizador relativamente à experiência vivenciada, mas no sentido de aumentar a probabilidade de adesão por parte deste. Além disso, o processo deve pautar-se pela brevidade, pela facilidade de resposta e, tanto quanto possível deve estar integrado na visita. Por se dirigir a todos os utilizadores e a maioria ter, nas suas visitas, um momento único de contacto com aquele contexto, pode optar-se pela auscultação no final da utilização e pela recolha de dados essencialmente quantitativos, por exemplo, por meio de um questionário que contemple aspetos afetivos e sociais da experiência, bem como a relação do utilizador com o contexto físico da experiência. Por exemplo, indicadores referentes ao grau de satisfação e ao entusiasmo do utilizador relativamente à experiência (Rennie & Johnston, 2004), mas também à organização e *layout* do espaço envolvente e à orientação disponibilizada pelos mediadores (Rodrigues, 2016).

Os trilhos que, só por si ou enquadrados numa entidade, tenham por objetivo perdurar no tempo e captar a atenção de públicos, podem acautelar o planeamento da comunicação e, em particular, estratégias de *marketing*. Rodrigues (2011, 2016) sugere o desenvolvimento da identidade visual corporativa como um elemento estratégico, não verbal, na gestão de *marketing* em entidades de educação não formal, como centros de ciência. Segundo Dowling (1994), a identidade corporativa refere-se ao que a organização ou entidade é, enquanto a identidade visual está associada à imagem, ou seja, a parte visível da identidade corporativa. Os elementos de uma identidade visual

⁶⁶ No original em Inglês: *I Walked the Math Trail*.

corporativa podem ser constituídos por: nome, logótipo, símbolo, slogan, tipografia e a cor. Segundo o autor, estes elementos levam à criação de uma imagem que espelha a identidade. Ainda que um trilho possa não constituir ou estar ligado a uma organização, a visão, objetivos e propósitos definem-se como elementos que contribuem para a construção de uma identidade, o que se poderá refletir numa imagem do trilho que o diferencie de outros e aumente a sua eficácia de comunicação.

Sustentabilidade

A questão da sustentabilidade coloca-se a diferentes níveis, consoante o trilho seja uma situação pontual e isolada, ou algo que se pretende que perdure no tempo. Neste último caso, a sustentabilidade deverá ser uma preocupação e desde uma fase inicial do processo, tal pode ser procurado pela manifestação de interesse em parcerias com instituições ou outros projetos (Rodrigues, 2011, 2016). Uma outra possibilidade é que o trilho seja integrado num organismo já existente, por exemplo, num programa educativo de uma instituição de educação formal ou não formal. Sem pretensão de uma lista exaustiva de ações, a possibilidade de criar ferramentas que permitam a total autonomia do utilizador sem recursos materiais ou humanos adicionais é incentivada pelo *MathCityMap*, no qual o acesso a internet e um *smartphone* com a respetiva aplicação instalada é o necessário e suficiente para que um utilizador percorra um determinado trilho matemático disponível em determinada localização.

Sintetizando

Este capítulo centrou-se na conceptualização de uma interligação entre os propósitos de educação científica em contexto não formal, numa perspetiva de ciência como cultura, e as orientações didáticas de inspiração etnomatemática com vista a ser operacionalizada numa abordagem educacional. Com esse intuito, desenvolveram-se dois constructos: “olhares matemáticos orientados-pela-cultura” e “abordagem educacional orientada-pela-cultura”. Os olhares matemáticos orientados-pela-cultura são interligações que, simultaneamente, navegam pelas dimensões e pelas escalas da cultura, estabelecendo canais de comunicação entre contextos com base na incidência matemática do conhecimento, onde a abordagem educacional preconiza a permeabilidade do conhecimento entre a experiências, cultural e matemática, que decorrem da experiência interativa num contexto não formal de aprendizagem. Ou seja, os olhares matemáticos operacionalizam ações integradas na abordagem educacional.

De seguida, especificou-se o contexto não formal no formato de trilho. Enquadrando teoricamente este formato, discutiram-se as características que o enquadrariam na abordagem educacional conceptualizada. Considerou-se, tal trilho, como um percurso predefinido com estações, nas quais são propostas aos utilizadores tarefas com diferentes níveis de interatividade e com incidência em singularidades culturais enquadradas no contexto no qual decorrem, orientadas por propósitos de educação científica. Finalmente, foram apresentadas e descritas sete fases para o desenvolvimento do que foi designado por “trilho orientado-pela-cultura”.

Capítulo 5 – Metodologia

Opções metodológicas

Nota prévia

O referencial etnomatemático (capítulo 2) é um dos pilares teóricos deste estudo e, metodologicamente, são consideradas algumas influências de metodologias utilizadas em abordagens etnomatemáticas. De seguida, são destacados alguns aspetos de posturas metodológicas de determinadas abordagens etnomatemáticas, cuja conduta no terreno são inspiradoras do ponto de vista do papel que a matemática assume e do estabelecimento de comunicação com as comunidades estudadas.

Descongelar a matemática

No trabalho etnomatemático desenvolvido no terreno, durante a década de 80 do séc XX, Gerdes questionou a forma de elementos culturais materiais: “porque é que este produto tem a forma que tem?” (Gerdes, 1997, p. 227; Gerdes 2012b, p. 94). É na procura de resposta a esta questão que a matemática, num determinado contexto cultural, é analisada. O pensamento matemático *escondido* em técnicas de produção, por exemplo de artesanato, emerge, bem como a partir dele se podem conjecturar, por exemplo, a descoberta da fórmula da área do círculo ou do designado “Teorema de Pitágoras” (por exemplo, Gerdes, 2011b, 2012a, 2012b, 2012c, 2014). O conhecimento matemático “desocultado” permite estabelecer relações entre objetos, comunicar essas relações, descobrir propriedades de figuras e aplicá-las a situações distintas. Regra geral, a forma dos objetos também está associada a vantagens práticas e à solução ótima de produção, por vezes única.

“Descongelar a matemática” (Gerdes, 1997, p. 228; Gerdes, 2012b, p. 72) é uma metodologia para analisar artefactos de comunidade extintas ou sem qualquer comunicação com interlocutores, permitindo a reconstrução de tradições matemáticas, fazendo face, na realidade moçambicana, à dificuldade de consulta de fontes escritas para recolha de dados. Desta forma, por um lado, “descongelar a matemática” coaduna-se com investigação para recuperar a matemática embutida em artefactos de comunidades extintas e, por isso, sem qualquer interação com elementos da comunidade estudada. Por outro, a expressão carrega consigo uma forte dimensão política, por ter sido originalmente utilizada, numa época de pós-independência em Moçambique, com a conotação de recuperação de pensamento e práticas locais coibidas durante o período colonial (Gerdes, 2012b).

Por vezes, esta abordagem etnomatemática de Gerdes é identificada como redutora, assente em argumentos como, por exemplo, a não interação com membros da comunidade, a sobrevalorização do referencial da matemática NUC na leitura das práticas culturais, o entendimento da matemática como património da humanidade e, com eventuais consequências no involuntário contributo dessa

ação para o processo de colonização do conhecimento (Alangui, 2020; Barton, 1996; Bernales & Powell, 2018). Este não é, contudo, o posicionamento adotado neste estudo como é justificado de seguida.

Gerdes defende que a reconstrução de pensamento matemático no contexto cultural – “descongelar a matemática” – deve ser utilizada quando não é possível o diálogo direto, físico ou historicamente (Gerdes, 2001, p. 32⁶⁷). Desta forma, surgem posturas distintas na comunicação entre o investigador e investigado que advêm do próprio contexto e objeto de estudo ser/pertencer, ou não, (a) uma comunidade viva. Se, no segundo caso, “descongelar a matemática” será a metodologia possível, no primeiro, a interação direta com a comunidade permite compreender e atribuir significado ao pensamento matemático no contexto cultural (Gerdes, 2001, 2007a, 2012a). Reforça-se que, posteriormente, esta expressão ganhou novos significados ao ser estendida a contextos políticos diversificados e aplicada, indiferenciadamente, a comunidades extintas ou vivas, no âmbito da educação matemática.

A atuação didática de Gerdes na educação matemática em Moçambique caracterizou-se pela consciencialização da relevância da matemática, com base na exploração de representações matemáticas em práticas culturais, e o consequente desenvolvimento cultural dos alunos e respetivas comunidades. Assim, existiu neste autor uma preocupação explícita e constante em elevar o nível da matemática no contexto educativo, tendo como referência padrões internacionais e o significado, com base no contexto e culturas locais, de forma inovadora e pioneira para a época. A par da atuação em contexto educativo formal, a sua ação foi dirigida também para públicos mais abrangentes, no sentido de os despertar para a matemática, produzindo propostas de desenvolvimento de processos e pensamento matemáticos a partir de conhecimento cultural e de forma recreativa. Exemplos dessa vertente de divulgação da matemática inspirada em práticas culturais são os desafios em formato de puzzles e jogos como os *bisos* ou os *sona* (Gerdes, 2008, 2012d, 2013). O seu discurso, ao longo do tempo, evoluiu e adaptou-se às transformações sociais, culturais, políticas e económicas no terreno, bem como ao avanço da etnomatemática como domínio de investigação, para o qual contribuiu com um volume de produção ímpar. É ainda importante contextualizar que Gerdes emigra da Europa para um país africano, um ano após a independência do mesmo. No papel de professor e investigador matemático no ensino superior, contribuiu e incentivou a formação superior da primeira geração de moçambicanos com investigação na área da etnomatemática e da educação matemática. A postura de Gerdes no terreno pautou-se pelos valores humanísticos de respeito e dignidade, em prol de uma ação solidária com os princípios da construção de identidades culturais em Moçambique e da emancipação da educação matemática por via da etnomatemática, como referido no capítulo 2, referencial etnomatemático (Gerdes, 1998, 2007a, 2012b; Powell, 2015).

⁶⁷ No original em Inglês *If no direct dialogue, physically or historically, with the inventors and/or (re)producers is possible, the researcher may try to reconstruct elements of mathematical thinking probably involved in the invention and reproduction processes. These reconstructed elements may be called 'frozen' or 'hidden' mathematics.*

O crescente papel das interações em abordagens etnomatemáticas

A “interrogação mútua”, como metodologia no âmbito da etnomatemática, foi proposta e experimentada por Alangui (2010), numa investigação que incidiu sobre práticas de cultivo de arroz da comunidade Igorot, nas Filipinas. O processo de diálogo conforme proposta por Alangui (2010), foi alvo de estudo por N. Adam (2011) com base na tecelagem de tampas de comida (*tudung saji*, em malaio) por artesãos, na Malásia. Este foi experimentado por Alangui (2010) e N. Adam (2011), decorrente de ciclos de diálogo, ao longo dos quais o investigador assume o papel de moderador e mediador no questionamento entre representantes da matemática académica e representantes de práticas culturais, como forma de articulação entre os sistemas QRS e a matemática NUC. No caso de Alangui (2010), este é um conhecedor profundo da comunidade investigada, pelas suas raízes culturais, e, dada a sua formação académica, também um matemático. Por sua vez, N. Adam (2011), externa à comunidade de artesãos, envolveu, além dos praticantes culturais, matemáticos académicos externos ao processo de interrogação.

A interação de “leva e traz” prolonga-se durante o processo, no sentido de aumentar a compreensão entre os praticantes das singularidades culturais e os matemáticos académicos, incentivando novas visões para ambas as partes, potenciando que as semelhanças e diferenças sejam canalizadas para cada sistema transformar e melhorar o outro. Aliás, ambos os investigadores, ao refletirem sobre a mutualidade da interrogação, concordam que as interações promovidas trouxeram benefícios para ambos, sistemas QRS e matemática NUC (N. Adam, 2011; Alangui, 2010, 2020).

Independentemente da prática cultural em estudo, este processo pode ser representado na figura 7.

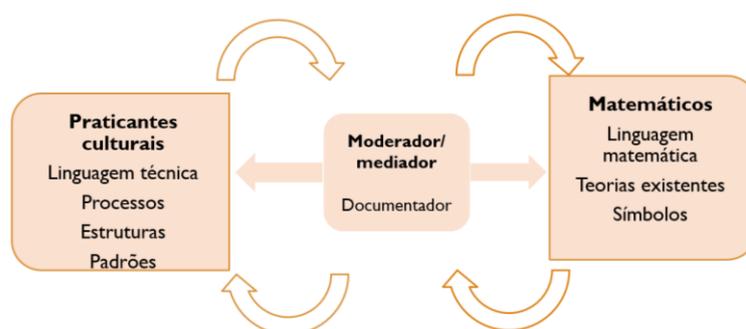


Figura 7 – Processo de interrogação mútua, por N. Adam (2011, p. 63).

N. Adam et al. (2010) analisam algumas limitações da interrogação mútua e a convergência das dificuldades sentidas pelos investigadores no estabelecimento do diálogo mútuo é nítida. Destacam-se, entre outras, três questões que intersejam a ética de uma investigação desta natureza: i) interesse mútuo; ii) simetria de comunicação e iii) representatividade. O interesse mútuo por partes dos praticantes, culturais e matemáticos, resulta, à partida, do interesse estabelecido por parte do investigador. O interesse da parte dos praticantes pode nunca surgir, no caso de o investigador não conseguir transformar a informação recolhida em conhecimento útil para os mesmos.

Uma outra questão refere-se à simetria na comunicação. Regra geral, o investigador está numa posição mais próxima do matemático do que do praticante da singularidade cultural e isso poderá

gerar uma interrogação desigual entre referenciais de conhecimento. Conhecer e incluir as agendas dos participantes especialistas da matemática acadêmica e das singularidades culturais, é crucial para equilibrar a comunicação.

A representatividade do investigador, ao assumir “a voz” de um lado para o outro lado das partes envolvidas, é outro aspeto que deve ser alvo de reflexão. A interrogação poderá ser interna à mente do investigador, o que atribui a este a responsabilidade de representar pelo menos um dos praticantes/comunidades no diálogo/interrogação. Neste sentido, é sugerido que a metodologia em causa possa ser descrita como uma atitude, mais do que uma metodologia.

Para ultrapassar, pelo mesmo parcialmente, as fragilidades acima mencionadas é proposto por N. Adam et al. (2010) e abordado igualmente em N. Adam (2011) um modelo que promova um processo de interrogação mútua integral. Este modelo poderá passar pela criação de uma plataforma que proporcione o contacto direto entre partes envolvidas, para que se questionem diretamente. Sem a questão da representatividade, o investigador centra o seu papel na promoção do diálogo entre partes. Há, contudo, um trabalho prévio que o investigador, enquanto mediador, não poderá descuidar até que ambas as partes estejam preparadas para a tal plataforma de diálogo. Uma proposta de representação deste processo está esquematizada na figura 8.

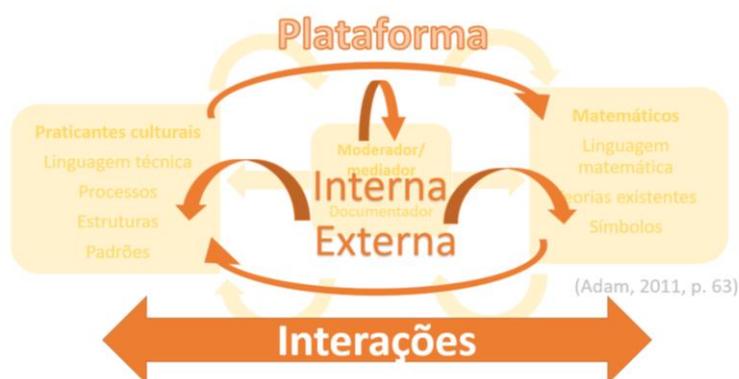


Figura 8 – Processo de interrogação mútua sugerido em N. Adam et al. (2010).

Não obstante os benefícios deste modelo, o papel de mediador do investigador continua a ser crucial ao longo do processo. A saber: i) existe um trabalho prévio em que o investigador apresenta a sua intenção ao praticante/comunidade. Caso haja recetividade e seja iniciada a partilha de conhecimentos, terá sido dado um passo importante; ii) o investigador deve evitar categorizar o conhecimento em científico e não científico e iii) os praticantes representantes de ambas as partes, matemática acadêmica e singularidades culturais, devem beneficiar do processo.

Apesar de assumir a forte influência da interrogação mútua sugerida por Alanguí (2010), Parra (2018) destaca a limitação de, por vezes, esta dar lugar a um diálogo interno que pode comprometer a metodologia, em termos de relação do investigador no terreno, bem como a participação do investigado. A teorização etnomatemática de Parra (2018), tem, na génese, um trabalho empírico com a comunidade Nasa, na Colômbia, no âmbito de um projeto com características inovadoras que foram alvo de reflexão profunda. O autor defende uma postura metodológica que, em vez de se

olhar para algo pré-existente, sejam criadas representações nas relações entre matemática e cultura com significado naquele espaço e tempo, resultantes da interação com aqueles participantes. A este propósito, são distinguidas três abordagens no posicionamento do investigador perante o investigado, considerando como desejável a terceira. Uma primeira é descrita como: “eu procuro o meu conhecimento nas tuas práticas” (p. 185), que é compatível com a procura de objetos, estruturas ou procedimentos do referencial matemático do investigador em práticas culturais. Numa resposta ao problema da reflexividade, uma abordagem não etnocêntrica do conhecimento matemático enquadra-se no posicionamento: “eu procuro o teu conhecimento nas tuas práticas, por isso conta-me, nas tuas palavras, como fazes.... Mas lembra-te, sou eu quem analiso [o conhecimento]” (p. 185). Uma viragem na relação de simetria entre o investigador e o investigado, poderá levar o investigador a considerar o interesse e as expetativas do outro na experiência de investigação, que se pode caracterizar por algo deste género, “eu estou interessado em..., e tu, estás? Se não, quais são os teus interesses? Talvez consigamos ajudar-nos mutuamente” (p. 185)⁶⁸. Neste último cenário, as motivações e as expetativas, bem como as dinâmicas das relações sociais e políticas que influenciam a comunidade durante o processo de criação, importam e são consideradas. Aliás, a atual tendência converge para a seleção de metodologias participativas nas quais as interações assumem um papel preponderante. Parra reforça a centralidade das interações, na tentativa de um diálogo com características de horizontalidade entre o investigador e investigado, ao sugerir uma metodologia baseada em práticas de negociação – *practices of bartering* (no original em Inglês) – que apela a uma postura de investigação coletiva no terreno. Para este autor, a simetria, relacionada com a responsabilidade do investigador perante o investigado, assume um papel crucial. Assim, no sentido de enfatizar e sensibilizar para a dimensão da simetria nas abordagens etnomatemáticas ou, eventualmente, apoiar o investigador a estruturar um projeto com as comunidades, o autor desenvolveu uma ferramenta analítica que inclui categorias subjacentes a: i) relação com a comunidade, antes e depois do trabalho de campo; ii) teoria que sustenta o enquadramento etnomatemático; iii) formas de participação e interação permitida pela comunidade durante o trabalho de campo; iv) discussão sobre problemas de representatividade no terreno; v) ações do investigador tendo em vista a simetria e vi) outras questões, como por exemplo as aplicações à escola (Parra, 2018). Esta ferramenta, em particular as categorias nela definidas, pode constituir-se como um suporte em outras investigações com abordagens etnomatemáticas ou como elemento de reflexão sobre o posicionamento do investigador em abordagens de inspiração etnomatemática, como é o caso do presente estudo.

⁶⁸ No original em Inglês ...*I look for my knowledge in your practice...*; ... *I look for your knowledge in your practice, so tell me in your words how you make baskets. But remember, I am the one who analyses...*; *I am interested in baskets, do you? If not, in which things are you interested? Maybe we can help each other...*

Em busca de um equilíbrio

Neste estudo, as especificidades do contexto foram determinantes na definição do posicionamento da investigadora, influenciado também por imprevistos decorridos ao longo do tempo. Entre as características que influenciaram o planejamento e o decorrer do estudo estão:

- i) o enquadramento da investigação num trabalho académico, com limitação temporal;
- ii) a inexistência de estruturas ou práticas de participação pública na definição de políticas educativas acessíveis à esfera de ação do cesteiro;
- iii) a identificação de apenas um principense com formação superior em matemática e em ensino que, após uma receptividade inicial, foi impediram de participar neste estudo devido à sua situação profissional e pessoal;
- iv) as características de um sistema educativo importado e
- v) o conhecimento do terreno para além da investigação.

Do ponto de vista de imprevistos, determinantes para o período temporal do estudo e que implicaram reformulações metodológicas estruturais, destacam-se, por um lado, a necessidade de ausência do terreno a partir de 2016, apenas com visitas pontuais, situação que não estava inicialmente prevista; por outro, a pandemia da COVID-19, declarada como tal desde março de 2020, que implicou limitações de mobilidade e também de acesso ao terreno que se prolongaram até ao final do estudo.

Quanto à comunidade de cesteiros, esta mostrou ser muito reduzida, dispersa e envelhecida, o que desincentivou o desenvolvimento de expectativas de participação ativa e envolvimento efetivo por parte do cesteiro, ao longo das várias fases do estudo. Porém, emergiu dele a vontade do seu conhecimento não se perder e poder ser transmitido a jovens, ainda que a sua perceção fosse de desinteresse total destes principenses em relação à confeção de cestos.

Relativamente ao envolvimento efetivo de especialistas da cultura com conhecimento matemático académico, este surge como vantajoso na interpretação do conhecimento matemático pelo referencial das singularidades culturais (N. Adam, 2011; Alanguí, 2010; Miarka & Viggiani, 2012; Parra, 2015). A não identificação, em São Tomé e Príncipe, de um especialista em cestaria com formação matemática académica limitou a interpretação matemática por lentes das dimensões culturais interligadas. No sentido de não comprometer a metodologia, transformando a interrogação mútua num questionamento interno, mas para descentrar a interpretação do conhecimento matemático exclusivamente do ponto de vista da investigadora, optou-se por procurar compreender as práticas de cestaria por meio de interações com diferentes especialistas. Assumiu-se, assim, a bagagem individual de cada perspetiva, incluindo a da investigadora, interligando e complementando-as. Desta forma, foram envolvidos, durante o desenvolvimento da intervenção, participantes com diferentes visões, entre os quais principenses, incluindo indivíduos que pudessem atuar junto de jovens e mobilizá-los para o tema da confeção de cestos, e académicos de áreas de especialização distintas, bem como etnomatemáticos com trabalho de campo em África e na área da cestaria. Deste modo, evidenciaram-se relações entre matemática e cestaria (ainda que exteriores ao Príncipe), sem perder de vista a possibilidade de retorno da investigação para os cesteiros e a

sociedade onde esta comunidade se insere. Para tal, o recurso a metodologias participativas permite estabelecer interações entre a comunidade científica e especialistas de singularidades culturais e alargar o espectro de interações a especialistas das mesmas e de outras áreas. A conjugação destas orientações metodológicas inspiradas em Parra (2018) e Alanguí (2010, 2020) com o posicionamento de Gerdes (2007a, 2012b), enquadra-se nas opções deste estudo. Assim, a leitura de uma singularidade cultural específica por lentes matemáticas está inevitavelmente associada a uma postura etnocêntrica controlada e consciente, de acordo com a bagagem individual de quem faz a leitura, a qual é desvanecida pela participação de outros intervenientes.

No que concerne ao sistema educativo santomense, até à data, as reformas curriculares são levadas a cabo sem estarem sustentadas na investigação do contexto específico, investigação essa ainda muito escassa. Adicionalmente, em particular no Ensino Secundário, os tópicos programáticos da disciplina de matemática correspondem aos homólogos portugueses, ainda que se verifiquem algumas, artificiais, adaptações ao contexto nos recursos educativos (Borrvalho et al., 2019; N. Costa et al., 2017; Latas & P. Rodrigues, 2015). Esta situação faz com que, por um lado, as questões levantadas por Gerdes, relativamente à educação matemática em África nas décadas de 80 e 90 do séc. XX, continuem atuais e pertinentes na realidade educativa de São Tomé e Príncipe e, por outro, as fragilidades da alienação cultural apontadas na literatura (Ferreira, 2009; Eglash, 2000; Pais, 2011, 2013) mereçam também, neste contexto, uma reflexão. Desta forma, promover a consciência da relevância da matemática e estimular a confiança cultural são duas vertentes da investigação etnomatemática em São Tomé e Príncipe que poderão contribuir para o que Gerdes designa de “educação matemática para a emancipação” (Gerdes, 2012b, p. 135). Na mesma linha de atuação que Gerdes, num contexto também ele africano de uma antiga colónia portuguesa, desmistificar a matemática e a visão etnocêntrica do conhecimento matemático ganham relevo.

Finalmente, o conhecimento do terreno permitiu desenvolver uma relação de confiança e respeito mútuo com a comunidade, independentemente do contexto da investigação, um dos aspetos que contribui para a simetria da relação entre investigador e investigado, conforme considerado por Parra (2018). Nomeadamente por: i) existir uma visão exterior do contexto, complementada com um envolvimento em diferentes áreas da comunidade, como resultado de uma permanência/residência prolongada independente da investigação; ii) haver contacto próximo com (futuros) professores de matemática na ação profissional, em contexto de formação e prática pedagógica e iii) ter acesso à esfera de decisão, resultado do desempenho de cargos com influência na política educativa. Na secção *experiência prévia da investigadora* do capítulo 1, introdução, são apresentadas e discutidas, com mais detalhe, as vivências da investigadora relevantes para este estudo.

Paradigma e modalidade

Existem várias formas e caminhos para dar sentido àquilo que rodeia os indivíduos, desde uma escala micro a uma dimensão macro. No entanto, a visão do mundo do investigador, enquanto ser humano, as inquietações, a forma como os problemas se colocam e as questões que daí emergem

influenciam e são influenciados pelos quadros de referência utilizados para organizar a observação ou o raciocínio, ou, por outras palavras, contribuem para enquadrar o paradigma de investigação que é adotado (Babbie, 2007; Bogdan & Biklen, 1994). Em conjunto, a postura adotada pelo investigador na investigação e a(s) questão(ões) que a define(m) são determinantes no caminho a delinear para alcançar um determinado resultado de investigação. Por sua vez, os métodos de investigação, sejam eles qualitativos, quantitativos ou mistos, são apoiados pela escolha de uma modalidade de investigação, constituída por determinadas etapas com recurso a um ou mais procedimentos, também eles alinhados pela obtenção de resultados de investigação (Babbie, 2007; Creswell, 2014).

A investigação em causa tem como finalidade desenvolver um trilha integrado numa perspetiva de educação científica em contexto não formal e coerente com perspetivas múltiplas da etnomatemática no contexto da cestaria da ilha do Príncipe.

Ao incidir no desenvolvimento de uma intervenção teoricamente fundamentada e assente no reconhecimento da existência de realidades singulares e múltiplas à investigação empírica, inserida em contextos plurais (pessoal, social, cultural, histórico, arquitetónico, político, entre outros), este estudo insere-se no paradigma pragmático, o qual se orienta para a resolução de problemas práticos do “mundo real” (Babbie, 2007; Creswell, 2014). Assumem-se ainda uma visão da realidade socialmente construída e culturalmente contextualizada do conhecimento, bem como uma visão socioconstrutivista da aprendizagem, as quais se aproximam de princípios do paradigma interpretativo, por vezes também designado de (socio)construtivista (Amado, 2014; Creswell, 2014).

Em particular, a investigação em causa propõe-se contribuir para responder às seguintes questões:

- i) quais as orientações para operacionalizar uma abordagem educacional em contexto não formal, que interligue a incidência matemática do conhecimento com práticas culturalmente contextualizadas?;
- ii) como desenhar tarefas no âmbito do desenvolvimento de um trilha que integre interações etnomatemática contextualizadas na cestaria da ilha do Príncipe? e
- iii) como se caracteriza a exploração dos recursos educativos produzidos, ao nível das atitudes de educação científica esperadas?

As três questões de investigação – i), ii) e iii) – apelam à orientação teórica, mas também, do ponto de vista prático, à intervenção no contexto. Na verdade, a questão i) remete para o desenho de orientações e recomendações que permitam desenvolver uma abordagem educacional em determinadas condições – com incidência matemática, em contexto não formal, que interligue o conhecimento com base em práticas culturalmente contextualizadas, com propósitos de educação científica –, ou seja, é algo que se coaduna com o desenvolvimento de uma ação a nível conceptual. Por outro lado, a questão ii) aponta para uma intervenção que permita o desenvolvimento efetivo de tarefas para o formato de trilha, coerentes com as orientações emanadas de i) e adequadas a um contexto muito particular: a cestaria da ilha do Príncipe. Finalmente, a questão iii) incide na descrição de ações e interações decorrentes de um primeiro contacto dos participantes com as

tarefas produzidas em ii), e na interpretação das mesmas, do ponto de vista do desenvolvimento de atitudes promotoras de educação científica, ao olhar da investigadora.

Se a componente pragmática, na procura de resolver problemas práticos, emana das questões i) e ii), a componente interpretativa reflete-se quer na visão teórica subjacente ao desenvolvimento do quadro conceptual em i), quer no papel interpretativo assumido pela investigadora para responder à questão iii).

Além disso, a finalidade e as questões colocadas remetem para produtos de investigação do ponto de vista prático, nomeadamente o desenvolvimento de um conjunto de recursos, também aqui designados de “coleção”, para um trilha conceptualmente fundamentado. Do ponto de vista teórico, é preconizada a produção de conhecimento relativamente à abordagem educacional em contexto não formal, conceptualmente desenvolvida. As orientações sobre características das tarefas e procedimentos que daí resultam são concretizadas no desenvolvimento de uma intervenção que tem lugar ao longo do estudo. Também o potencial desenvolvimento de atitudes promotoras de educação científica emerge da operacionalização da mesma.

Este duplo foco, na teoria e na prática, faz com que o *design research* surja como uma possibilidade, adequada para desenhar e desenvolver um caminho em conformidade com o pretendido (Akker et al., 2006; McKenney & Reeves, 2019; Pereira & Oliveira, 2020; Plomp, 2013). Em particular, combina as orientações de um estudo de desenvolvimento e de um estudo de validação segundo as características mencionadas por Plomp (2013). Por um lado, há um foco no desenvolvimento de uma intervenção com base no desenho de uma abordagem educacional com características inovadoras. Os contributos desta abordagem educacional são passíveis de ser considerados em diferentes contextos, como possível orientação para o desenvolvimento do formato de trilha assente nos mesmos pressupostos. A produção de conhecimento está aliás, prevista por McKenney e Reeves (2019) como um *output* do DR, ainda que com diferentes níveis de generalização. Neste caso concreto, por se tratar de orientações resultantes da investigação relativa ao processo de desenvolvimento da intervenção, a sua adaptação a outros contextos é considerada como possível. Por outro lado, existe o foco de investigar a validade da teoria globalmente desenvolvida enquadrada no referencial da etnomatemática, dos trilhos de ciência e da promoção de educação científica, no contexto da ilha do Príncipe e a propósito da cestaria. Na medida em que o produto esperado da intervenção assume uma componente de resposta no contexto, é, nesta modalidade, por vezes, referenciado como solução.

As raízes epistemológicas do *design research* relacionam o conhecimento com a prática, o que faz com que o seu alinhamento com um paradigma pragmático de investigação seja algo assumido por alguns autores, como referem e corroboram Pereira e Oliveira (2020). Além disso, a centralidade no problema e nas consequências práticas da investigação enfatiza o recurso ao método considerado mais adequado de acordo com os propósitos da investigação, aproximando-se do que Creswell (2014) e Visscher-Voerman et al. (1999) identificam como características do paradigma pragmático.

Ainda que esta modalidade, com uma componente prática e investigação empírica, abranja uma família de abordagens (Akker, 1999; Akker et al., 2006; McKenney & Reeves, 2019; Plomp, 2013), neste estudo, a referência a *design research* (DR) está vinculada ao subconjunto de DR em contexto educativo, também designado por *design research* educacional, a menos que seja dito algo em contrário.

Design research

O DR integra processos de *design* e de investigação. A partir de um contexto naturalista e baseada num *design* desenvolvido e avaliado ao longo de um processo investigativo, é assumida uma intervenção prática cuja implementação e análise não segue qualquer padrão uniformizado para além do carácter faseado e cíclico. Ou seja, em cada estudo, em conformidade com os objetivos definidos e o contexto em que decorre, são selecionados os métodos e os instrumentos para recolha de dados, existindo, porém, uma flexibilidade para reorientar formas de atuar e tomar decisões que decorrem da evolução da intervenção. A dupla valência de obter informação que contribua para a eficiência da intervenção, assim como gerar e validar conhecimento, é transversal a estes estudos. Além disso, estes partilham de características comuns e regem-se por critérios de qualidade, também eles consensualmente aceites (Akker et al., 2006; Gravemeijer & Cobb, 2013; McKenney & Reeves, 2019; Nieveen & Folmer, 2013; Pereira & Oliveira, 2020; Plomp, 2013).

Assim, nesta secção, além de algumas características comuns às abordagens de DR e critérios de qualidade associados, é apresentada a trajetória delineada, combinando os princípios teóricos, as questões e o contexto deste estudo em particular.

Caraterísticas

Existem vários adjetivos, utilizados recorrentemente na literatura, que caracterizam, ainda que atendendo às variantes, o processo de DR. Entre eles estão: intervencionista, iterativo, interativo, orientado (pelo processo), pragmático, enraizado (na teoria), colaborativo, flexível, multinível, contextualizado, transformativo (Akker et al., 2006; Kelly, 2006; McKenney & Reeves, 2019; Pereira & Oliveira, 2020; Plomp, 2013).

Considera-se como referência as cinco características apontadas por McKenney e Reeves (2019), nomeadamente o DR ser: teoricamente orientado; intervencionista, responsabilmente fundamentado, colaborativo e iterativo. Esta opção justifica-se pela abrangência das mencionadas características dentro da modalidade em causa e por estarem evidenciadas no modelo genérico de DR proposto pelos mesmos autores e que serviu de base para delinear o modelo do presente estudo.

Teoricamente orientado

Uma característica do DR é a compreensão da ciência ser utilizada não apenas para a investigação, como o é habitualmente, mas também para moldar o desenho de uma resposta possível para um problema real. O desenvolvimento da compreensão da teoria no DR evolui de acordo com os

resultados empíricos, mas também pelas suas implicações em dimensões específicas do *design* considerado. Neste estudo, o desenvolvimento da compreensão da teoria está relacionado com a elaboração de Princípios de *Design* (PD) que permitem desenvolvimento de trilhos orientados-pela-cultura, focado, em particular, no processo de construção de recursos com determinadas características e num contexto específico.

Os PD pretendem tornar explícitas as decisões associadas ao desenho da intervenção e transformá-las em linhas orientadoras, de cariz teórico e prático, capazes de modificar a realidade de modo inovador e, simultaneamente, responder a problemas educativos (Akker, 1999, 2013; Plomp, 2013). Consoante o objetivo do estudo, os resultados teóricos de um DR podem assumir-se como PD, no caso de estudos de desenvolvimento, ou como teorias locais, no caso de um estudo orientado para a validação⁶⁹. Ainda que os resultados surjam de um contexto específico e delimitado, e sem que haja garantias de sucesso em outros contextos, o número de aplicações em diferentes contextos confere-lhes relevância epistemológica (Plomp, 2013).

Intervencionista

O processo de DR envolve o desenvolvimento criativo de uma solução informada pelo conhecimento científico existente, pelos resultados do estudo empírico e pelo conhecimento local dos participantes no projeto, com a intenção de, a par da compreensão da teoria, promover uma mudança no contexto no qual essa intervenção decorre. Uma intervenção pode incidir em processos, produtos, programas ou políticas. No presente estudo, a par da compreensão da teoria referente ao desenvolvimento de trilhos orientados-pela-cultura, a intervenção no contexto refere-se a um produto ancorado no quadro conceptual desenvolvido e nos PD que o sustenta, que é designado por EMcEsta⁷⁰.

Responsavelmente fundamentado

O DR tem uma estrutura que permite explorar a complexidade da realidade em contextos educativos, respondendo em conformidade com os aspetos identificados. Ou seja, as (re)ações e ajustes influenciam os processos e os produtos e, reciprocamente, estes últimos influenciam as ações que decorrem na prática. O desenvolvimento e refinamento da intervenção permite equilibrar as componentes teórica e prática ao longo do tempo. Pereira e Oliveira (2020) recorrem à expressão

⁶⁹ As referências não são unânimes. Outras designações para *design principles* utilizadas são *theory*, *intervention theory* ou *design theory*. Também a par de *local theory* e de acordo com os autores, é utilizada a designação de *instructional theory* (Plomp, 2013, p. 32). Neste estudo optamos pela expressão “princípios de *design*”, mantendo o *design* em vez de traduzi-lo para Português para demarcar estes princípios como uma componente da modalidade de DR.

⁷⁰ A intervenção deste estudo corresponde ao desenvolvimento da EMcEsta – Experiência educacional para a integração de perspetivas múltiplas da etnoMatemática no contexto da cEstaria da ilha do Príncipe – que será alvo de um enquadramento mais detalhado no capítulo 7, referente aos recursos educativos EMcEsta para um trilho orientado-pela-cultura na ilha do Príncipe.

“ancorado no contexto” (p. 336) para enfatizar que é a análise que decorre da situação real que orienta o redesenho da intervenção em prol de resultados práticos. Neste estudo, a adequação das respostas produzidas são consequência de uma tentativa de harmonizar os processos de construção e a operacionalização dos recursos EMcEsta.

Colaborativo

A condução de um DR é feita em colaboração com a prática, não apenas para ou na prática. Neste sentido, o processo de DR exige a colaboração entre investigador(es) e outros especialistas que lhes confere oportunidades para desenvolver perspectivas múltiplas sobre os fenómenos e questões em análise. Nomeadamente o diálogo entre investigador(es) e especialistas pode prever os ajustes no desenho da intervenção pelo seu redirecionamento, no sentido de alcançar objetivos de natureza prática, assim como os especialistas podem aprender a utilizar ferramentas ou estratégias alternativas para lidarem com determinadas situações no dia-a-dia. Aliás, esta componente colaborativa é igualmente uma recomendação de abordagens etnomatemáticas (Alangui, 2010, 2020; Parra, 2018; Rosa & Orey, 2012), sendo as perspectivas múltiplas oriundas de diferentes especialistas uma das tónicas presentes neste estudo.

Iterativo

As reflexões permitem que as intervenções do DR evoluam ao longo do tempo, num processo cíclico e iterativo de análise, desenvolvimento, avaliação e refinamento. Cada fase do DR é, por si, um ciclo completo, ainda que haja processos que se repetem ciclicamente e, por isso, iterativos, que constituem o processo de DR como um todo. O modelo de DR do presente estudo desenvolveu-se em quatro ciclos, constituídos por outros microciclos que cada processo-chave constitui por si. Em particular, os microciclos iterativos de *avaliação e reflexão* envolvem interações com diferentes especialistas e com propósitos distintos nas diversas fases do processo de DR. Tal processo será apresentado em detalhe na subsecção referente ao modelo de DR utilizado.

Critérios de qualidade

A qualidade da intervenção de um DR é uma questão relevante na investigação. Plomp (2013) aponta a eficácia como um critério para a qualidade da intervenção na sua fase final. No entanto, outros critérios poderão otimizar a trajetória de desenho e de desenvolvimento da intervenção. Nieveen e Folmer (2013) definem como critérios a validade, a praticidade e a efetividade⁷¹. São estes os três critérios de qualidade que são adotados neste estudo.

⁷¹ No original em Inglês, *effectiveness*. Ainda a tradução literal para Português seja eficácia, neste estudo, e porque estamos a considerar apenas uma abordagem potencial da intervenção, optamos pela expressão “efetividade” pelo foco estar em perceber o quão efetiva se pode esperar a implementação dos recursos EMcEsta e não no grau de consecução de resultados alcançados.

Validade

A validade no processo de DR refere-se à intervenção do ponto de vista teórico e conceptual. Essa validade pode aludir ao conteúdo da intervenção, também designada por relevância, e consiste na inclusão do estado da arte dos temas sobre os quais incide o desenho da intervenção. A validade pode ainda estar relacionada com o construto desenvolvido, isto é, referente à consistência interna, e corresponde à coerência de como as várias componentes da intervenção estão interligadas umas às outras. Neste estudo, a relevância está relacionada com a coleção EMcEsta incorporar os princípios que a sustentam, em termos de pilares teóricos e de PD, bem como estar enquadrada no contexto ao qual pretende dar resposta. A consistência interna refere-se à coerência entre componentes dos recursos educativos. Cumprindo os requisitos de relevância e consistência, considera-se a EMcEsta como válida.

Praticidade

A praticidade refere-se à característica dos utilizadores finais considerarem a intervenção como aplicável em condições normais, no contexto para o qual foi desenhada. A apreciação da utilização expectável da intervenção por parte de especialistas corresponde à praticidade esperada. Esta apenas é real quando os utilizadores finais tiverem oportunidade de experienciar a intervenção, eventualmente considerada desde uma fase de experienciação, fora da sua configuração normal de utilização.

No presente estudo, a praticidade corresponde à utilização da EMcEsta ser considerada como exequível, em condições normais, pelos potenciais mediadores e utilizadores, ou seja, os públicos a quem se dirige. A análise do ponto de vista da uma utilização expectável enquadra-se na praticidade esperada. Já a vivência experiencial das tarefas EMcEsta por potenciais utilizadores e mediadores corresponde à praticidade real.

Efetividade

A consistência entre os resultados da intervenção e os objetivos pretendidos é o foco da efetividade. Tal como na praticidade, a efetividade pode ser real ou esperada, consoante a utilização da intervenção seja, ou não, feita pelos utilizadores na sua configuração final, respetivamente.

Na EMcEsta, após ser verificada a praticidade, ou seja, se as características estão presentes nos recursos e se se consideram aplicáveis ao contexto a que se dirige, a efetividade foca-se em averiguar como é que a presença dessas características contribui para os propósitos de educação científica definidos. Neste caso, apenas a efetividade esperada é considerada, ou seja, trata-se de compreender se os resultados expectáveis da EMcEsta convergem para o intuito de promoção de atitudes de educação científica com que a intervenção foi desenhada e desenvolvida.

O desenvolvimento da aprendizagem no geral, e de atitudes em particular, decorre ao longo do tempo e, daí as recomendações de não restringir a recolha de dados apenas ao momento da experiência, visto que a aprendizagem pode ocorrer posteriormente, sendo preferível estudos longitudinais (Falk & Dierking, 2013, 2019; Rennie & Johnston, 2004). No entanto, no contexto

da EMcEsta, a efetividade esperada surge como uma evidência empírica que permite apurar a sensibilidade quanto ao potencial impacto da experiência, em direção aos propósitos de educação científica que preconiza.

Hierarquicamente, existe uma relação entre os critérios de qualidade apresentados. A praticidade de uma intervenção faz sentido ser verificada se a intervenção for considerada válida. Da mesma forma, averiguar a efetividade faz sentido depois da intervenção ser considerada prática.

Emergência da matriz de investigação

Além da validade da intervenção para os quais foram associados critérios de qualidade, a validade de uma investigação com base no DR é discutida por Kelly (2006), ao analisar o que representa a validade interna e validade externa nesta modalidade. Também Pereira e Oliveira (2020), reforçando os pontos de vista de outros autores, entre eles Barab e Squire (2004), mencionam a validade sistêmica, referente ao enquadramento da teoria que foi testada no decurso da investigação e como os resultados foram obtidos, e a validade consequencial, que respeita ao trajeto de aplicação dessas teorias em situações futuras, o que aproxima este conceito da utilidade ou aplicabilidade da investigação.

Com o intuito de contribuir para a validade da investigação que contemple métodos qualitativos, Borralho et al. (2015), inspirados pelas recomendações da conceção de matrizes para programas e estudos de avaliação propostas, por exemplo, em Spaulding (2014), sugerem a conceptualização de uma matriz de investigação que esteja assente no quadro teórico e que explicita a relação deste com os propósitos e questões de investigação. Concretamente, a sugestão aponta para uma relação direta entre objetos de estudo e as dimensões consideradas em cada um. Segundo Borralho et al. (2015), uma matriz desta natureza apresenta o potencial de ser um elemento orientador dos processos metodológicos, no sentido de garantir que a informação recolhida é orientada pelos e para os objetos e respetivas dimensões definidas, pois, desta forma, “os dados recolhidos pelos diversos instrumentos, certamente de natureza distinta, terão assim informação relevante sobre as diversas dimensões relativamente a cada objeto de estudo” (p.66).

A experimentação da matriz de investigação em estudos de avaliação, entre outras produções de natureza académica (E. Barbosa, 2019; Borralho et al., 2015; Borralho et al., 2019; D. Fernandes, Borralho et al., 2011; D. Fernandes, Rodrigues et al., 2012), inspirou igualmente a construção de uma matriz de investigação para o presente estudo. A justificação para tal, decorre fundamentalmente de duas características deste estudo. Por um lado, a matriz de investigação, pela forma como é construída, adequa-se à obtenção de dados de natureza distinta, isto é, provenientes de métodos qualitativos e quantitativos. Por outro, o desenvolvimento da intervenção prevê um processo de avaliação da mesma, para o qual a matriz de investigação já evidenciou ser um recurso de utilidade para os investigadores (E. Barbosa, 2019; Borralho et al., 2015; D. Fernandes, 2016).

Para a conceptualização da mesma, tendo como foco o desenvolvimento da intervenção, os recursos EMcEsta constituíram a unidade de análise. De acordo com as questões de investigação, e assumindo como referência para a avaliação da intervenção os critérios de qualidade, definiram-se

três objetos de estudo, a validade, a praticidade e a efetividade. Estes estão, aliás, em estreita relação com as questões de investigação, que relembra-se serem as seguintes: i) quais as orientações para operacionalizar uma abordagem educacional em contexto não formal, que interligue a incidência matemática do conhecimento com práticas culturalmente contextualizadas?; ii) como desenhar tarefas no âmbito do desenvolvimento de um trilho que integre interações etnomatemática contextualizadas na cestaria da ilha do Príncipe? e iii) como se caracteriza a exploração dos recursos educativos produzidos, ao nível das atitudes de educação científica esperadas?

Desta forma, a questão i) está orientada para a conceção de um quadro conceptual da EMcEsta que será analisado do ponto de vista da validade da intervenção; a questão ii) remete para as características, desenho e operacionalização no contexto, por isso relacionada com a praticidade da EMcEsta, e a questão iii) está direcionada para compreender o potencial desenvolvimento de atitudes promotoras de educação científica pela exploração dos recursos EMcEsta e, consequentemente, relacionada com a efetividade da intervenção.

Para concretizar cada um dos três objetos de estudo, recorreu-se à definição de dimensões. Ainda que a revisão de literatura tenha feito emergir características diversas em relação a cada objeto considerado, a seleção das mesmas foi adequada aos propósitos de cada questão de investigação e às condições do contexto.

Na **validade**, considera-se a relevância, focada na conceptualização da EMcEsta refletir a perspetiva etnomatemática educacional considerada, a visão de educação científica em contexto não formal, as orientações para o desenho dos recursos e a visão do Espaço Ciência Sundry, bem como os recursos EMcEsta refletirem a articulação entre experiências cultural, matemática e interativa e também os PD. A outra dimensão da validade considerada é a consistência da intervenção, que corresponde à adequação da estrutura dos guiões, à clareza dos propósitos e a sua coerência com as tarefas propostas e a adequação da sequencialidade entre tarefas.

A **praticidade** da EMcEsta significa, por um lado, que os recursos cumprem requisitos que assegurem a sua fácil utilização no contexto, por outro, a garantia que determinadas características estão presentes nos recursos e que são aplicáveis ao contexto a que se dirige.

A caracterização da EMcEsta, enquanto experiência educacional para a integração de perspetivas múltiplas da etnoMatemática no contexto da cEstaria da ilha do Príncipe, destaca algumas particularidades, nomeadamente: i) ser uma experiência educacional; ii) integrar perspetivas múltiplas da etnomatemática e iii) incidir no contexto da cestaria da ilha do Príncipe. Este cenário, conjugado com os construtos apresentados no capítulo 4, são sugestivos de algumas considerações. A EMcEsta, enquanto experiência educacional preconizada pela abordagem educacional orientada-pela-cultura em contexto não formal, assenta nas características da aprendizagem em contextos não formais (Rennie & Johnston, 2004), nos pressupostos de dimensões de integração na organização do ensino, avaliação e aprendizagem (Rodrigues, 2011, 2016), na centralidade do visitante no modelo de aprendizagem contextual (Falk & Dierking, 2000, 2013) e no papel da interatividade (Wagensberg, 2001, 2005), em particular a intenção da mediação (Katrikh, 2018; Stone, 2016) com propósitos de educação científica não formal. A experiência interativa pressupõe características de

interatividade de diferentes naturezas – com base na relação do utilizador com: contextos, períodos temporais, objetos e mediador – e níveis – *hands-on*, *minds-on* e *hearts-on* – que os recursos educativos associados desejavelmente refletem. Desta forma, a natureza e níveis de interatividade constituem uma dimensão da praticidade dos recursos EMcEsta.

Da perspetiva integradora desta experiência educacional, emerge a permeabilidade do conhecimento entre a experiência cultural e experiência matemática, que se concretiza nas interações etnomatemáticas por meio de diálogos e significados matemáticos, no seu contexto cultural, entre especialistas de diferentes áreas de saber e referenciais de conhecimento, por exemplo, matemática, social, política, educacional, histórica (Gerdes, 2007a, 2012b). A operacionalização destas interações etnomatemáticas com propósitos educacionais, em contextos formais e não formais, constitui-se como canal de comunicação entre significados matemáticos (Aikenhead, 2009) e parte integrante dos olhares matemáticos orientados-pela-cultura. A atribuição de significado matemático no contexto da cestaria, não lhe estando circunscrito, tem como referência as representações matemáticas (NCTM, 2007; UNESCO, 2012; Vale & A. Barbosa, 2020), as atividades (pré)matemáticas universais – contar, medir, localizar, jogar, comunicar, desenhar – (Bishop, 1988, 2005) e a interligação de dimensões da cultura com incidência matemática (Gerdes, 2012b; Latas, 2011). Considera-se, por isso, no âmbito da praticidade, uma dimensão referente à interligação entre significados matemáticos e o contexto da cestaria.

Estando definida a singularidade cultural como cestaria da ilha do Príncipe, a sua (re)contextualização no tempo e no espaço requer práticas reais, perspetivando a sua funcionalidade passada, questionada no presente, e a sua (re)invenção futura na sociedade em que se insere (Alangui, 2020; Parra, 2018; Tan, 2020). Isto significa que aspetos de linguagem específica, as técnicas e os procedimentos devem ser abordados evitando artificialidade, considerando a funcionalidade da prática e a importância social da mesma na sociedade em que se insere (Boaler, 1993; Eglash, 2000; Ferreira, 2009; Pais, 2011; Shirley & Palhares, 2016). Esta dimensão designa-se contextualização da cestaria da ilha do Príncipe.

Quanto aos aspetos de ordem prática dos recursos, estes incluem a linguagem e aspeto gráfico dos guiões ou tarefas dirigidas aos utilizadores⁷², e dos guiões do mediador, assim como o tempo previsto para o desenvolvimento das tarefas e a utilidade da informação dos guiões do mediador. Estes aspetos estão incluídos na dimensão de apresentação e informação dos guiões.

Em síntese, as dimensões nas quais interessa obter informação acerca da interpretação das características nos recursos e da respetiva operacionalização, que informam acerca da praticidade da EMcEsta, são: apresentação e informação dos guiões, natureza e níveis de interatividade, interligações de significados matemáticos e o contexto da cestaria, assim como a contextualização da cestaria da ilha do Príncipe.

⁷² Tal como referido no capítulo 4, educação científica orientada-pela-cultura, os termos “tarefa” e “guião do utilizador” são utilizados como sinónimos, ou seja, a tarefa enquanto recurso material tal como aparece no guião do utilizador.

A dimensão da **efetividade** na EMcEsta está relacionada com o que Falk e Dierking (2013) e Wagensberg (2001) equiparam ao papel de um determinado local ou recurso educativo e cujo cumprimento descrevem como a mudança que uma experiência em contexto não formal desperta num indivíduo, a qual é conseguida quando este sai com mais perguntas do que quando entrou.

Neste estudo, o mote para o desenvolvimento da intervenção tem em vista a aproximação mútua entre ciência e sociedade. Concretizando algumas possibilidades para tal, a consciencialização da matemática e o desenvolvimento da confiança cultural (Gerdes, 2007a, 2012b) sugerem sensibilidade para alargar o conceito de matemática, enquanto ciência, a diferentes contextos no qual opera. Também uma visão de conhecimento como interligação entre as dimensões científica, humanística, técnica e mediática da cultura (M. Santos; 2009), é consistente com o desenvolvimento da sensibilidade para perspetivar a prática de cestaria à luz do entrecruzamento de dimensões culturais. Ambas as situações estimulam interações entre ciência e sociedade (M. Santos, 2011; UNESCO, 2012) e, conseqüentemente, são consistentes com o desenvolvimento de atitudes de educação científica (questão iii)).

Assim, relativamente à efetividade, as dimensões consideradas são: a sensibilidade para alargar o conceito de matemática, enquanto ciência, a diferentes contextos no qual opera, bem como a sensibilidade para perspetivar a prática de cestaria à luz do entrecruzamento de dimensões culturais. A seleção destas dimensões teve também em consideração a possibilidade de se obter evidência empírica sobre a relação do utilizador para com a ciência, em reação a um curto período de tempo em contacto com a EMcEsta.

A matriz de investigação deste estudo consta do quadro 1, abaixo.

Quadro 1 – Matriz de investigação da unidade de análise: recursos EMcEsta.

Objetos de estudo	Dimensões
Validade	Relevância Consistência Interna
Praticidade	Apresentação e informação dos guiões Natureza e níveis de interatividade Interligações entre significados matemáticos e o contexto da cestaria Contextualização da cestaria da ilha do Príncipe
Efetividade	Sensibilidade para alargar o conceito de matemática a diferentes contextos Sensibilidade para perspetivar a prática cestaria à luz do entrecruzamento de dimensões culturais

As sobreposições e alguma artificialidade nos objetos e distribuição de dimensões reforçam a funcionalidade da matriz como um elemento de suporte para o investigador sistematizar a informação e estruturar a sua forma de divulgação dos resultados e conclusões (E. Barbosa, 2019; Borralho et al., 2015; D. Fernandes, Borralho et al., 2011).

A matriz de investigação, que já por si reflete a finalidade e questões de investigação, orientou o delineamento da trajetória do modelo de DR deste estudo, em particular como orientadora da definição dos propósitos e construção de instrumento de recolha de dados, da seleção de procedimentos de análise e de triangulação de dados.

Trajetória do modelo do estudo de DR

O DR adotado baseia-se no modelo genérico proposto por McKenney e Reeves (2019). A figura 9 representa a adaptação desse modelo ao presente estudo. Ainda que a representação gráfica simplifique a complexidade do processo, nela destacam-se três processos-chave fortemente interrelacionados: *análise e exploração*, *desenho e construção*, *avaliação e reflexão* – representados, respetivamente nos quadrados – além de uma estrutura flexível e iterativa – representada por setas – que será detalhada após a apresentação geral do modelo.

A *implementação e disseminação* – representada pelo trapézio – traduz a interação com a prática durante todo o processo e de forma crescente ao longo do tempo. O duplo sentido das setas reforça a influência mútua entre os processos-chave nas ações que decorrem na prática e entre estes e os produtos. Neste estudo, as ações de implementação e disseminação acompanharam o processo de desenvolvimento EMcEsta enquanto uma possibilidade de resposta naquele contexto. Aliás, a sua inclusão no âmbito da oferta educativa do Espaço Ciência Sundry teve consequências, desde a definição das dimensões da matriz de investigação à apresentação dos resultados preliminares numa sessão pública na ilha do Príncipe. Numa fase avançada do estudo, tiveram lugar, em Portugal, outras ações de disseminação em contexto académico, em diferentes conferências e encontros da especialidade.

Nos retângulos estão representados os *produtos esperados*, quer como contributo para a prática, o desenvolvimento de uma intervenção – EMcEsta –, quer do ponto de vista da compreensão da teoria com a incorporação de PD elaborados – artigos científicos e tese de doutoramento – o que evidencia o duplo contributo deste estudo.



Figura 9 – Modelo global de *Design research*. Adaptado de McKenney e Reeves (2019, p. 83).

Os três processos-chave (representados pelos quadrados) são igualmente designados por fases do DR. Na fase de *análise e exploração* foi definido o problema, aprofundada a análise do contexto, delimitada a revisão de literatura, bem como desenvolvido o plano de ação e parte da execução da componente empírica da investigação. Paralela e simultaneamente, estabeleceram-se contactos com especialistas e decorreram visitas ao terreno. As conversas exploratórias no terreno tiveram como propósito a recolha de dados sobre singularidades culturais, em geral, e a prática de cestaria, em particular. Ainda nesta fase, teve lugar a elaboração de PD de referência que sustentam a visão do estudo, fundamentada na literatura e no contacto com especialistas.

A fase de *desenho e construção* é informada quer pelo resultado do estudo empírico, que decorre nas outras duas fases, quer pela literatura e a sua interação com a prática. No presente estudo, este processo-chave concretizou-se na exploração de possíveis estruturas dos recursos educativos, bem como o desenho e refinamento dos mesmos nas suas diferentes versões (VA, VB, VC, VD).

A *avaliação e reflexão* tem como propósito a planificação detalhada, execução e análise do trabalho de campo, acompanhado por uma reflexão estruturada e sistemática. Neste estudo, a fase em causa focou-se na avaliação dos recursos, por meio de interações (#1, #2, #3) com os especialistas, e na análise crítica dos dados recolhidos em três ciclos iterativos. A reflexão culminou com o refinamento dos PD incorporados nos recursos.

O quadro 2 apresenta a síntese dos propósitos e principais produtos de cada uma destas fases.

Quadro 2 – Propósito e componente da EMcEsta associada a cada fase do modelo de DR.

Fase	Propósitos	Principais produtos
Análise e exploração	Definição de problema Análise do contexto Desenvolvimento do quadro teórico e conceptual	Princípios de <i>design</i> de referência
Desenho e construção	Desenvolvimento de uma intervenção – versão preliminar e refinamento dos recursos EMcEsta	Coleção EMcEsta – VA, VB, VC, VD
Avaliação e reflexão	Processo iterativo de avaliação por diferentes especialistas Análise crítica das perceções sobre atitudes promotoras de educação científica	Avaliação da coleção EMcEsta – #1, #2, #3 Princípios de <i>design</i>

Ainda que cada fase possa ser vista como um microciclo, o processo de DR é constituído pelo conjunto dos vários (micro)ciclos. Segundo McKenney e Reeves (2019), as fases de *análise e exploração*, bem como de *avaliação e reflexão* constituem-se como ciclos empíricos, caracterizados pela recolha e análise de dados. A fase de *desenho e construção* corresponde a um microciclo gerador e deliberativo. A este propósito, os autores distinguem o *design* de um DR de qualquer outra modalidade, no sentido em que, no primeiro, pelo menos os microciclos de *desenho e construção* e *avaliação e reflexão* são revisitados múltiplas vezes.

O processo de DR foi constituído por quatro ciclos de *design* desde a versão preliminar até à versão final dos recursos EMcEsta (versão A – VA, versão B – VB, versão C – VC e versão D – VD), sendo estes constituídos por dez microciclos ao longo de um processo iterativo e iterativo de

investigação, no qual a avaliação dos especialistas e análise crítica da informação, acompanhada de uma constante revisão de literatura, fundamentaram o redesenho dos recursos do qual resultou a sua versão final. A sequência dos (micro)ciclos e a barra cronológica ao longo dos quais decorreram são apresentadas na figura 10.

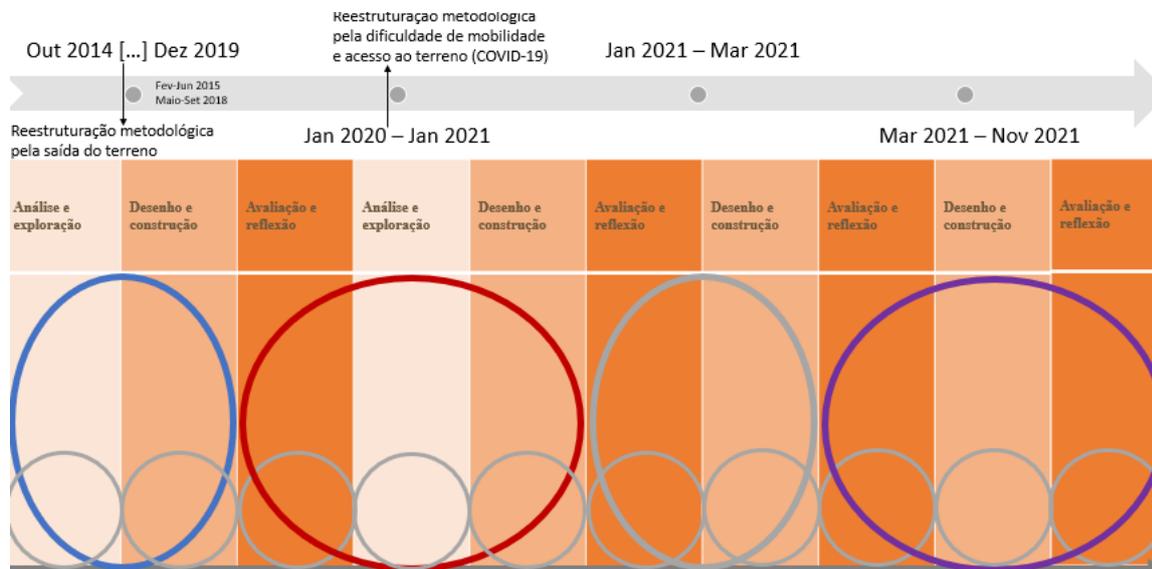


Figura 10 – Ciclos iterativos ao longo do processo de *Design research*. Adaptado de McKenney e Reeves (2019, p. 84).

O quadro seguinte (quadro 3) apresenta uma descrição sumária de cada microciclo – a cor do preenchimento da célula da tabela em conformidade com as cores utilizadas para cada fase na figura 10 – com a identificação das principais atividades desenvolvidas em cada um dos quatro ciclos de *design* de versões dos recursos EMcEsta – cada cor correspondendo a uma das versões, A, B, C e D, respetivamente – e integra informação referente a participantes, recolha, análise e triangulação de dados, detalhada nas secções seguintes.

Quadro 3 – Identificação das principais atividades ao longo dos (micro)ciclos do processo de DR.

Principais atividades
Impulso para o desenvolvimento de um trilho de ciência sensível à cultura na ilha do Príncipe
Início do projeto de investigação
Exploração de práticas culturais e de literatura em conformidade
Conversas exploratórias com praticantes de singularidades culturais, observação de práticas e seleção de uma delas
Análise da singularidade cultural selecionada de forma mais aprofundada, em interação com cesteiro e matemático
Produção de narrativa sobre a cestaria da ilha do Príncipe
Identificação de pilares teóricos e Princípios de <i>Design</i> de referência (PD1)
Desenho de um plano de estratégias, recolha e análise de dados da investigação
Orientações para o desenho dos recursos
Exploração de estruturas e elementos dos recursos educativos
Criação da versão preliminar dos recursos (Versão A)
Preparação de instrumentos de recolha de dados para a interação 1 (#1)

Contacto com potenciais participantes, entre académicos e decisores políticos, e seleção dos mesmos
Administração de questionários
Análise da informação obtida nos questionários
Produção de narrativa #1
Reflexão para a preparação de instrumentos de recolha de dados da interação 2 (#2)
Reflexão durante a contínua revisão de literatura
Planificação da #2
Continuação de revisão de literatura sobre PD
Reajuste da matriz de investigação e de estratégias de trabalho de campo
Reajuste da estrutura dos recursos
Redesenho dos recursos (Versão B)
Preparação dos instrumentos de recolha de dados para a #2
Contacto com potenciais participantes do sector educacional e seleção dos mesmos
Realização de entrevistas individuais a participantes
Análise das entrevistas
Produção de narrativa #2
Reflexão para a preparação de instrumentos de recolha de dados da interação 3 (#3)
Reflexão durante a contínua revisão de literatura
Planificação da #3
Redesenho de versão dos recursos (Versão C)
Preparação de instrumentos de recolha de dados da #3
Administração de questionários a potenciais utilizadores
Análise dos questionários e seleção de participantes
Contacto com participantes selecionados
Refinamento de instrumentos de recolha de dados da #3
Realização de entrevista individual e em grupos focais a participantes
Análise das entrevistas
Produção de narrativa #3
Redesenho de versão dos recursos (Versão D)
Produção de metanarrativa
Reflexão sobre os PD
Refinamento dos PD

Participantes

Participaram neste estudo vinte e um indivíduos, ao longo das fases de *análise e exploração* e de *avaliação e reflexão*. Os participantes foram criteriosamente selecionados de acordo com os propósitos de cada fase ou interação na qual participaram. Conforme relembram Herrington et al. (2007) na recolha de dados orientada por métodos qualitativos, a escolha dos participantes está sempre relacionada com a finalidade ou objetivos do estudo e, normalmente, os participantes são indivíduos que refletem as características ou estão influenciados pelas questões consideradas na investigação. Além disso, a condução de um DR não se coaduna com uma prática individual e isolada. Muitas vezes, os participantes são professores, pais, ou outras pessoas envolvidas na comunidade (educativa), que é o foco ou o contexto para o estudo (Reeves, 2006). A interação do investigador com participantes do contexto é, por isso, fundamental, quer para clarificar o problema, quer para refinar as características ao longo da intervenção (Kelly, 2006; McKenney e Reeves, 2019; Nieveen & Folmer, 2013).

Neste estudo, dois participantes destacam-se pelo seu envolvimento ativo, especialmente na fase de *análise e exploração*, nomeadamente o especialista em cestaria e o especialista em matemática. O cesteiro faz cestos desde os 10 anos de idade, é de origem cabo-verdiana e aprendeu a profissão ainda no seu país de origem, embora resida na ilha do Príncipe há 50 anos. Este especialista em cestaria, na fase exploratória das práticas culturais na ilha do Príncipe, mostrou disponibilidade e interesse em participar no estudo.

O matemático é português de origem, professor numa universidade pública em Portugal e mostrou interesse e sensibilidade cultural na análise matemática dos objetos de cestaria da ilha do Príncipe que lhe foram disponibilizados numa primeira abordagem, e algum conhecimento sobre o país onde decorre a intervenção, São Tomé e Príncipe. Este especialista em matemática, além de participar na fase de *análise e exploração*, participou também na primeira interação a propósito da avaliação dos recursos EMcEsta, com o intuito de validar a concretização das ideias que haviam sido alvo de discussão em fase precedente.

Durante a fase de *avaliação e reflexão*, em conformidade com critérios definidos a partir do propósito de cada interação, que são apresentados detalhadamente no capítulo 8, referente à avaliação dos recursos EMcEsta, participaram: oito membros da academia, três da área da etnomatemática, um da área da matemática, três de educação não formal e um de comunicação de ciência; dois decisores políticos, no que respeita ao Espaço Ciência Sundy; quatro professores de matemática e seis potenciais utilizadores da EMcEsta, de acordo com a distribuição apresentada no quadro 4.

Quadro 4 – Distribuição de participantes pelos diferentes momentos do DR.

Participantes	Número	Fase / interação			
		Análise e exploração	#1	#2	#3
Especialista em cestaria	1	▪			
Especialista em matemática	1	▪	▪		
Especialistas em etnomatemática	3		▪		
Especialista em comunicação de ciência	1		▪		
Especialistas em educação não formal	3		▪	▪	▪
Especialistas Espaço Ciência Sundy	2		▪		
Especialistas em educação matemática – professores de matemática	4			▪	
Potenciais utilizadores EMcEsta	6				▪
TOTAL	21	2	8	5	7

Recolha de dados

A recolha de dados foi integrada durante dois dos processos-chave do modelo de DR adotado para este estudo, nomeadamente a *análise e exploração* e a *avaliação e reflexão*. McKenney e Reeves (2019) identificam as entrevistas, grupos focais, observação, questionários, listas de verificação,

(pré/pós) testes, diários de bordo e análise documental como recursos entre os procedimentos de recolha de dados adequados e utilizados nas duas fases referidas. Pereira e Oliveira (2020) mencionam as seguintes técnicas de recolha de dados associadas a abordagens de DR: notas de campo, memos analíticos, diário do investigador, registos de episódios, perfis, produções, registos de vídeo, escalas de avaliação, interações, lista de ocorrências, listas de verificação, questionários, entrevistas, narrativas e testes. Este levantamento não exaustivo faz emergir a adaptabilidade da modalidade de DR a métodos de investigação qualitativos, quantitativos ou mistos. Se, por um lado, as técnicas de recolha de dados características de métodos qualitativos, nomeada e complementarmente a entrevista, a observação e a análise documental (Amado, 2014) estão frequentemente presentes nesta modalidade de investigação, por outro, também os questionários, as escalas de avaliação e os pré e pós testes, que são técnicas que se coadunam com métodos quantitativos de investigação (Carmo & Ferreira, 2008; Creswell, 2014), são igualmente escolhas que se poderão adequar aos procedimentos metodológicos de um DR. Aliás, McKenney e Reeves (2019), bem como Pereira e Oliveira (2020), destacam a pluralidade metodológica do DR pela frequente combinação de métodos qualitativos e quantitativos. Na presente investigação, ainda que se tenha recorrido a ferramentas características de métodos qualitativos e quantitativos, o contexto de utilização foi orientado por uma análise qualitativa dos dados recolhidos.

Neste estudo foram utilizados: observação, conversação por meio de diálogos informais e inquérito com recurso a entrevistas, em particular aos grupos focais, e questionários. Durante a *análise e exploração*, os dados foram recolhidos complementarmente com recurso a conversas informais e a observação direta, que decorreram das interações quer com o cesteiro, quer com o matemático. Os dados recolhidos, registados em formato de notas de campos e, posteriormente, analisados, dando origem a uma narrativa acerca da cestaria da ilha do Príncipe. Ao longo de três momentos distintos de interações (#1, #2, #3) em ciclos de *avaliação e reflexão*, foram administrados questionários, dirigidos a oito membros da academia e dois especialistas do Espaço Ciência Sundy (ECS) na #1; realizadas cinco entrevistas individuais, a quatro professores de matemática e uma especialista em educação não formal (ENF) durante a #2; administrados questionários a vinte e oito potenciais utilizadores, realizados dois grupos focais a seis potenciais utilizadores e uma entrevista a uma especialista de educação não formal (ENF), durante a #3.

Os instrumentos utilizados para a recolha de dados foram desenvolvidos pela investigadora, com a finalidade de serem utilizados no presente estudo. Tiveram por base os objetos de estudo e as dimensões definidas na matriz de investigação, que já por si reflete o quadro teórico, a finalidade e as questões da investigação, bem como o contexto e os próprios participantes a quem foram dirigidos. Este procedimento está de acordo com Borralho et al. (2015) ao recomendarem que “qualquer instrumento a ser utilizado para a recolha de dados deve ter em consideração os objetos, e respetivas dimensões, patentes na referida matriz [de investigação]” (p. 66).

No quadro 5 está sintetizada a informação referente às técnicas, instrumentos e fontes nos dois processos-chave nos quais decorreu recolha de dados.

Quadro 5 - Síntese da recolha de dados por fase do DR.

Fase do DR	Recolha de dados		
	Técnica	Instrumento	Fonte
Análise e exploração	Observação	Folha de registo de notas de campo	especialista em cestaria, especialista em matemática
	Conversação		
Avaliação e reflexão	Inquérito por questionário	Questionários (Anexos B1, B2 e B3)	especialistas da academia, especialistas ECS potenciais utilizadores
	Inquérito por entrevistas (individuais e em grupos focais)	Guiões das entrevistas individuais (Anexos C1-C3, C5) Guião dos grupos focais (Anexo C4)	especialistas ENF, professores de matemática, potenciais utilizadores

A escolha dos procedimentos de recolha de dados também foi orientada pelas questões e em conformidade com os instrumentos a serem utilizados. A diversidade de origem dos dados permite uma triangulação dos mesmos e, conseqüentemente, aumentar a credibilidade relativamente aos resultados obtidos. Desta forma, justifica-se a opção por uma recolha dados do mesmo fenómeno em diferentes tempos, com diferentes técnicas e a partir de fontes distintas (Fauzan, 2002; McKenney & Reeves, 2019). O procedimento de triangulação de dados é descrito detalhadamente na subsecção seguinte. De seguida, justificam-se as opções e descrevem-se os procedimentos que operacionalizaram a trajetória do método de DR, quanto à obtenção de informação para responder às questões desta investigação.

Observação

Enquanto técnica de investigação, a observação deve reger-se por um foco que delimite os atores, ações e produtos a observar (Müller, 2021). McKenney e Reeves (2019) reconhecem, na fase de *análise e exploração*, uma tendência para a seleção de técnicas com características naturalistas, na qual a observação assume um papel relevante. Nesta fase do DR, a observação constitui uma oportunidade para aprofundar o conhecimento sobre o problema ou o seu contexto.

No âmbito deste estudo, numa fase exploratória, várias práticas culturais foram observadas diretamente no seu ambiente natural, no contexto da ilha do Príncipe. Após seleção da cestaria, como singularidade cultural a estudar em profundidade, e do consentimento do cesteiro, a investigadora intensificou o contacto com esta prática por observação direta do cesteiro em ação. Participou ainda na confeção de cestos por imitação e segundo orientações do cesteiro, tendo em vista procurar compreender as técnicas de cestaria utilizadas. Este processo de aprendizagem pela investigadora foi o sugerido pelo cesteiro que aprendeu a fazer cestos por observação.

O envolvimento explícito da investigadora no contexto coloca-a numa postura de observadora participante, o que lhe permite desenvolver um conhecimento integrado na cultura do cesteiro (Carmo & Ferreira, 2008). Assim, pretendeu-se descrever, analisar e interpretar todas as ações, pensamentos e artefactos que pudessem contribuir para conhecer e compreender práticas de cestaria que decorreram no contexto observado. A observação, participada pela investigadora, apoiou a

aprendizagem e compreensão dos procedimentos de cestaria ao longo do todo o processo de confeção, além de ter permitido a recolha de dados no ambiente onde o cesteiro costuma trabalhar. Complementarmente, foram registadas fotografias do processo de confeção e do produto final, as quais, conforme sugerido por Bogdan e Biklen (1994), permitem lembrar e estudar detalhes que possam ter passados despercebidos apenas no processo de observação, como por exemplo imperfeições em alguns cestos que foram identificadas posteriormente às visitas. Aspectos considerados relevantes, a propósito da observação, foram registados pela investigadora em notas de campo em momento posterior à observação, as quais contemplaram igualmente informação das conversas informais que decorreram ao longo da observação.

Conversação

Segundo Müller (2021), a conversação é uma forma de comunicação entre dois ou mais intervenientes, tendencialmente num formato presencial e oral, e distingue-se da comunicação da entrevista por esta última ser, no âmbito das ciências sociais e humanas, uma situação artificial que não existe na comunicação do dia-a-dia. Para este autor, a conversação por meio de conversas informais não deve explorar conceitos teóricos, mas antes focar o mundo à volta da vida do participante.

O estabelecimento de contacto com os praticantes de singularidades culturais foi realizado num registo descontraído e a abordagem teve por objetivos, por um lado, averiguar a disponibilidade do praticante para participação no estudo, clarificando questões de ética inerentes ao estudo em causa que são descritas em detalhe na secção seguinte, por outro, consoante a recetividade para a participação no estudo, conhecer um pouco do praticante. Procurou-se informação pessoal: i) local de nascimento; ii) contexto de residência na ilha do Príncipe; iii) escolaridade e iv) relação com a matemática; e a experiência do praticante relativamente à prática: i) contexto de aprendizagem da prática; ii) disponibilidade para ensinar a prática; iii) perspetivas sobre a continuidade da prática no contexto da ilha do Príncipe e iv) contacto com a prática ou produto resultante, se possível.

No sentido de obter dados oriundos da perspetiva cultural, mas também de uma perspetiva matemática sobre a cestaria em particular, a recolha envolveu contactos, em momento distintos, com um cesteiro e com um matemático.

Estes contactos realizaram-se através de conversas informais, em determinado período complementarmente à observação, no sentido de clarificar algumas características menos usuais identificadas na confeção dos cestos, responder ao porquê de certos passos da técnica e compreender termos específicos de cestaria e linguagem utilizados pelo cesteiro ao descrever o seu trabalho, em simultâneo com a experimentação da prática.

As interações com o matemático decorreram com base na informação recolhida na primeira fase de interações com o cesteiro. Ainda que enquadradas nas conversas informais, pela natureza espontânea das interações e o ambiente descontraído em que decorreram, estas abordaram perspetivas teóricas, além de pessoais, relativamente a uma temática predefinida. Inicialmente foi feita uma contextualização e enviado, por e-mail, ao matemático, um documento com uma

descrição geral e fotografias de três das práticas identificadas na fase exploratória. A primeira conversa informal teve por base i) estrutura; ii) técnica e iii) questões específicas de cada prática, afunilando posteriormente apenas para a prática de cestaria. As restantes conversas informais, presenciais ou online, centraram-se na discussão e análise de certos aspetos de cestaria, a partir dos cestos ou suas representações, e, por vezes, recorrendo a reprodução de certas técnicas e exploração de algumas ideias, com suporte de recursos materiais disponíveis com características tão semelhantes, quanto possível, aos originais.

As conversas informais estabelecidas caracterizaram-se por não terem qualquer registo áudio ou escrito no momento, fluindo com a naturalidade possível. Esta opção é adotada nas ciências sociais e humanas, em particular por antropólogos durante o trabalho de campo etnográfico, quando as relações sociais ainda não estão consolidadas ou se pretende manter um registo espontâneo (Leal, 2016; Müller, 2021), quando o contexto faz antever perturbações, desconcentração de pelo menos um dos interlocutores ou, simplesmente, as “circunstâncias em que teriam ocorrido desaconselharam, por qualquer razão, a anotar ou registar no momento” (Fazenda, 2016, p. 55). Tão breve quanto possível, após as conversas informais terem tido lugar, a investigadora registou os seus pontos principais, comentários, expressões e impressões sobre as mesmas, de forma a garantir que durante o registo essa informação estivesse ainda bem presente na memória, o que deu lugar, posteriormente, à sistematização da informação em notas de campo (Bogdan & Biklen, 1994).

Inquérito

O inquérito é uma técnica de recolha de dados que tem por intuito obter informações expressas pelos participantes, num formato escrito ou oral, podendo ter como suporte a administração de questionários ou a realização de entrevistas. Ainda que qualquer um destes, questionários e entrevistas, possa variar quanto ao grau de diretividade ou estruturação das perguntas, diferenciam-se pela interação entre o investigador e o participante: o questionário caracterizado pela ausência de interação entre o investigador e o(s) inquirido(s) no ato de inquirição e a presença do investigador, numa relação interativa que é estabelecida com o(s) entrevistado(s), na realização da entrevista (Carmo & Ferreira, 2008).

Ambos os procedimentos tiveram lugar no decurso deste estudo, dando-se preferência a questionários com objetivo de obter informação que permitisse caracterizar as perceções ou opiniões dos inquiridos, relativamente a determinados aspetos dos mesmos fenómenos, em situações nas quais se pretendia uma fácil sistematização dessa informação, objetivamente comparável, e sem a necessidade de presença do investigador (Carmo & Ferreira, 2008). Elegeram-se as entrevistas em situações em que se pretendeu clarificar pontos de vista, perceções ou compreender sentidos e significados atribuídos pelos entrevistados em relação a determinado tópico ou realidade social. As entrevistas decorreram na presença da investigadora (Amado, 2014; Babbie, 2007; Carmo & Ferreira, 2008).

Questionários

O questionário é constituído por um conjunto de questões, perguntas ou outros tipos de itens, que podem ser fechadas, se remetem para respostas escolhidas entre um conjunto finito de possibilidades, ou abertas, quando o inquirido tem a liberdade de responder ao que lhe é pretendido sem qualquer restrição (Babbie, 2007; M. I. Dias, 1994). As variantes de questões semiabertas ou semifechadas são um misto das duas anteriores, pois apresentam uma lista de possibilidades, característica das questões fechadas, ainda que deixem a possibilidade do inquirido acrescentar uma resposta alternativa às previamente definidas, características das questões abertas (M. I. Dias, 1994).

Segundo McKenney e Reeves (2019), no âmbito do DR, as listas de verificação são por vezes utilizadas para identificar a presença de certas características (in)desejáveis de determinada intervenção, como uma alternativa a diminuir o tempo gasto pelos inquiridos a responder ao questionário.

O objetivo de identificar não apenas a presença de certas características (in)desejáveis na coleção EMcEsta, mas também de conhecer o nível de concordância dos inquiridos em relação a essas características, em conformidade com os pressupostos teóricos e práticos pretendidos, apontou para a definição de parâmetros referentes à mesma, analisáveis numa escala ordinal de quatro possibilidades simétricas, a variar entre o *1 – muito pouco(a)* e o *4 – muito bom/boa*, excluindo, deliberadamente, a neutralidade de resposta. A opção de um número par de possibilidades de resposta pretendeu desencorajar a mediana como uma possível tendência de resposta. Além disso, as questões fechadas permitem comparar, objetivamente, as respostas a questões enquadradas na mesma escala.

Neste sentido, a construção do questionário administrado durante primeira interação, #1, regeu-se pela definição de parâmetros em estreita relação com a validade e praticidade esperada da coleção EMcEsta, numa explícita relação com a matriz de investigação já apresentada (quadro 1). A relação entre os parâmetros e os objetos e dimensões de análise definidos na matriz de investigação são apresentados nos quadros em anexo (Anexo A).

A seleção dos inquiridos assumiu critérios relacionados com as áreas relativas ao quadro conceptual e objetivos dos recursos EMcEsta e/ou conhecimento do contexto. Optou-se, de acordo com o referido anteriormente, por inquirir oito especialistas, seis no contexto da academia, entre quatro áreas de incidência dos recursos em causa, e dois no contexto do Espaço Ciência Sundry.

No questionário dirigido a especialistas da academia, além da questão fechada, constituída pela lista de parâmetros com a aplicação da escala ordinal, foi acrescentado um espaço de resposta livre para comentários sobre a análise dos parâmetros em causa. A informação foi recolhida por escrito, ainda que a respetiva análise tivesse originado contactos pontuais com alguns dos especialistas, no sentido de confirmar que os pontos críticos identificados na primeira versão estariam ultrapassados na sua reformulação. No caso do questionário dirigido a especialistas do Espaço Ciência Sundry, além da questão fechada com quinze itens para os inquiridos expressarem o seu nível de

concordância, o instrumento de recolha de dados contemplou ainda quatro questões abertas, duas das quais de resposta opcional.

Os questionários (Anexos B1 e B2) foram recebidos e devolvidos pelos inquiridos por correio eletrónico, após contactos prévios pelo mesmo canal de comunicação. Juntamente com os questionários, seguiu a coleção EMcEsta (versão A) constituída por um documento contextualizador, as tarefas e os guiões do mediador, no caso dos especialistas da academia. O documento contextualizador e os guiões do utilizador, enviados aos especialistas do Espaço Ciência Sundry, incluíram as alterações decorrentes da análise da informação recebida por parte dos especialistas da academia, ou seja, a versão A revista.

No âmbito da terceira interação, #3, foi construído um questionário com o objetivo geral de seleccionar os potenciais utilizadores para participação nos grupos focais.

Para construção do questionário, foram definidas quatro categorias de análise com o intuito, respetivamente, de identificar nos inquiridos i) predisposição para a cestaria e ii) predisposição para a matemática, a partir de informações acerca do interesse, motivações, expetativas e convicções. Foram ainda iii) auscultadas opiniões sobre participação em contextos de ciência não formais e iv) averiguada a disponibilidade para participação na implementação da EMcEsta (Anexo B3). Cada uma destas categorias deu origem a uma secção no questionário, constituída por um conjunto de questões, nomeada e respetivamente: eu na (cestaria da) ilha do Príncipe e a cestaria da ilha do Príncipe em mim; eu na matemática e a matemática em mim; eu nos contextos de ciência não formal e os contextos de ciência não formais em mim; eu na EMcEsta e a EMcEsta em mim. Além destas secções, o questionário é ainda constituído por uma informação inicial, uma secção referente a dados do inquirido, e uma final, incidindo na preferência de notificação dos participantes seleccionados para os grupos focais.

A maioria das questões são fechadas, no total de catorze. Entre elas, nove de resposta dicotómica e cinco seguindo uma escala ordinal de Likert, associada a cinco níveis de concordância, simétrica e unipolar com vinte e três afirmações. O questionário contempla ainda quatro questões abertas, além de outras quatro questões de contingência, no sentido em que o inquirido apenas responde consoante a resposta à questão anterior (Babbie, 2007).

O questionário foi administrado por pessoas da confiança da investigadora, a vinte e oito residentes na ilha do Príncipe, tendo como requisitos incluir jovens em idade escolar e pessoas com e sem contacto com a cestaria, além da disponibilidade e autonomia para a leitura e preenchimento do mesmo.

Em qualquer dos casos, o preenchimento do questionário foi voluntário e não anónimo, uma vez que em momentos posteriores, em determinadas situações, foram estabelecidas interações mais profundas entre os inquiridos e a investigadora. No entanto, o anonimato foi garantido para efeitos de análise e divulgação da informação.

Entrevistas

A entrevista é um poderoso meio para se chegar ao entendimento dos seres humanos, por permitir aceder a discursos tal como se expressam, a representações, a intenções, a ideias e a valores que influenciam os indivíduos a comportarem-se de determinado modo (Amado, 2014). A entrevista permite clarificar opiniões ou compreender em profundidade questões que outras técnicas não fazem emergir (Bogdan & Biklen, 1994; Müller, 2021). Em particular no âmbito do DR, as entrevistas adequam-se a articular, compreender ou refinar produtos e princípios de *design* entre especialistas ou entre estes e potenciais utilizadores (McKenney & Reeves, 2019).

As entrevistas podem ser conduzidas numa comunicação presencial ou virtual, além de poderem dirigir-se a apenas um ou a vários entrevistados. Neste último caso, quando o grupo de entrevistados é baseado em algum tipo de semelhança e incentivado a discutir determinado(s) tema(s) que são explorados na presença de um entrevistador que assume o papel ativo de moderador, designam-se de grupos focais (Amado, 2014; Babbie, 2007; Creswell, 2014). Neste caso, optamos por enquadrar o grupo focal como uma modalidade de entrevista pela proximidade de procedimentos, nomeadamente de realização, de análise e tratamento de dados, ainda que tenha especificidades de preparação e condução que são descritas nesta secção. No entanto, não é unânime considerar o grupo focal como uma modalidade de inquérito por entrevista e haverá casos, quando menos estruturados, em que os objetivos e procedimentos se distanciam daqueles que caracterizam as entrevistas (Silva et al., 2014).

Dada a situação pandémica, as entrevistas realizadas neste estudo decorreram em formato virtual com suporte visual e em momentos síncronos, o que permitiu fazer um registo áudio e vídeo das mesmas.

Quanto à estruturação, optou-se por entrevistas semiestruturadas ou semidiretivas, isto é, as questões têm por base um guião onde está definida uma ordem lógica do ponto de vista do investigador, ainda que, na interação com o entrevistado, se venha a dar grande liberdade de resposta e a ordem possa ser alterada ou, algumas delas, omitidas (Amado, 2014). A elaboração do guião enfatizou linhas orientadoras coerentes com os objetos de estudo da matriz de investigação, deixando flexibilidade de adaptação para o decorrer da entrevista, de acordo com os discursos dos entrevistados. A preparação da entrevista envolveu ainda a seleção criteriosa dos participantes, bem como o estabelecimento de contacto com os mesmo e o seu consentimento prévio ao início da entrevista.

Foram conduzidas seis entrevistas individuais. Cinco decorreram durante a segunda interação, #2, e uma durante a terceira interação, #3. As entrevistas que decorreram durante a #2 centraram-se na praticidade, esperada e real, dos recursos EMcEsta, bem como na sua efetividade esperada. Mais concretamente, pretenderam averiguar, por um lado, se os recursos estariam adequados e apelativos ao contexto-alvo, e, por outro, a consistência entre a interpretação e operacionalização dos recursos e destes últimos com os seus propósitos. Dado o seu foco e a incidência dos recursos EMcEsta, esta entrevista dirigiu-se a especialistas na área de educação, sob diferentes perspetivas. Para isso, foram selecionados quatro professores de matemática conhecedores do contexto Príncipe, dois na vertente

de utilizadores e dois na vertente de mediadores da EMcEsta. Esta opção é justificada pela não sobrecarga dos participantes com a análise dos guiões de mediador e pela obtenção de uma visão das tarefas propostas apenas baseada na interpretação individual das mesmas, sem acesso a informação complementar. No sentido de aferir também a consistência interna entre o fundamento teórico e a conceptualização dos recursos EMcEsta, foi selecionado um membro da academia com a dupla valência de especialista na área da educação não formal e com formação inicial em educação matemática. Para cada uma das três categorias de participantes, foi produzido um guião de entrevista que reflete especificidades de vertente de utilizador, vertente de mediador, ou global, no caso da especialista da academia (Anexos C1 – C3). Previa e atempadamente à entrevista, foi disponibilizado, aos professores de matemática na vertente de mediadores e especialista de educação não formal, um documento contextualizador, as tarefas e os guiões do mediador EMcEsta, na versão B. No caso dos professores de matemática na vertente de utilizador, optou-se por disponibilizar um contextualizador e apenas as tarefas, ou guiões do utilizador, da coleção EMcEsta (versão B). O documento contextualizador foi adaptado consoante as especificidades dos três grupos de entrevistas.

Durante a #3, decorreu uma entrevista a uma especialista em educação não formal com conhecimento sobre os Trilhos de Ciência da ilha do Príncipe, com o propósito de obter informação sobre perceções da entrevistada relativamente à praticidade e efetividade esperada da coleção EMcEsta, confrontando-as com a validade. Cronologicamente, foi o último elemento de recolha de dados, após os grupos focais, com o intuito de, já depois das primeiras reações de possíveis utilizadores, averiguar possíveis estratégias de aproximar a efetividade esperada do seu pressuposto inicial. Nesse sentido, a elaboração do guião da entrevista incluiu questões que remetem para uma reflexão sobre a informação recolhida durante grupos focais, na #3 (Anexo C5). Previamente à entrevista e para efeitos de análise, foi disponibilizado à entrevistada um documento contextualizador, as tarefas e os guiões do mediador EMcEsta (versão C).

A investigadora adotou, deliberadamente, uma postura de não enfatizar perguntas, induzir respostas, excluir possibilidades de resposta ou expressar termos não verbais, no sentido de minimizar a influência nas respostas por parte dos entrevistados, conforme sugerem Carmo e Ferreira (2008). O tempo de duração das entrevistas oscilou entre os cinquenta minutos e as duas horas.

Os dois grupos focais decorreram durante a #3. As etapas dos grupos focais consideradas são: planeamento, preparação, moderação, análise de dados e divulgação de resultados, de acordo com a proposta de Silva et al. (2014). As etapas de planeamento, preparação e moderação serão descritas de seguida, deixando a análise de dados para a secção seguinte deste capítulo e a divulgação dos resultados para o capítulo 8 deste relatório. Na fase de planeamento, foi definido o propósito dos mesmos, que, conforme sugerido por McKenney e Reeves (2019), tiveram como objetivo discutir as perceções e as experiências dos participantes com a intervenção. Neste caso, centram-se nas perceções dos entrevistados relativamente a i) praticidade real dos recursos EMcEsta e ii) efetividade esperada da EMcEsta. Foram definidos os potenciais utilizadores da EMcEsta como

participantes dos grupos focais em número de três por sessão. Ainda nesta etapa foi elaborado o guião do moderador das sessões, assumindo uma abordagem bastante estruturada (Silva et al., 2014). Esse guião prevê um momento de exploração das tarefas, outro de transição que estimula as dinâmicas entre os participantes e antecipam-se questões, mais do que tópicos de moderação, alinhadas com as dimensões de praticidade e efetividades dos recursos EMcEsta, conforme definidos na matriz de investigação. Esta opção acautela a dificuldade de estabelecimento de dinâmica de grupo, uma vez que a relação prévia entre os seus elementos não foi uma variável controlada no processo de seleção. Além disso o acesso ao terreno foi limitado, pelas razões já referidas anteriormente, o que implicou que a moderação dos grupos focais fosse feita a distância (Anexo C4).

Na etapa de preparação tem lugar a definição do local e seleção dos participantes (Silva et al., 2014). O local foi condicionado por as sessões terem de decorrer a distância. Desta forma, optou-se por um que garantisse o acesso à Internet e a possibilidade dos participantes falarem uns com os outros presencialmente. Esta situação remeteu a escolha para a casa de uma pessoa da confiança da investigadora, residente na ilha do Príncipe e com os requisitos descritos. Ainda que num ambiente distinto de trilho, os cestos e outros recursos materiais previstos para a resolução das tarefas foram providenciados e disponibilizados aos participantes durante a sessão. Como já foi referido anteriormente, a seleção dos participantes para estes grupos decorreu da análise da informação obtida no questionário que é apresentada no capítulo 8, referente à avaliação dos recursos EMcEsta. Os grupos focais tiveram uma duração de cerca de três horas cada. O primeiro momento foi reservado à familiarização dos participantes com as quatro tarefas EMcEsta (versão C), a partir da respetiva exploração e, por vezes, resolução de algumas questões em grupo, durante cerca de duas horas. Seguiu-se um desafio de estímulo de dinâmicas intragrupo e, de seguida, uma entrevista em grupo com cerca de uma hora, incidindo na experiência imediatamente anterior. A investigadora moderou, a distância, a sessão na íntegra, ainda que a exploração das tarefas não tenha sido alvo de registo de vídeo. A opção de não registar em vídeo a exploração das tarefas pretendeu não acrescentar outros fatores de constrangimento na sessão para além do formato virtual entre participantes e investigadora e do ambiente não familiar aos participantes. A mediação de relação entre os participantes e as tarefas decorreu com as limitações do estabelecimento de dinâmicas e de observação que este formato lhe acrescenta. Não houve uma pessoa dedicada a observar e fazer registos da mesma. Existiu a preocupação por parte da investigadora, de obter respostas às questões previamente delineadas.

As entrevistas foram vídeo gravadas e transcritas posteriormente.

No contexto do DR, o risco dos procedimentos associados a esta técnica de recolha de dados não ser anónima coloca-se ao nível das respostas ou feedback em relação à intervenção, neste caso a experiência com a coleção EMcEsta, serem influenciados por expectativas sociais.

Análise e triangulação de dados

Processo de análise do questionário dirigido a potenciais utilizadores

A administração de um questionário com a finalidade de seleção dos participantes para os grupos focais exigiu a definição de categorias específicas: predisposição para aprender sobre cestaria e matemática, conhecer hábitos de frequência de iniciativa e/ou locais de educação científica não formais e disponibilidade para participação no estudo (Anexo B3).

O método de análise do questionário consubstanciou-se na organização sistemática de dados em tabelas de frequências e na análise da distribuição das respostas com escalas de Likert, com recurso a ferramentas de estatística descritiva (Babbie, 2007; M. I. Dias, 1994).

Dada a especificidade da obtenção de informação por meio deste questionário, para efeitos de seleção de potenciais utilizadores entre os inquiridos, a análise consistiu na aplicação de critérios em duas etapas, primeiro de exclusão e depois de seleção. Este último envolveu a aplicação de quatro subetapas, complementadas por cinco critérios e que permitiu selecionar o número de participantes com o perfil pretendido. Este processo está descrito no capítulo 8, no qual é apresentada a avaliação dos recursos EMcEsta. Para além da seleção dos participantes, a análise da informação obtida por este instrumento de recolha de dados foi relevante para a construção do guião do moderador para os grupos focais (Anexo C4).

Processo de avaliação

O desenvolvimento de uma intervenção de um DR está imbuído de um processo de avaliação de cariz formativo, na medida em que visa obter um produto robusto e que responda, tanto quanto possível, aos critérios de qualidade estabelecidos para a mesma (Nieveen & Folmer, 2013). Neste estudo, o processo de avaliação teve início no primeiro microciclo de *avaliação e reflexão*, após a primeira versão dos recursos EMcEsta estar concluída (VA)⁷³. Além desta, VA, são também as VB e VC que constituem a base de análise por parte dos especialistas e que são alvo de avaliação formativa. Para cada uma das versões dos recursos, decorre uma iteração de avaliação com diferentes propósitos e dirigidas a especialistas diversos que se operacionalizam por meio de interações (#1, #2 e #3). Nomeadamente, o propósito de avaliação da primeira interação com especialistas, #1, centra-se na validade da VA ao nível da relevância e consistência interna, ainda que superficialmente incida também na praticidade esperada. A segunda interação, #2, que tem por base a VB, tem o seu foco na praticidade esperada e real desta versão dos recursos EMcEsta, ainda que haja ainda alguma incidência na validade e na efetividade esperada. Finalmente a terceira interação, #3, incide na análise da VC e é orientada por propósitos de avaliação decorrentes da efetividade esperada e, com menor ênfase, da praticidade real.

⁷³ Conforme referido anteriormente as versões dos recursos EMcEsta são designadas por versão A – VA, versão B – VB, versão C – VC e versão D – VD.

O quadro 6, sintetiza o foco de análise em cada interação com cada conjunto de especialistas.

Quadro 6 – Distribuição do objeto de estudo por interação.

Objetos de estudo	#1	#2	#3
Validade	▪	▪	
Praticidade	▪	▪	▪
Efetividade		▪	▪

Procedimentos de análise e triangulação

Suportada nas mesmas orientações de Wolcott (1994) para a transformação e integração de dados e para a matriz de investigação já apresentada, a sugestão de um processo de análise cruzada de dados, igualmente representável na forma matricial, é transversal a Borralho et al. (2015), D. Fernandes (2016), D. Fernandes, Borralho et al., (2011) e D. Fernandes, Rodrigues et al. (2012). O processo, com diferentes níveis de detalhe e reflexão, baseia-se na produção sucessiva de narrativas que têm como orientação de base a matriz de investigação. A informação obtida pelos vários procedimentos de recolha de dados por fontes de dados é analisada por cada objeto de estudo e respetivas dimensões, dando origem a sínteses horizontais. Por sua vez, a informação proveniente da análise de cada instrumento e fonte de dados, pelos vários objetos de estudo previstos na matriz de investigação, resulta na produção de sínteses verticais. A análise cruzada destes dois conjuntos de sínteses dará origem a uma síntese global e integradora, designada, doravante de narrativa. Esta permite, por um lado, identificar aspetos relevantes e, por outro, fundamentar conclusões sobre os dados recolhidos. Estes procedimentos estão ainda de acordo com recomendações de outros autores de referência que abordam a análise e tratamento de dados obtidos por meio de métodos qualitativos de investigação, nomeadamente Yin (1993).

Esta base foi a fonte de inspiração para proceder à análise, transformação e integração de dados que permitiram a triangulação no presente estudo. Contudo, a análise, que responde ao carácter cíclico do modelo do DR, introduz uma variante na triangulação de dados em relação ao procedimento descrito. Neste sentido, ainda que a triangulação de dados possa ser representada como um todo, a sua construção é faseada e cumulativa em conformidade com os quatro ciclos a que corresponde cada versão dos recursos EMcEsta (VA, VB, VC, VD). Uma visão global do esquema de triangulação, procedimento e fontes de recolha de dados adaptado ao presente estudo está representado no quadro 7.

Quadro 7 – Esquema de triangulação de dados, fontes e técnicas utilizado neste estudo.

PROCEDIMENTOS E FONTES DE RECOLHA DE DADOS								SÍNTESES HORIZONTAIS
OBJETOS DE ESTUDO	Notas de campo cesteiro	Notas de campo matemático	Questionários especialistas academia	Questionários especialistas ECS*	Entrevistas especialistas educação	Entrevistas potenciais utilizadores	Entrevista especialista ENF + TC**	
Validade								Análise de PD
Praticidade								Características dos recursos
Efetividade								Potencial desenvolvimento de ed. científica
SÍNTESES VERTICAIS								

*ECS significa “Espaço Ciência Sundy”; ** ENF+TC significa “Educação Não Formal e Trilhos de Ciência da ilha do Príncipe”.

No primeiro microciclo de *análise e exploração*, a intervenção foi desenhada a partir de Princípios de *Design* (PD) de referência que se apresentam como propostas de configuração da intervenção a partir de outros contextos e da revisão de literatura. Ainda que da sua investigação empírica possam emergir outros novos com a intervenção em desenvolvimento, decorre em simultâneo um processo de validação dos PD de referência (Plomp, 2013). Desta forma, a análise transversal da informação obtida pelos diferentes procedimentos de recolha de dados e fontes, nas diferentes fases, do ponto de vista da validade, ou seja, a síntese horizontal da validade, origina uma análise dos PD. Refira-se, contudo, que, cronologicamente, esta síntese é produzida num processo faseado e cumulativo, no sentido de compreender e refinar as características da intervenção. Na verdade, o conhecimento sobre as características da intervenção consolida-se nos princípios de *design*, os quais, por sua vez, fundamentam os procedimentos que se verificam eficazes (McKenney & Reeves, 2019; Nieveen & Folmer, 2013; Plomp, 2013). Assim, a análise do ponto de vista da praticidade, isto é, a síntese horizontal, corresponde às características dos recursos EMcEsta.

Analogamente, a síntese horizontal, referente ao objeto de estudo efetividade, aponta direções acerca do potencial de desenvolvimento de atitudes de educação científica propiciado pelos recursos EMcEsta.

Recorre-se a quadros com informação parcial que permitem uma compreensão cronológica e integrativa das análises, conforme apresentada nos quadros subsequentes (quadros 8 – 12).

Para cada objeto em estudo no primeiro ciclo de *análise e exploração*, validade e praticidade, foi elaborado um registo escrito incluindo as informações consideradas relevantes, tendo em conta as respetivas dimensões dos objetos a partir dos dados recolhidos nesta fase, nomeadamente das notas de campos registadas com base na observação e conversação com o cesteiro e matemático. Esta informação foi confrontada com referência da literatura. Daqui obteve-se uma narrativa descritiva acerca da cestaria da ilha do Príncipe (CiP), conforme representado no quadro 8.

Quadro 8 – Esquema de elaboração de narrativa na fase de *análise e exploração*.

OBJETOS DE ESTUDO	PROCEDIMENTOS E FONTES DE RECOLHA DE DADOS		SÍNTESES HORIZONTAIS
	Notas de campo cesteiro	Notas de campo matemático	
Validade			
Praticidade			
Efetividade			
SÍNTESES VERTICAIS			Narrativa Cestaria da ilha do Príncipe (CiP)

Nesta narrativa, a descrição relativa à informação obtida junto do matemático foi por ele validada. Para isso, o respetivo texto foi enviado ao matemático para leitura, identificação de aspetos menos bem conseguidos ou incorreções e sugestões de alteração consideradas pertinentes.

Tendo como referência os PD elaborados inicialmente e a narrativa Cestaria da ilha do Príncipe (CiP), foi desenvolvida a primeira versão dos recursos EMcEsta, VA, que constituiu a base de análise dos especialistas que participaram na #1. Cada versão dos recursos EMcEsta assume o papel de documentação integrativa das orientações provenientes do mecanismo de triangulação aqui descrito (figura 11).



Figura 11 – Esquema da elaboração da versão A (VA) dos recursos EMcEsta.

Os questionários a partir de diferentes fontes, especialistas da academia e especialistas do Espaço Ciência Sundy (ECS), foram utilizados durante a primeira interação, #1, do processo de avaliação da coleção EMcEsta. No que diz respeito à análise de respostas às questões fechadas dos questionários administrados, por darem origem a dados quantitativos, foram utilizados os procedimentos habituais da estatística descritiva.

Posteriormente, com base na interpretação dessa informação e na informação obtida em respostas correspondentes às questões abertas, foi feita a análise por cada objeto e suas dimensões. Em relação a cada fonte de dados, foi efetuada uma síntese vertical através dos objetos e respetivas dimensões que figuram nos instrumentos da #1. A narrativa #1 surge da combinação de informação das sínteses horizontais e verticais (quadro 9).

Quadro 9 – Esquema de elaboração de narrativa #1.

OBJETOS DE ESTUDO	PROCEDIMENTOS E FONTES DE RECOLHA DE DADOS		SÍNTESES HORIZONTAIS
	Questionários especialistas academia	Questionários especialistas ECS	
Validade			
Praticidade			
Efetividade			
SÍNTESES VERTICAIS			Narrativa #1

A VB dos recursos EMcEsta foi obtida pela combinação da narrativa #1 em relação com a já existente VA (figura 12).



Figura 12 – Esquema da elaboração da versão B (VB) dos recursos EMcEsta.

A narrativa #2 é proveniente da integração das sínteses descritivas de cada entrevista a especialistas da educação, em relação aos três objetos de estudo, com as sínteses descritivas por cada objeto de estudo, a partir das entrevistas realizadas aos diferentes especialistas da segunda interação (quadro 10).

Quadro 10 – Esquema de elaboração de narrativa #2.

OBJETOS DE ESTUDO	PROCEDIMENTOS E FONTES DE RECOLHA DE DADOS	SÍNTESES HORIZONTAIS
		Entrevistas especialistas educação mat.
Validade		
Praticidade		
Efetividade		
SÍNTESES VERTICAIS		Narrativa #2

A VB dos recursos EMcEsta foi melhorada a partir das orientações que constam da narrativa #2, dando origem à VC da coleção EMcEsta (figura 13).



Figura 13 – Esquema da elaboração da versão C (VC) dos recursos EMcEsta.

Analogamente, a narrativa #3 resulta da integração de informação oriunda das sínteses descritivas de cada entrevista por objeto de estudo, neste caso praticidade e efetividade e respectivas dimensões, e das sínteses obtidas pela análise de cada um destes dois objetos e dimensões ao longo das entrevistas realizadas, quer nos grupos focais com potenciais utilizados, quer na entrevista com a especialista em educação não formal (ENF) e conhecimento em Trilhos de Ciência da ilha do Príncipe (TC) (quadro 11).

Quadro 11 – Esquema de elaboração de narrativa #3.

OBJETOS DE ESTUDO	PROCEDIMENTOS E FONTES DE RECOLHA DE DADOS		SÍNTESES HORIZONTAIS
	Entrevista potenciais utilizadores	Entrevista especialista ENF + TC	
Validade			
Praticidade			
Efetividade			
SÍNTESES VERTICAIS			Narrativa #3

A VD, versão final dos recursos EMcEsta, resultou do melhoramento da VC a partir da narrativa #3 (figura 14).



Figura 14 – Esquema da elaboração da versão D (VD) dos recursos EMcEsta.

Finalmente, as três narrativas, #1, #2, #3, resultantes da avaliação formativa dos recursos EMcEsta a partir de diferentes versões dos recursos (VA, VB e VC), foram alvo de uma análise a partir de cada objeto, e cada objeto analisado ao longo das três narrativas, dando origem a uma metanarrativa que reflete acerca dos PD, das características dos recursos e do seu potencial para a promoção do desenvolvimento de atitudes de educação científica (quadro 12).

Quadro 12 – Esquema de elaboração da metanarrativa.

OBJETOS DE ESTUDO	narrativa #1	narrativa #2	narrativa #3	SÍNTESES HORIZONTAIS
Validade				Análise de PD
Praticidade				Características dos recursos
Efetividade				Potencial desenvolvimento de ed. científica
SÍNTESES VERTICAIS				Metanarrativa

A triangulação descrita permitiu triangular dados, fontes e técnicas. A triangulação de dados permitiu que o mesmo fenómeno, neste caso os recursos EMcEsta, fossem analisados em diferentes tempos, sob diferentes contextos e a partir de diferentes áreas. Por exemplo, as diferentes interações decorreram em tempos distintos com dados a partir do contexto educativo, da academia ou do Espaço Ciência Sundy e a partir de diferentes áreas de especialidade, entre elas, matemática, comunicação de ciência, educação matemática, etnomatemática. Além desta, a multiplicidade de fontes utilizadas permitiu a triangulação das mesmas, por exemplo, as entrevistas realizadas a professores de matemática, especialistas de educação não formal e potenciais utilizadores a propósito da praticidade dos recursos EMcEsta. A triangulação, combinando diferentes técnicas de

recolha de dados sobre o mesmo fenómeno, foi utilizada, por exemplo, na análise da cestaria da ilha do Príncipe pela combinação de conversas informais e observação. Estes tipos de triangulações foram igualmente aplicados por Fauzan (2002), numa investigação que seguiu, como nesta, uma modalidade de DR que combinou orientações de estudo de desenvolvimento e estudo de validação.

Síntese dos procedimentos metodológicos do estudo

Em jeito de síntese, a relação entre as fases do processo de DR, os propósitos das fases nos vários momentos em que tais microciclos são (re)visitados, os procedimentos metodológicos que foram detalhados ao longo desta secção, os produtos esperados do processo de investigação como um todo, bem como a referência à incidência de cada uma das fases nos capítulos deste estudo, são apresentados no quadro 13.

Quadro 13– Síntese da distribuição dos propósitos e procedimentos metodológicos por fase do DR, capítulos de incidência e produtos de investigação.

Fases DR	Propósitos	Procedimentos metodológicos	Produtos da investigação
Análise e exploração Cap. 2, 3, 4, 6	Definição de problema Análise do contexto Delimitação do quadro teórico Elaboração de plano de investigação, com o <i>design</i> integrado	Revisão de literatura Desenvolvimento de quadro conceptual e princípios de <i>design</i> de referência Construção de matriz de investigação Conversas informais Observação Notas de campo Produção de narrativas	Caraterização da cestaria da ilha do Príncipe numa perspectiva de olhares matemáticos orientados-pela-cultura. Recomendações para o desenvolvimento de abordagens educacionais orientados-pela-cultura.
Design e construção Cap. 7 Apêndice A Apêndice B	Desenvolvimento de uma intervenção – versão preliminar e refinamento dos recursos EMcEsta	Desenho e redesenho das versões dos recursos com base nos resultados do estudo teórico e empírico	Orientações para o desenho de tarefas de trilhos orientados-pela-cultura. Coleção EMcEsta.
Avaliação e reflexão Cap. 8, 9	Processo iterativo de avaliação por diferentes especialistas Análise crítica das perceções sobre atitudes promotoras de educação científica	Entrevistas, individuais e grupos focais Inquéritos por questionários Produção de sínteses narrativas e metanarrativa Refinamento dos <i>princípios de design</i>	

Questões de ética

As questões de ética, numa investigação, colocam-se desde antes do estudo começar até ao momento em que os resultados são divulgados como uma parte integrante desta (Babbie, 2007).

Creswell (2014) identifica algumas dessas questões a serem antecipadas pelo investigador antes e no início do estudo, na recolha, análise e arquivo de dados, bem como na escrita e partilha dos resultados. Entre elas, destacam-se algumas no que respeita à relação estabelecida entre investigador e participantes do estudo, nomeadamente: o consentimento informado; o compromisso de confidencialidade e de privacidade; o respeito pela integridade física e moral dos participantes, no qual se inclui o direito de desistência de participação em qualquer momento e a transparência das conclusões obtidas; e o respeito pelas normas e valores culturais locais (Babbie, 2007; Bogdan & Biklen, 1994; Creswell, 2014). Estas questões e outras normas de conduta ética são reforçadas por orientações de abrangência nacional ou internacional de práticas de investigação em diferentes regiões e áreas de investigação (e.g. *American Psychological Association* [APA], 2017; *Centre for Social Justice and Community Action* [CSJCA], 2012; *Norwegian National Committee for Research Ethics in the Social Sciences and the Humanities* [NESH], 2019; Sociedade Portuguesa de Ciências da Educação [SPCE], 2014; UNESCO, s.d.).

No presente estudo, uma primeira abordagem na fase de *análise e exploração* com potenciais participantes, para averiguar a disponibilidade, foi um dos critérios para a seleção da singularidade cultural a estudar. Refira-se que a investigadora, residindo na ilha do Príncipe há dois anos, era já conhecida de algum dos praticantes das singularidades culturais com quem foram estabelecidas conversas informais. Entre os contactos prévios com potenciais participantes, quer nesta fase quer na fase de *avaliação e reflexão*, houve situações em que a agenda dos contactados se revelou incompatível com o período de recolha de dados possível, tendo havido a desistência de um dos participantes, já no decorrer do processo, por questões profissionais e pessoais alheias a esta investigação. Os especialistas da academia e professores de matemática foram abordados individualmente por correio eletrónico, com informação referente à contextualização do estudo, os propósitos de recolha e a intenção de divulgação da análise de dados esclarecidos, bem como a solicitação de manifestação de concordância em participar no estudo. No que diz respeito aos participantes nos grupos focais, esse consentimento foi informado num documento previamente enviado e assinado pelos pais ou encarregados de educação, no caso de participantes menores de idade (Anexo D). A intenção de formas de divulgação da análise dos dados foi referida previamente no início das sessões dos grupos focais, conforme previsto no guião do moderador (Anexo C4).

A confidencialidade e privacidade são garantidas pelo anonimato dos participantes na escrita da análise dos dados, conclusões e divulgação dos resultados. Neste sentido, os nomes dos participantes são fictícios, tendo-se dado preferência a nomes neutros. A questão do anonimato dos participantes não é, porém, uma questão isenta de tensão (CSJCA, 2012; Parra, 2015, 2018), nomeadamente quando a participação se coloca ao nível da coprodução ou produção colaborativa que envolva um contributo intelectual dos participantes em produtos de investigação. Neste estudo, o cesteiro e o matemático, enquanto colaboradores das tarefas e dos guiões dos mediadores EMcEsta e com consentimento informado dos próprios, têm assumida a sua identidade nesse papel. Esta opção foi proposta pela investigadora e discutida, individualmente, com ambos os participantes, que prontamente concordaram com a justiça intelectual de serem assumida a sua

identidade como colaboradores dos recursos EMcEsta. Acrescenta-se ainda que a informação obtida pela sua participação na fase de *análise e exploração* não foi, de forma direta, alvo de discussão na apresentação de resultados, mas foi integrada no desenho da versão inicial dos recursos EMcEsta.

Em particular, uma abordagem (com inspiração) etnomatemática acarreta padrões éticos comuns, que transcendem as instâncias e orientações académicas e ganham uma dimensão pessoal.

Para D’Ambrósio (2016), a mensagem última da etnomatemática traduz-se pela dimensão ética, no valor de respeito. Respeito que é merecido por todos os grupos culturais, nas suas diversas formas de matematizarem⁷⁴ os seus problemas e proporem soluções. É neste sentido que o autor defende a recuperação da dignidade cultural do ser humano (D’Ambrósio, 2001, 2016). Gerdes (2007) assume a dimensão ética e moral da reflexão etnomatemática como o direito de todas as comunidades poderem “aprender e usufruir do saber acumulado, e de poder contribuir para o seu enriquecimento” (p. 157). Aliás, o respeito pelo outro, pela diversidade, pelo conhecimento é, regra geral, um valor comum e explícito na conduta dos investigadores com abordagens etnomatemáticas empíricas (N. Adam, 2011; Alanguí, 2010, 2020; Eglash et al., 2006; Ferreira, 2009; Knijnik et al, 2019; Gerdes, 2007; Moreira, 2007; Parra, 2018; Powell, 2009; Rosa & Orey, 2012).

Parra (2015) reforça que o respeito efetivo pela circulação do conhecimento implica movimentação em dois sentidos. Por um lado, será de incentivar a participação dos especialistas das comunidades em contextos da comunidade académica. Por outro lado, as investigações devem ser devolvidas, apresentadas e validadas também nas instâncias locais que a comunidade entende como legítimas para validação e produção de conhecimento. Outras dimensões de ética discutidas por este autor estão relacionadas com a postura do investigador no terreno, bem como com o nível de participação dos membros da comunidade no estudo e respetivas consequências, por exemplo, na opção pelo anonimato dos membros das comunidades estudadas, uma referência em jeito de agradecimento ou da sua inclusão na coautoria em publicações resultantes das investigações em causa.

Também para Rist & Dahdoub-Guebas (2006), a relação assumida entre conhecimento científico e outras formas locais de conhecimento depende de uma postura ética. Os autores defendem que a perspetiva intercultural, por estar baseada no respeito mútuo e por permitir a autonomia dos diferentes processos de produção de conhecimento, parece ser adequada a promover um diálogo resultante de interações entre as diferentes formas de conhecimento, numa comunicação refletida e não fragmentada. Não obstante, o diálogo intercultural pressupõe como princípio ético a vontade para comunicar, no sentido de aceitar a possibilidade de que o outro esteja correto. Além disso, os autores identificam a concordância de princípios éticos fundamentais e a identificação de questões de interesse comum, como características para o diálogo intercultural fluir.

⁷⁴ Matematizar é aqui utilizado com o significado de processo ou prática social de observação, classificação, comparação, quantificação, medição, relação, inferência, sugerida por D’Ambrósio (2016).

Capítulo 6 – Primeiros olhares matemáticos orientados-pela-cultura

Princípios de Design de referência

Os Princípios de *Design* (PD) são incorporados na intervenção desenvolvida ao longo do processo de *design research*, conforme abordado no capítulo 5, metodologia. Estes resultam do enquadramento conceptual, pelo qual se rege o estudo, e da elaboração de possibilidades de recomendações que surgem da fase de *análise e exploração* e que são aqui designados de PD de referência (McKenney & Reeves, 2019). Assim os PD, que são agora apresentados, emergem do referencial matemático, apresentado no capítulo 2, de orientações de educação científica em contexto não formal, apresentado no capítulo 3, e também justificam a abordagem de educação científica orientada-pela-cultura, proposta no capítulo 4 que, por sua vez, já advém da integração dos dois primeiros capítulos de revisão de literatura, capítulos 2 e 3.

Referencial etnomatemático

Tendo por base a revisão de literatura a propósito do referencial matemático, capítulo 2, a etnomatemática pode ser entendida como uma ferramenta didática que promove canais de comunicação entre os contextos e os respetivos significados matemáticos que neles operam. Deste referencial destacam-se duas orientações que norteiam a abordagem didática da perspetiva etnomatemática educacional adotada: a consciencialização da relevância da matemática, e a confiança cultural. Conjugadas com orientações metodológicas de inspiração etnomatemática desenvolvem as interações etnomatemáticas, as quais, por sua vez são parte dos olhares matemáticos orientados-pela-cultura, constructo desenvolvido no capítulo 4.

No sentido de clarificar como é que esta revisão de literatura orientou, numa primeira fase, o desenvolvimento dos recursos educativos, no quadro 14 abaixo é apresentada a versão de trabalho dos PD relativos ao referencial etnomatemático (coluna à esquerda). É ainda referida a fonte ou referência bibliográfica no qual foi inspirado (coluna do meio), bem como é descrito o significado com que é utilizado no contexto desta investigação (coluna à direita).

Quadro 14 – Princípios de *Design* referentes ao referencial etnomatemático.

Princípio de <i>Design</i> de referência	Fonte Referência	/ Significado
Incentivar os públicos a pensar e a agir sobre práticas contextualizadas culturalmente, numa perspetiva dinâmica de interações com o passado, presente e futuro;	Cuche (2003), Gerdes (2007a, 2012b), Parra (2018)	A emancipação da educação pela etnomatemática está assente na consciencialização da matemática e no desenvolvimento de confiança cultural. A cultura está continuamente em mudança e a consciência dessas

		dinâmicas permite a recriação das mesmas à luz de estilos de vida atuais.
Proporcionar a integração e interação de atividades matemáticas universais, assentes numa perspetiva de desenvolvimento do conhecimento culturalmente contextualizado e como atividade social;	Bishop (1988, 1990, 2005), Gerdes (2001, 2010)	As seis atividades universais de Bishop podem ser entendidas como pré-matemáticas e podem, com significados e formas distintas, ser encontradas em todas as culturas, pelo que, constituem pontos de partida, ainda que não fechados, para estabelecer diálogos interculturais. São elas: contar, medir, jogar, desenhar, localizar e comunicar
Promover o contacto dos públicos com objetos e técnicas efetivas, bem como a linguagem e termos locais utilizados pelos praticantes da prática(s) contextualizada(s) culturalmente;	Alanguí (2020), Boaler (1993) Eglash (2000), Ferreira (2009), Pais (2011), Shirley & Palhares (2016)	A (re)contextualização das práticas culturais e matemáticas requer que o conhecimento seja contextualizado para não perder significado e valores ou lhe acrescentar artificialidade. Essa recontextualização deve evitar reforçar, em prol diversidade cultural, sentimentos de exclusão.
Incentivar os públicos a estabelecerem comunicação entre ideias matemáticas operacionalizadas em contextos distintos;	Parra (2018), Peña et al. (2015)	Estabelecer canais de comunicação entre diferentes contextos, exige a circulação de conhecimento em dois sentidos: as representações matemáticas circulam no contexto das singularidades culturais, e os significados atribuídos no âmbito de singularidade culturais circulam no contexto da academia.
Estimular nos públicos representações múltiplas da matemática associadas a práticas culturalmente contextualizadas e outras aplicações;	Gerdes (2012b), Latas (2011), NCTM (2007), UNESCO (2012), Vale & A. Barbosa (2020)	A diversidade de formas de representar e interpretar uma prática contextualizada e atribuir significado à conversão de umas para outras aumenta a probabilidade de serem criadas ligações com os olhares subjetivos sobre as mesmas. Incentivar conexões entre representações múltiplas é uma orientação internacional para a educação matemática, em particular para tarefas que integrem trilhos matemáticos.
Prever a responsabilidade social das ações em prol da comunidade.	Cuche (2003), Parra (2018), Alanguí (2010, 2020)	As metodologias tendencialmente participativas tendem a desvanecer a postura de sobrevalorização do referencial do investigador. Saber ouvir e estabelecer parcerias na comunidade é parte do processo.

Educação científica em contexto não formal

Para a educação científica em contexto não formal, numa perspetiva de ciência como cultura, contribuem as ciências naturais, a matemática, as ciências sociais e humanas, bem como o diálogo com outras formas de conhecer e intervir na realidade. Esta estabelece pontes culturais entre a comunidade científica e o cidadão comum.

No quadro abaixo (quadro 15) é apresentada a versão de trabalho dos PD relativos à educação científica em contexto não formal, com referência à fonte ou referência literária no qual foi inspirado, bem como ao significado com que é utilizado no contexto desta investigação.

Quadro 15 – Princípios de *Design* referentes à educação científica em contexto não formal.

Princípio de <i>Design</i> de referência	Fonte / Referência	Significado
Estimular vivências que incentivem uma participação ativa por parte do visitante, promovendo o estabelecimento de relações entre a experiência interativa e as experiências culturais e matemática, por meio dos conhecimentos e experiências prévios, interesses e expectativas ativados pelos indivíduos em ação;	Falk & Dierking (2000, 2013), Rennie & Johnston (1994), NRC (2009) Rodrigues (2011, 2016)	A centralidade na participação ativa do visitante é crucial para atribuição de significado à experiência vivencial. Em contextos não formais de educação científica, destacam-se como características a aprendizagem ser pessoal, estar contextualizada e requerer tempo. As dimensões de integração permitem organizar o ensino e práticas integradas de educação científica.
Potenciar diferentes níveis de interatividade sujeito-objeto, privilegiando a interatividade <i>minds-on</i> , em relação às restantes. O contexto é ele mesmo potenciador da interatividade <i>hearts-on</i> ;	Wagensberg (2001, 2005)	O despertar da mente, dos sentidos e das emoções estimula o indivíduo para uma aprendizagem com significado. Além disso, a integração de contextos e experiências contribui para que o indivíduo se sinta estimulado de forma prolongada ao longo do tempo.
Prever a mediação da experiência do visitante facilitada pelo diálogo, no sentido dessa experiência poder ser potenciada em termos de significado, autenticidade e personalização;	Falk & Dierking (2013), Katrikh (2018), Stone (2016)	A natureza das tarefas a propor ao visitante pode preconizar a presença de um mediador com quem a interação social permita estreitar a relação entre o visitante e o contexto não formal na sua globalidade.
Estimular experiências, com base em práticas contextualizadas na cultura, que respondam a preocupações sociais, políticas e culturais dos públicos;	Aikenhead (2009), M. Santos (2009)	Navegar entre escalas e dimensões culturais exige estabelecer canais de comunicação entre elas. A interligação das diferentes dimensões assenta na aproximação entre ciência e senso comum, numa lógica de conhecimento plural.
Estimular reflexões e discussões que promovam interações entre a ciência/matemática e a sociedade;	M. Santos (2009), Rodrigues (2011), Tan (2020)	A educação científica assente na ciência como cultura, estabelece pontes entre o cidadão comum e a comunidade científica e é geradora de competência de cidadania. A orientação CTS ou, de uma forma mais geral, a ciência em contexto incentiva a despertar para a interdependência entre ciência e sociedade com o propósito de contribuir para o conhecimento emancipatório.
Envolver especialistas de diferentes áreas, incluindo o público-alvo no	NRC (2009), Rodrigues (2011, 2016)	O estabelecimento de parcerias na comunidade permite tomar consciência dos reais problemas e orientar o

desenvolvimento de recursos educativos através de um processo iterativo.		desenvolvimento de programas e projetos baseados na comunidade e culturalmente contextualizados.
--	--	--

Integração dos PD nos recursos para trilhos orientados-pela-cultura

Os PD mencionados podem ser utilizados como uma base para o desenho de uma intervenção contextualizada, enquadrada no conceito de trilhos orientados-pela-cultura, isto é, um percurso predefinido, com paragens ou estações, nas quais são propostas aos utilizadores tarefas com diferentes níveis de interatividade, com incidência em singularidades culturais enquadradas no contexto no qual decorrem e com propósitos de educação científica. Contudo, o seu principal foco é no desenvolvimento de recursos educativos de um trilho, do ponto de vista conceptual e da produção dos mesmos, na relação com as diferentes etapas da construção de um trilho.

Por os PD estarem associados a orientações para diferentes fases do desenvolvimento dos recursos, no quadro abaixo os mesmos são categorizados consoante sejam referentes: i) à construção do *design* dos guiões, ao nível das tarefas propostas ou da respetiva metodologia; ii) à implementação dos mesmos, nomeadamente ao nível do papel do mediador ou iii) a ambas (quadro 16). Desta forma, e de acordo com Akker (1999, 2013) e Plomp (2013), os PD aqui enunciados incluem conhecimento sobre as características da intervenção, assim como conhecimento procedimental.

Quadro 16 – Relação entre PD e fase de produção dos recursos educativos.

Referencial etnomatemático	Educação científica em contexto não formal
<p>Incentivar os públicos a pensar e a agir sobre práticas contextualizadas culturalmente, numa perspetiva dinâmica de interações com o passado, presente e futuro;</p> <p><i>Design: tarefas</i></p>	<p>Estimular vivências que incentivem uma participação ativa por parte do visitante, promovendo o estabelecimento de relações entre a experiência interativa e as experiências cultural e matemática, por meio dos conhecimentos e experiências prévios, interesses e expectativas ativados pelos indivíduos em ação;</p> <p><i>Design: tarefas</i> <i>Implementação: papel do mediador</i></p>
<p>Proporcionar a integração e interação de atividades matemáticas universais, assentes numa perspetiva de desenvolvimento do conhecimento culturalmente contextualizado e como atividade social;</p> <p><i>Design: tarefas</i> <i>Implementação: papel do mediador</i></p>	<p>Potenciar diferentes níveis de interatividade sujeito-objeto, privilegiando a interatividade <i>minds-on</i>, em relação às restantes. O contexto é ele mesmo potenciador da interatividade <i>hearts-on</i>;</p> <p><i>Design: tarefas</i></p>
<p>Promover o contacto dos públicos com objetos e técnicas efetivas, bem como a linguagem e termos locais utilizados pelos praticantes da prática(s) contextualizada(s) culturalmente;</p> <p><i>Design: tarefas</i> <i>Implementação: papel do mediador</i></p>	<p>Prever a mediação da experiência do visitante facilitada pelo diálogo, no sentido dessa experiência poder ser potenciada em termos de significado, autenticidade e personalização;</p> <p><i>Design: tarefas</i></p>

	<i>Implementação: papel do mediador</i>
Incentivar os públicos a estabelecerem comunicação entre ideias matemáticas operacionalizadas em contextos distintos; <i>Design: tarefas</i> <i>Implementação: papel do mediador</i>	Estimular experiências com base em práticas contextualizadas na cultura que respondam a preocupações sociais, políticas e culturais dos públicos; <i>Design: tarefas, metodologia</i>
Estimular nos públicos representações múltiplas da matemática associadas a práticas culturalmente contextualizadas e outras aplicações; <i>Design: tarefas</i> <i>Implementação: papel do mediador</i>	Estimular reflexões e discussões que promovam interações entre a ciência/matемática e a sociedade; <i>Design: tarefas</i> <i>Implementação: papel do mediador</i>
Prever a responsabilidade social das ações em prol da comunidade. <i>Design: tarefas, metodologia</i>	Envolver especialistas de diferentes áreas, incluindo o público-alvo no desenvolvimento de recursos educativos através de um processo iterativo. <i>Design: metodologia</i>

Entre a totalidade dos doze PD, onze incidem no desenvolvimento das tarefas propostas, documentadas no guião do utilizador. Três dos PD têm também alguma orientação em termos metodológicos do *design* dos guiões. Em sete PD há ainda referência, direta ou indireta, ao papel do mediador. Justifica-se, assim, que além do guião do utilizador, seja produzido o respetivo guião do mediador, no sentido das orientações destes PD serem operacionalizáveis na fase de implementação.

Os PD apresentados, pela sua ligação à revisão de literatura e sem garantia de sucesso, podem constituir uma base para o desenvolvimento de um trilho orientado-pela-cultura, eventualmente adaptáveis a diferentes contextos. Aliás, Reeves (2006) menciona abordagens de DR das quais resultaram PD passíveis de serem generalizáveis e aplicáveis a outros contextos. Neste estudo, estes PD foram adotados para o desenvolvimento de uma intervenção no contexto particular da ilha do Príncipe, enquadrada no problema apresentado no capítulo 1, introdução. Ainda que estes sejam aqui apresentados como ponto de partida e, por isso, ainda numa versão de trabalho, foram revisitados ao longo da avaliação das diferentes versões dos recursos educativos, são alvo de reflexão e enunciados na sua versão definitiva no capítulo 9.

Contexto sociocultural e educativo da ilha do Príncipe

A ilha do Príncipe é a menor das duas principais ilhas da República Democrática de São Tomé e Príncipe⁷⁵, um arquipélago localizado no golfo da Guiné que intersesta a linha do Equador. A ilha do Príncipe é uma região autónoma com uma área de 142 km², a qual representa cerca de 14% da superfície nacional (A. Santos, 2009).

A população residente na ilha do Príncipe rondará em 2021, segundo as projeções oficiais, os 9000 habitantes, sendo cerca de 40% crianças e jovens entre os 5 e os 19 anos de idade (Instituto Nacional de Estatística [INE], 2015). Os dados do último Censo, em 2012, registam uma população residente de 7324 habitantes, 51% de homens e 49% mulheres, numa população acentuadamente jovem, com mais de 60% da mesma abaixo dos 25 anos de idade (INE, 2013).

Na ilha do Príncipe, os principais idiomas que os habitantes dizem saber falar são o Português (97%), o Forro (12%), o Lunguíé (7%) e o Angolar (2%) (INE, 2013). Além destes, também o Crioulo Cabo-verdiano é comum devido à migração de trabalhadores de Cabo Verde para as roças locais (Plano de Desenvolvimento Sustentável da Região Autónoma do Príncipe [PDSRAP], 2020⁷⁶). A declaração generalizada do Português como língua falada está de acordo com Agostinho e Bandeira (2017), que sugerem esta ser uma língua que assiste a uma crescente importância enquanto língua materna a nível nacional, além do seu já relevante papel nacional como língua oficial.

A população economicamente ativa, considerada com idade superior a 10 anos, representa 38% dos habitantes. A agricultura, produção animal, floresta e pesca concentra 31% da empregabilidade, seguida dos serviços, incluindo educativos (17%), das atividades familiares (12%) e da construção (11%), como as atividades económicas com mais representatividade na ilha do Príncipe (INE, 2013). As comunidades fixas distribuem-se pela zona centro e norte da ilha e são, maioritariamente, de natureza agrícola ou piscatória, sendo no maior centro urbano, cidade de Santo António, que estão concentrados os principais serviços públicos, educação incluída, e o comércio (PDSRAP, 2020).

Entre a população com 10 ou mais anos de idade, 90% refere saber ler e escrever. A ilha comporta instituições de pré-escolar, ensinos básico e secundário que servem a Educação da população

⁷⁵ São Tomé e Príncipe é um Pequeno Estado Insular em Desenvolvimento (PEID), conforme designação da Organização das Nações Unidas (<https://sustainabledevelopment.un.org/topics/sids/list>), partilhando, com o grupo países com esta designação, desafios que se colocam à insularidade do país, pela sua fragilidade, pelos recursos limitados e pela forte dependência de ajuda pública ao desenvolvimento.

⁷⁶ O Plano de Desenvolvimento Sustentável da Região Autónoma do Príncipe – “Príncipe 2030” – foi desenvolvido pelo Governo da Região Autónoma do Príncipe (GRAP), em colaboração com o Gabinete da Coordenadora Residente das Nações Unidas em São Tomé e Príncipe, a assistência técnica do Programa das Nações Unidas para os Assentamentos Humanos (UN-Habitat) e com fundos disponibilizados pelo Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD). O Príncipe 2030 foi aprovado pelo Decreto Legislativo Regional 03/2020 e, enquanto anexo deste, foi publicado, na íntegra, em Diário da República.

residente⁷⁷. Da população com idade superior a 15 anos, 30% completou, pelo menos, o ensino secundário, enquanto que apenas 1% dos residentes com idade superior a 25 anos refere ter concluído um curso superior, estrutura de ensino que, até à atualidade, a ilha não contempla (INE, 2013).

Ainda em termos de oferta educativa, as limitações dos espaços físicos das escolas são inibidoras da oferta de dinâmicas de educação não formal, que é escassa e, quando existe, surge essencialmente associada a objetivos da educação formal, ainda que possa ter lugar em contextos não formais (Borrvalho et al., 2019). O Espaço Ciência Sundry, como um espaço de educação não formal dedicado à ciência, ainda que não esteja aberto ao público, potencia um suporte e, simultaneamente, um desafio para iniciativas de educação não formal em articulação com as escolas (Latas, Prazeres et al., 2020).

No diagnóstico levado a cabo para a realização do Plano e Agenda de Desenvolvimento Sustentável da ilha do Príncipe é identificada a necessidade de preservar atividades culturais da ilha do Príncipe, nomeadamente: dança, música, gastronomia e artesanato. Ainda em termos culturais, este documento destaca a existência do Centro Cultural do Príncipe com realização de exposições, projeção de filmes, a apresentação de algumas peças de teatro, desfiles e alguma animação, ainda que com uma parca frequência (Essentia, 2011). Mais recentemente, destaca-se a Sede da Reserva da Biosfera que promove iniciativas dirigidas à população em geral e, em especial, à escolar, incidindo em ações de sensibilização ambiental e cultural, algumas delas educativas de cariz não formal (Unidade de Gestão Reserva da Biosfera, 2019).

A vontade de desenvolvimento em harmonia com a natureza, o reconhecimento da ilha como uma Reserva mundial da Biosfera da UNESCO desde 2012, o constituir um destino de turismo responsável, o contexto estimulante para criatividade e inovação, a população maioritariamente jovem e a crescente taxa de escolarização acompanhada de um decréscimo de analfabetismo são fatores identificados como oportunidades para o desenvolvimento da Ilha. Por sua vez, aspetos como o baixo número de docentes em todos os níveis de ensino, a insuficiente oferta de oportunidades de formação profissional, a falta de formação contínua, a dificuldade na preservação do património material e imaterial e a dependência da comunidade internacional são identificados como constrangimentos e serviram de base à elaboração de estratégias previstas no Plano Príncipe 2030 (PDSRAP, 2020). Nesse Plano, a educação e a cultura surgem como eixos orientadores presentes, explicitamente, nos objetivos 3 – turismo responsável –, objetivo 5 – qualidade de vida para todos – e objetivo 7 – inovação e capacitação.

⁷⁷ Informação gentilmente cedida pela Secretaria da Educação, Saúde e Inclusão Social. Referente ao ano letivo 2020/2021, 3914 alunos frequentaram entre o ensino pré-escolar e o ensino secundário distribuídos por 28 estabelecimentos escolares, dos quais o único que comporta o segundo ciclo do Ensino Secundário (10^a, 11^a e 12^a classes) concentrou cerca de 34% da população estudantil.

Abordagem exploratória no contexto ilha do Príncipe

De uma abordagem exploratória sobre práticas culturalmente contextualizadas na ilha do Príncipe, destacam-se as seguintes: i) cestaria; ii) chocalhos de dança; iii) construção de casa; iv) disposição da plantação do cacau e café; v) esteiraria; vi) pesca e vii) venda, sendo que todas elas revelaram potencial para estabelecer relações com ideias matemáticas.

A **cestaria**, quer em termos de relações entre as técnicas e ideias matemáticas, quer no que respeita a relações entre o produto final e as ideias matemáticas, nomeadamente geométricas, tem sido analisada por diversos autores em estudos com abordagens centradas na cultura ou, muito deles, enquadrados numa abordagem etnomatemática. Em particular na África lusófona, Paulus Gerdes desenvolveu estudos sobre ideias matemáticas na cestaria em diversas comunidades moçambicanas e angolanas fazendo, pontualmente, comparações com outras culturas africanas, asiáticas e latino-americanas (Gerdes, 2007a, 2007b, 2009, 2012a, 2012b, 2012c, 2014). Ao longo destas investigações, o estudo de evolução de ideias matemáticas tem-se revelado central para a análise dos objetos de cestaria, análise essa que sugere semelhanças de práticas em culturas muito distintas. As técnicas envolvidas, os conceitos geométricos, a emergência de novos conceitos matemáticos ou as aplicações da cestaria ao campo da Educação Matemática têm sido assim foco de uma análise considerável, tendo também inspirado estudos similares em outras culturas (N. Adam, 2011; Cherinda, 2012; D. Dias, C. Costa & Palhares 2017; Lorenzoni, 2010; Sufiatti et al., 2013; Vieira et al., 2008; Zaslavsky, 1999). Shirley e Palhares (2016) destacam ainda a tecnologia de teares e tecelagem, aplicada em técnicas de cestaria ou na produção de tecidos, por exemplo, ser um contexto de engenharia. Na ilha do Príncipe, a cestaria identificada revelou resultar de diferentes técnicas de confeção, aparentemente semelhante a outras já estudadas, quer do ponto de vista do conhecimento antropológico da cestaria (Areia, Martins & Miranda, 1988a), quer do ponto de vista matemático (Gerdes, 2007a, 2012c; Washburn & Crowe, 1988). Além disso, os produtos evidenciaram igualmente a ausência de padrões decorativos, frequentes em cestaria em diversas culturas (D. Dias, C. Costa & Palhares (2017); Gerdes, 2007b; Lorenzoni, 2010; Mukhopadhyay, 2009; Sufiatti et al., 2013; Washburn & Crowe, 1988) (figuras 15 e 16)⁷⁸.

⁷⁸ As fotografias apresentadas neste capítulo foram captadas pela investigadora ao longo do processo de análise e exploração, em particular durante observação de práticas e da conversação com os praticantes das singularidades culturais.



Figura 15 - Cesto com base em estrela circular, identificado na ilha do Príncipe.



Figura 16 – Cesto de base quadrada, identificado na ilha do Príncipe.

Os **chocalhos de dança**, utilizados no Príncipe, são cocos furados com sementes colocadas no interior do coco. Os orifícios utilizados para colocar as sementes no interior do coco são tapados, como evidenciado na fotografia (figura 17). Este artefacto apresenta alguma potencialidade no estudo da relação entre o som e a porção ocupada por sementes no interior do coco, sugerindo conexões entre a matemática e a música. O estudo da relação entre a forma, o conteúdo e o som poderá ser alvo de análise e, simultaneamente, alargar as áreas de saber envolvidas, prevendo conexões com a etnofísica (Gerdes, 1994).



Figura 17 – Detalhe de chocalhos de dança da ilha do Príncipe.

A **construção de casas** em madeira segue uma técnica fixa. As vigas de madeira são dispostas tendo por base propriedades de figuras geométricas que lhes garantem mais estabilidade e robustez (figura 18). Além disso, a altura das casas é também estimada de acordo com o caudal atingido pelas águas pluviais. Zaslavsky (1989) e Gerdes (e.g. 2011a) e, mais recentemente, D. Dias, C. Costa, e Palhares (2015) fizeram incursões etnomatemáticas sobre ideias matemáticas embutidas na construção de casas em determinadas culturas. Ainda que ricas em conexões com conceitos e raciocínio geométricos, esta abordagem relevou-se algo incompleta por ter sido trabalhada apenas

do ponto de vista matemático; poderia nomeadamente ter-se recorrido à etnofísica para justificar a tomada de decisões em termos de recursos materiais utilizados, bem como a forma como são utilizados (Gerdes, 1994).



Figura 18 – Exemplo de estrutura de casa tradicional de madeira na ilha do Príncipe.

A **disposição da plantação de cacau e café** pode levantar várias questões: qual o espaçamento entre os pés das plantas? Como é que é medida? Qual o número de pés por metro quadrado para que cada pé se possa desenvolver plenamente? Como é planificado o crescimento de árvores para fazer sombra ao cacau? Porque são plantadas com doze metros de intervalo? As respostas a estas questões evidenciam relações com conceitos numéricos e geométricos, como sugerido em Gerdes (1988). Em particular, no que respeita à plantação do cacau no contexto santomense, Macedo (2016) enfatiza a superioridade do estilo de plantação e produção de cacau desde finais do séc. XIX. Aliás, segundo esta autora, as árvores, o solo e o trabalho constituíam variáveis controladas, medidas e modeladas de forma a obterem-se produtos estáveis, num ciclo de cacau rigorosamente definido.

A **esteiraria**, por apresentar produtos com variantes na técnica de confeção, motivou, ainda nesta fase, o estabelecimento de mais alguns contactos com o praticante que permitiram conhecer melhor a técnica de confeção das esteiras. A propósito da prática da confeção de esteiras apurou-se que as folhas de pau esteira, como são conhecidas localmente – nome comum: *pandan* e nome botânico: *pandanus* –, e o fio de nylon são os recursos materiais necessários para as tecer. As folhas devem ser colhidas quando estão secas e com uma faca retirar a parte rígida (figura 19).



Figura 19 – Folhas secas de pau esteira prontas a serem utilizadas.

O tear é constituído por uma trave de madeira, um prisma retangular, colocado a um metro acima do chão e paralelamente a este. Duas estacas verticais e perpendiculares ao chão são colocadas nos extremos da trave para que fique segura. O praticante chama a esta estrutura cavalo. Na trave de madeira é marcada uma escala onde se coloca o fio de nylon. Nos extremos dos fios são atadas pedras (figura 20). A escala é gravada na madeira com uma faca ou outro objeto cortante. As marcas são colocadas de 12 em 12 centímetros e nelas são colocadas as linhas com as pedras. Cada uma dessas marcas é depois dividida em 4 partes iguais, ainda que sem instrumentos que garantam o rigor dessa divisão. O método utilizado é fazer a divisão ao meio e depois para obter a quarta parte, fazer metade da metade. Estas últimas marcas são menos profundas que as anteriores (figura 21).



Figura 20 – Cavalo com duas folhas de pau esteira e unidas com o fio de nylon.



Figura 21 – Escala de 12 centímetros com subdivisões.

O primeiro passo para tecer uma esteira é colocar uma folha dentro de outra e essa folha dupla é colocada sobre a trave de madeira do cavalo. De seguida, coloca-se uma pedra da parte da frente para a parte de trás, passado por cima da folha de pau esteira, e a pedra que estava atrás passa para a frente. Depois disso aperta-se para que o fio fique a fazer pressão na folha. Continua-se este procedimento nas restantes marcas da escala até ao final da folha. Quando se termina uma tira puxa-se para baixo e o restante procedimento repete-se.

Uma esteira padrão tem dimensões de um metro e meio por dois metros. A primeira dimensão corresponde, aproximadamente, ao comprimento de uma folha de pau esteira e a segunda dimensão corresponde a duas medidas do chão ao cavalo.

A escala utilizada depende do objeto que se pretende tecer. No caso da esteira padrão os 12 cm são a base. Essa medida é registada de forma pouco rigorosa e, por isso, dá origem a que, na prática, os valores utilizados sejam aproximados, como por exemplo a esteira da imagem cuja base mede 12,8 cm (figura 22 e 23).



Figura 22 – Esteira com uma escala de 12,8 cm.



Figura 23 – Exemplo de esteira tecida com 8 linhas e 16 pedras.

No entanto, outros objetos, como o individual (base para prato) ou a manga de garrafa (invólucro cilíndrico decorativo de garrafa) são tecidos com subdivisões da escala, nomeadamente 6 cm de base, ou seja, metade da anterior. Ainda que com a mesma base, o número de linhas utilizado pode ser distinto. Tanto no caso do individual como na manga de garrafa são utilizadas 4 linhas e o dobro das pedras, o que origina um retângulo com uma das dimensões com cerca de 24 cm. Repare-se que esta dimensão corresponde à altura da manga de garrafa, que, por sua vez, é adequado à altura de uma garrafa de vinho, aproximadamente 32 cm. Regra geral, as esteiras são de uma manufatura simples visando apenas o seu fim utilitário. Ainda assim, os produtos mais recentes podem ter um aspeto visualmente mais apelativo, resultado da introdução do tecido africano como elemento decorativo, cumprindo assim o objetivo de potenciar a sua aquisição por parte dos turistas ou unidades hoteleiras locais (figura 24).



Figura 24 – Exemplo de individual tecido em esteira.

Enquanto conexões entre o produto final e conceitos matemáticos, Gerdes (2012b) sugere que, em determinadas zonas de Moçambique, o conceito de cilindro pode ser obtido através de uma esteira retangular enrolada. A técnica de confeção das esteiras, baseada em divisores de 12, apresenta potencialidade de conexões com relações numéricas, bem como as decisões entre a seleção do número de linhas e número de pedras, ou destes com a dimensão do produto final. Por sua vez, a adequação do produto final à sua finalidade também poderá ser questionada, podendo a matemática contribuir para esse fim.

A **pesca** é uma das atividades económicas para as famílias residentes na ilha do Príncipe. Juntamente com a agricultura e pecuária, representa 31% da ocupação da população residente empregada com idade igual ou superior a 10 anos (INE, 2013). As comunidades fixadas junto ao mar são frequentes, mesmo em locais onde o acesso terrestre se torna um desafio só ao alcance dos conhecedores de trilhos da densa floresta desta Ilha. Não obstante, a prática da pesca decorre somente com luz do dia. Esse fator faz com que as estrelas não sejam uma das dimensões de orientação dos pescadores, ainda que o Sol possa ser utilizado para medir o tempo durante o dia. Aroca (2012, 2013), ao estudar uma comunidade de pescadores na Colômbia, identificou quatro dimensões determinantes para a orientação dos pescadores: i) celeste; ii) atmosférica; iii) superfície do mar e iv) profundidade do mar. À exceção da primeira que, pelas razões já enunciadas, não se adequa, na íntegra, às práticas de pesca utilizadas na ilha do Príncipe, as restantes três dimensões constituem pontos de partida para averiguar referenciais de orientação utilizados pelos pescadores neste local. Relativamente à construção das redes, a prática poderá ser analisada do ponto de vista das medidas utilizadas, como aliás averiguou Chieus (2009) numa das comunidades “Caiçara”, no Brasil. Além disso, as armadilhas de pesca (figura 25), com diferentes tamanhos e com malhas de acordo com o tipo de peixe que se pretende capturar, são igualmente artefactos passíveis de estudo do ponto de vista de ideias matemáticas usadas na sua construção e utilização. Gerdes (2012a) apresenta exemplos de relações entre ideias matemáticas e artefactos de pesca utilizados em determinadas comunidades de zonas litorais em Moçambique, comparando-os com outros utilizados em alguns países asiáticos. Também a técnica de secagem do peixe pode estimular

conexões com conceitos geométricos, conforme é proposto por Cherinda (1981, como citado em Gerdes, 2012a, 2012b) a propósito de uma técnica identificada numa comunidade moçambicana.



Figura 25 – Muswa. Armadilha de pesca da ilha do Príncipe.

A **venda de pão no mercado**, bem como outros bens com unidade discreta, é feita mediante o valor do dinheiro que se pretende trocar pelo bem a adquirir. Por exemplo, é habitual ouvir-se na padaria: “são 20 dobras de pão, por favor”. Para venderem **tomate ou alguns frutos**, como goiaba, por exemplo, as vendedoras do mercado do Príncipe utilizam como referência números que permitem colocar os produtos em disposição piramidal. Segundo Gerdes (2012a), esta é uma prática utilizada em diferentes países de África e Índia, que, simultaneamente: i) otimiza o modelo de acumulação; ii) evita que os frutos rolem e iii) ocupa o menor espaço possível no plano da base.

A seleção da prática de cestaria

As práticas de pesca, construção de casas, chocalhos de dança e distribuição da plantação de cacau e café perspetivam promissoras relações com as etnociências. Contudo, o contacto e aprendizagem destas práticas por parte da investigadora, além da riqueza inter e transdisciplinar que a abordagem exigiria na integração de diferentes formas de conhecimento, mostrou ser incompatível. Por um lado, com a constituição de uma equipa multidisciplinar a trabalhar no assunto no contexto académico deste estudo e, por outro, com a exigência temporal das restantes fases do projeto, nomeadamente os ciclos iterativos, envolvendo também o *desenho e construção* e a *avaliação e reflexão* da intervenção, sem perder de vista o foco no potencial desenvolvimento de atitudes promotoras de educação científica. A venda de bens em unidades discretas sugere relações com o desenvolvimento de estratégias de cálculo mental e, conseqüentemente, do sentido do número, num país onde a “moeda virtual” ainda não está generalizada, além da utilização de uma disposição geométrica já estudada em contextos similares, como referido anteriormente. A cestaria e esteiraria

são práticas que se revelaram férteis na recolha de dados juntos dos praticantes ao longo destes contactos exploratórios. Por outro lado, quer do ponto de vista da técnica de confeção do produto, quer deste último em si, a identificação de ideias matemáticas tem sido evidenciada em outros estudos já referenciados, existindo, por isso uma forte base de inspiração de análise matemática destes elementos. Aliás, a cestaria e a esteiraria são igualmente reconhecidas pelo “forte carácter artístico e geométrico” que carregam (Gerdes, 2007a, p. 45). Assim, dada a inexecutabilidade de enquadrar a análise das várias práticas identificadas nesta fase, na presente investigação, e de acordo com: i) possibilidade de obter informação detalhada e de forma continuada sobre a(s) técnica(s) utilizada(s) junto dos praticantes e ii) potencialidade de conexões com diferentes formas de conhecimento com incidência matemática, foi selecionada apenas uma das práticas culturais – cestaria.

A cestaria, enquanto atividade humana milenar, é uma prática transversal a diversas culturas. Esta prática é uma expressão de arte que contempla uma noção mais restrita, associada à confeção de cestos, e uma visão mais abrangente que inclui também a esteiraria, tapeçaria e até a construção de algumas embarcações artesanais. Neste estudo é adotado um sentido mais restrito de cestaria como “o conjunto de técnicas empregadas na feitura de cestos e outros recipientes usados para transporte, manuseamento, arrumo e proteção de objetos e materiais diversos” recorrendo a “fibras e diferentes materiais de origem vegetal” (Areia, Martins & Miranda, 1988a, p. 14). Os três grandes grupos de técnicas considerados por Areia, Martins e Miranda (1988a, 1988b) são: entrecruzada, entrelaçada e em espiral, aceitando diversas técnicas auxiliares em cada uma das categorias. A técnica entrecruzada ou axadrezada consiste em duas camadas de tiras justapostas, perpendiculares entre si, sub e sobre cruzadas. Caracteriza-se pela não distinção entre elementos fixos e móveis. Na técnica entrelaçada não existe uma distinção efetiva entre elementos fixos e móveis. Com os elementos fixos dispostos, regra geral paralelamente e formando uma linha horizontal ou vertical, o elemento móvel, mais fino e flexível, passa, perpendicularmente, pela frente e por trás dos elementos fixos, alternadamente. A técnica da espiral consiste em enrolar sobre si mesmo o material utilizado no cesto, a partir de um centro e em caracol, construindo a forma de um cesto com a altura que for desejável. Cada volta é fixada à anterior com um outro elemento e processos distintos.

Originalmente, com um vincado cariz utilitário no dia-a-dia das populações, os produtos de cestaria estão, atual e globalmente acessíveis e são apreciados quer pelas funções utilitárias, quer como elemento decorativo e associado ao *design* (Gonçalves, 2017; F. Sousa, 2010).

Considerações sobre práticas de cestaria na ilha do Príncipe

Olhar a cestaria a partir do olhar do cesteiro

Natureza em harmonia com a atividade humana

A confeção de cestos está diretamente relacionada com os recursos que estão ao dispor na Natureza. O recurso natural utilizado para a confeção de cestos é matéria vegetal, a andala, que são folhas da

palmeira de andim, nome comum, *elaeis guineensis*, nome botânico, que existem em abundância na ilha do Príncipe. A recolha desse recurso natural na floresta representa uma etapa significativa da confecção de um cesto como produto final, pelo esforço físico e tempo que exige. Cada “bansa”, isto é, a tira de andala, é cortada longitudinalmente formando “unhas da palmeira”, tiras mais ou menos finas, consoante a flexibilidade que se pretenda para a mesma (figuras 26 e 27). A sua preparação é feita com uma navalha ou faca. Nesta fase, por vezes, o artesão utiliza luvas devido à rigidez da andala.



Figura 26 – Andala pronta a ser utilizada na confecção de cestos.



Figura 27 – Pedacos de andala no fundo de um cesto cortados com uma faca.

Utilidade

Os cestos são utilizados para transportar bens, como sementes ou frutas, guardar roupa ou alimentos ou poderão ser apenas elementos decorativos. Por vezes, são também utilizados como recipientes para o lixo. Atualmente, a sua utilidade mais frequente é para separar as sementes de izaquite da sua casca, que são utilizadas para cozinhar. Também após a quebra do milho no pilão, as cascas são peneiradas com o cesto antes de o milho ser cozido para preparar a cachupa, um prato

gastronómico típico de Cabo-Verde. O café, depois de tirar a casca principal no pilão, é peneirado para limpar os grãos. Na figura 28 constam exemplos de cestos utilizados na ilha do Príncipe.



Figura 28 – Cestos de base em estrela.

Cestos com base em estrela

O tipo de cesto da figura 28 designa-se *kwalie*, em crioulo, ou “coale”, segundo Areia, Martins e Miranda (1988b, p. 19). O método de confeção de cestos de base em estrela utilizado na ilha do Príncipe é comum também em diferentes países africanos (Areia, Martins & Miranda, 1988a). As tiras que constituem a disposição em estrela são os elementos primários e estruturantes da base, e uma tira flexível (fita), o elemento secundário, é enleada⁷⁹ em espiral, alternadamente, na estrutura em estrela. Regra geral, os elementos primários e secundários são de natureza diferente ou, quando iguais, os segundos têm menor largura ou espessura para se tornarem mais flexíveis (Areia, Martins & Miranda, 1988a).

⁷⁹ Segundo Areia, Martins e Miranda (1988b), é a técnica de encanastrar que é utilizada para confeccionar o Coale. Esta técnica é definida pelos autores como a composição de “elementos fixos e móveis (...) que se entrecruzam perpendicularmente, havendo um equilíbrio entre flexibilidade e resistência” (p. 15). No entanto, os mesmos autores, na descrição do método de base em estrela, referem o movimento da tira em espiral na confeção da base como “enleando-se os elementos secundários nos primários em forma de espiral” (Areia, Martins & Miranda, 1988a, p. 39) e recorrem à expressão entrançado alternado na legenda da figura 8, referente à técnica utilizada num cesto de método em estrela. As técnicas auxiliares de encanastrar e entrançar incluem-se no grupo de técnica entrelaçada e mesmo a definição do verbo enlear tem subjacente esta técnica que se diferencia das restantes pela distinção entre elementos fixos e móveis. Assim, nesta fase do estudo, utiliza-se, de uma forma abrangente, o termo “entrelaçar” para referir este movimento da tira flexível em espiral na confeção da lateral do cesto e o termo “enlear” para referir o movimento espiralado na base.

Os elementos fixos da base são 6 pares de tiras ou feixes na disposição de estrela de 12 pontas, resistentes, mas simultaneamente flexíveis. Uma tira mais flexível, elemento móvel, é enleada nos elementos primários, em espiral.

As primeiras tiras da base a serem colocadas são dois pares perpendiculares e os outros 4 pares são colocados dividindo cada quadrante em três, sem qualquer instrumento que garanta o rigor dessa divisão em partes iguais (figuras 29 e 30).



Figura 29 – Base em estrela, parte interior do cesto.



Figura 30 – Base em estrela, parte exterior do cesto.

A tira mais flexível é enleada, alternadamente, nos pares de tiras ou feixe e percorrem-se os outros pares passando a tira flexível num feixe por baixo e no outro por cima. Ao fim de uma volta, e para desencontrar o passo (o número de feixes é par), no feixe de origem faz-se o movimento por onde não se começou, ou seja, o elemento secundário passa por baixo, se na primeira volta passou por cima, e passa por cima, se na primeira volta tiver sido por baixo. Após duas voltas de enleamento com o passo, um por baixo, um por cima dos feixes, o movimento passa a ser um por baixo e um por cima de cada tira. Durante esta fase, após cada movimento, é necessário ajustar as tiras de cada feixe e afastá-las. Ainda durante a confeção da base, já no passo um por baixo um por cima, é acrescentada uma tira que, embora não seja um elemento primário, cumpre a função de tal, uma vez que se acrescenta a tira na estrutura em estrela e no intervalo entre dois feixes.

A tira acrescentada torna ímpar o número de tiras da estrutura do cesto e permite aumentar a amplitude da boca do cesto. No entanto, na descrição do método de base em estrela descrito por Areia, Martins e Miranda (1988a), não há indicação de adicionar qualquer tira ao longo da confeção. Os autores apresentam este método como utilizado na Guiné-Bissau, referindo uma estrela de oito pontas constituída por 4 ternos, que perfazem 12 tiras, numericamente igual ao número de base das tiras utilizadas pelo praticante na ilha do Príncipe (figura 31).

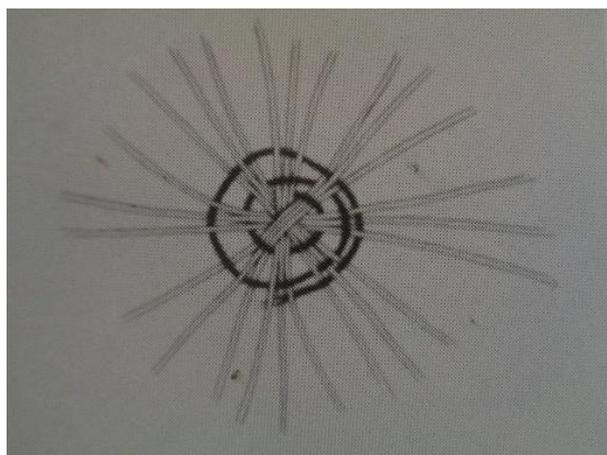


Figura 31 – Disposição dos elementos primários no método de base em estrela, em Areia, Martins e Miranda (1988a, p. 40).

Uma outra variante de base em estrela identificada num cesto em Cabo Verde, ilha de Santiago, apresenta um misto das anteriores. A disposição dos elementos primários são 1 terno e 3 pares de tiras, que voltam a perfazer as 12 tiras, numa disposição de estrela de oito pontas (figuras 32 e 33). Areia, Martins e Miranda (1988a) identificam esta situação de aumentar o número de tiras num feixe como consequência da resistência das tiras dos elementos primários não ser suficiente.



Figura 32 – Base em estrela, parte interior do cesto.



Figura 33 – Base em estrela, detalhe da disposição dos elementos primários.

A passagem da base para a parede do cesto (a lateral) coincide com a transição entre duas tiras flexíveis. As tiras das paredes são mais flexíveis por serem mais finas. Entrelaça-se a tira flexível da estrutura em estrela passando uma tira pela frente e outra por trás (na parede do cesto, a linguagem por cima e por baixo pode passar a ser pela frente e por trás, devido à posição do movimento em relação a quem o confeciona), garantido que em duas linhas consecutivas da parede do cesto o passo está desencontrado. A altura da parede do cesto é variável e de acordo com a sua utilidade. Os cestos para guardar alimentos ou roupa têm, regra geral, as paredes mais altas e têm

tampa. O raio das circunferências ao longo da parede é variável. No cesto da figura 34, por exemplo, aumenta até meio da altura do cesto e a partir daí diminui até à boca do cesto.

Durante o entrelaçamento, é essencial separar as tiras de cada feixe dos elementos primários, tendendo a ficarem equidistantes umas das outras. A abertura do cesto é controlada pela pressão das fitas contra o peito ou pernas do cesteiro. Quando uma fita termina, o início da outra faz-se sobrepondo a parte final da anterior para garantir a continuidade do processo. O remate consiste em dobrar o que resta das tiras colocadas na base, alternando uma para fora e uma para dentro. As tiras dobradas para fora são cortadas e as tiras dobradas para dentro ficam presas no entrelaçamento da parede do cesto (figura 35). No total são 25 ($2 \times 12 + 1$) as pontas a dobrar no final do cesto.



Figura 34 – Cesto alto de base em estrela.



Figura 35 – Detalhe do remate do cesto.

O acabamento é feito com duas tiras ao longo do bordo da boca do cesto. A primeira é colocada alternadamente entre os espaços definidos pelas tiras da base e a outra percorre os espaços que a primeira não percorreu (figura 36 e 37).



Figura 36 – Acabamento na boca do cesto visto do exterior do cesto.



Figura 37 – Acabamento na boca do cesto visto do interior do cesto.

Cestos de base de “4 cantos”

O cesto de “4 cantos”, também designado *balaio*, tal como no caso anterior, é um tipo de cesto comum em diferentes países de África (Areia, Martins & Miranda, 1988a).

O método de cesto de “4 cantos” começa pelo fundo do cesto, utilizando a técnica entrecruzada ou axadrezada. Segundo Areia, Martins e Miranda (1988a) nesta técnica, os elementos – pares de tiras justapostas – colocam-se paralelamente uns aos outros, sendo o número de pares variável de acordo com a superfície pretendida para a base. Depois disso, outros pares de tiras justapostas serão colocados perpendicularmente aos anteriores. Os elementos de uma camada passam sucessivamente por cima e por baixo da outra. Aqui o passo é variável. Um, dois, três ou quatro (1/2/3/4) tiras por cima e 1/2/3/4 tiras por baixo são os mais frequentes. Podem-se também criar combinações por exemplo 1/3: 1 por cima/3 por baixo. O entrecruzamento pode envolver também 3 elementos (Areia, Martins & Miranda, 1988a).

Quando uma das camadas do entrecruzamento é paralela ao fundo do cesto, sendo a outra necessariamente perpendicular, designa-se de cestaria direta. Quanto as camadas têm uma disposição oblíqua em relação ao fundo do cesto diz-se cestaria oblíqua ou diagonal (Areia, Martins & Miranda, 1988a).

As figuras 38 e 39 mostram um cesto de base retangular, fabricado pelo artesão do Príncipe, de cestaria direta.



Figura 38 – Base retangular, parte interior do cesto.



Figura 39 – Base retangular, parte exterior do cesto.

Fixando um feixe de duas tiras, o passo utilizado na base é de 4 tiras por cima/4 tiras por baixo, ou abreviadamente 4/4, na direção perpendicular (figura 40).



Figura 40 – Detalhe de entrecruzamento da base.

Na mesma família de técnica entrecruzada, quer na cestaria direita, quer na oblíqua, existe a técnica de diagonal aparente. Segundo M. Dias (1968), esta técnica utiliza o entrecruzamento com passo fixo, mas em cada fila o movimento inicia-se um feixe de tiras adiante. A autora descreve o efeito visual do processo como o “desenho de uma escadaria que aparentemente se apresenta como uma linha diagonal em relação à posição perpendicular” das duas camadas de elementos (p. 7).

Gerdes (2012c) descreve as diagonais aparentes como “linhas dentadas” que resultam das partes visíveis de tiras paralelas e formam “ângulos de 45 graus com as direções das tiras, quer horizontais, quer verticais” (p. 109). Estas são identificáveis na figura 40, acima, e estão evidenciadas na representação da figura abaixo (figura 41).

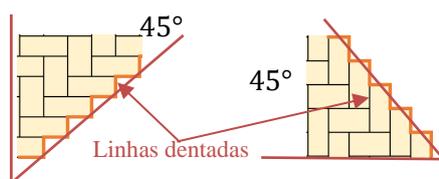


Figura 41 – Diagonais aparentes, com linhas dentadas e ângulos de 45 graus entre a diagonal aparente e as direções vertical e horizontal, respetivamente.

Para construir as paredes do cesto os elementos da estrutura da base são dobrados para cima formando tiras, tendencialmente paralelas, e uma fita mais fina e flexível é entrelaçada a estes, perpendicular e alternadamente, duas tiras pela frente, duas tiras por trás (figura 42).

Na técnica entrelaçada, segundo Areia, Martins e Miranda (1988a), existe uma distinção entre elementos móveis e fixos. Neste caso, as tiras da estrutura da base dobradas para cima são os elementos fixos e a tira flexível é o elemento móvel. Estes autores, contrariamente à definição de técnica entrelaçada adotada por outros (F. Sousa, 2010; Vieira et al., 2008), consideram a possibilidade de não existir qualquer torção do elemento móvel, a qual coincide com esta situação.

A parede determina a altura do cesto, bem como se a boca é tendencialmente retangular ou circular. O remate, na boca do cesto, é feito a partir da dobragem da tira da estrutura da base no sentido do exterior para o interior do cesto. O extremo da tira é pressionado por uma tira entrecruzada na direção perpendicular, fixando-o.



Figura 42 – Detalhe de entrelaçamento simples das paredes do cesto de “4 cantos”.

Tal como no caso dos cestos de base em estrela, também a técnica do cesto de “4 cantos” foi identificada em cestos em Cabo Verde, Ilha de Santiago (figuras 43 e 44).



Figura 43 – Base retangular, parte interior do cesto.



Figura 44 – Base retangular, parte exterior do cesto.

Olhar a cestaria a partir do olhar do matemático

Espirais

O fascínio da humanidade por curvas, em particular espirais, é muito anterior ao estudo matemático das mesmas. A evidência da utilização ornamental de espirais pode ser observada na cerâmica pré-histórica, pode ainda ser identificada nos planos simbólico e mitológico em diversas culturas, em artefactos ou na organização de plantações de culturas em diferentes partes do globo (e.g. Gerdes, 2012c; Parra, 2011; Vergani, 1999). Enquanto objetos matemáticos, o estudo de curvas foi registado por géometras gregos. Em particular, a espiral de Arquimedes surge associada ao ponto de vista físico, gerada a partir de movimentos, linear e circular, uniformes (Lockwood, 1961).

O conceito de espiral tem vindo a ser alargado e atualmente engloba espirais com características muito distintas. É isso que faz com que algumas definições que possamos encontrar não sejam suficientemente abrangentes e completas para abarcar todas as espirais. Neste estudo, optámos por assumir uma definição que, não sendo a mais geral e completa, consideramos intuitiva e, principalmente, satisfaz a definição do tipo de espiral que irá ser alvo de estudo – espiral de Arquimedes. Neste contexto, o conceito surge unicamente associado à aproximação de um modelo de base de um cesto circular.

Assim, utilizamos a definição de espiral apresentada por Veloso (1998), “de uma maneira geral, e de forma intuitiva, uma espiral em torno de um ponto O é uma curva descrita por um ponto que, simultaneamente, roda em torno de O e se afasta de O ” (p. 168).

No séc. III A.C., Arquimedes efetuou um estudo formal de um determinado tipo de espiral, que hoje conhecemos como espiral de Arquimedes, e no qual enuncia e demonstra propriedades da mesma (Heath, 2011). Na sua obra *Sobre espirais*, Arquimedes define espiral da seguinte forma:

Se uma semirreta traçada num plano roda, em torno da sua origem, num movimento uniforme, regressando à posição inicial, e se, ao mesmo tempo que a semirreta roda, um ponto ao longo da semirreta afasta-se da sua origem, num movimento uniforme, o ponto descreverá uma espiral no plano. (Heath, 1897, p. 165) ⁸⁰

Pela forma como a espiral está definida, percebe-se que, quer a rotação (da semirreta), quer o afastamento (do ponto em relação à origem da semirreta) dão-se a velocidades constantes. Estas velocidades não são, no entanto, necessariamente iguais, como é salvaguardado por Veloso (2017). Veloso abre ainda um pouco mais o leque de variantes da curva em causa, ao alertar que o ponto que se afasta do ponto fixo ao longo da semirreta não parte, necessariamente, da origem desta.

A espiral, enquanto curva, pode ser definida segundo as suas propriedades geométricas, ou analiticamente, seja através de coordenadas polares, cartesianas ou outro sistema de coordenadas. Na verdade, esta curva não pode ser representada por uma equação algébrica, uma vez que não possui uma equação cartesiana polinomial com coeficientes reais e, por isso, é considerada uma curva transcendente. Por este motivo, é mais simples e usual recorrer ao sistema de coordenadas polares para representar uma espiral.

No sistema de coordenadas polares, uma espiral é definida por uma equação do tipo: $\rho = f(\theta)$, onde ρ representa o comprimento do vetor com origem no polo da espiral e extremidade num ponto da espiral – raio vetor – e θ o ângulo formado entre o eixo polar e o raio vector – ângulo polar.

Um ponto da espiral fica então definido pelo par ordenado (ρ, θ) .

No caso particular da espiral de Arquimedes, a equação polar que a define é:

$$\rho = a\theta + b$$

⁸⁰ No original em Inglês: *If a straight line drawn in a plane revolve at a uniform rate about one extremity which remains fixed and return to the position from which it started, and if, at the same time as the line revolves, a point moves at a uniform rate along the straight line beginning from the extremity which remains fixed, the point will describe a spiral in the plane.*

onde ρ é o raio vetor, θ , o ângulo polar, a é uma constante arbitrária, não nula, e b uma constante qualquer não negativa.

Por uma questão de conveniência na conversão de um sistema de coordenadas polares para retangulares ou cartesianas e vice-versa, fixa-se o polo na origem do sistema de eixos retangulares e toma-se o eixo polar na parte positiva do eixo das abscissas. Assim, um ponto (x,y) em coordenadas retangulares está associado a $(\rho\cos\theta, \rho\sen\theta)$.

Convertendo para coordenadas retangulares, a equação polar da espiral de Arquimedes, obtemos:

$$\begin{cases} x = a\theta\cos\theta + b\cos\theta \\ y = a\theta\sen\theta + b\sen\theta \end{cases}$$

A partir destas equações e recorrendo a um software de geometria dinâmica, neste caso o ©Geogebra, obtém-se, graficamente, a seguinte curva para $a = 1,5$ e $b = 0$ (figura 45):

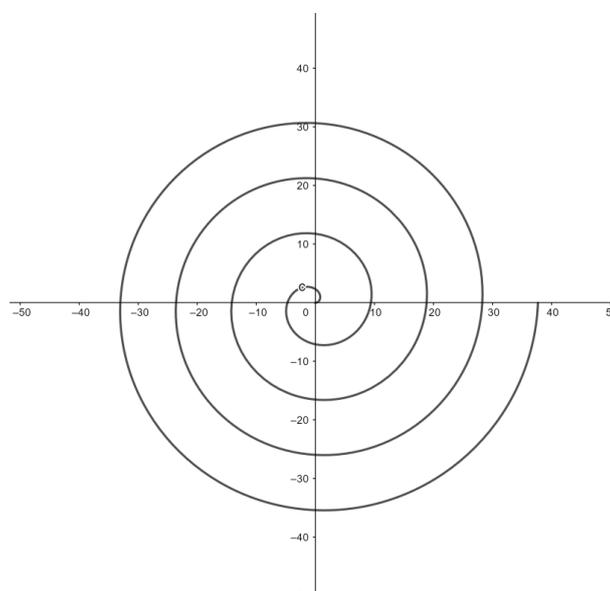


Figura 45 – Espiral de Arquimedes.

A influência do parâmetro a está relacionada com a distância entre voltas consecutivas da espiral. A velocidade de afastamento em relação ao polo da espiral é tanto maior quanto maior é o valor absoluto de a . Ao substituir a pelo seu simétrico, $-a$, a espiral sofre uma rotação de meia volta em relação à origem do referencial. O parâmetro b influencia o polo da espiral que sofre uma translação no eixo das abscissas segundo o vetor $(b, 0)$.

Entre as propriedades que Arquimedes apresenta no tratado “Sobre as espirais”, há uma propriedade que aqui interessa em particular e que dá origem a outra designação desta espiral – espiral uniforme ou aritmética. Trata-se da Proposição 12: “Se um qualquer número de segmentos de reta traçados desde a origem [polo] até à espiral formam ângulos iguais entre si, então os segmentos de reta estão em progressão aritmética” (Heath, 1897, p. 166)⁸¹. Isto significa que a distância entre duas voltas

⁸¹ No original em Inglês: *If any number of straight lines drawn from the origin to meet the spiral make equal angles with one another, the lines will be in arithmetical progression.*

consecutivas da espiral ao longo de uma semirreta é constante. Uma representação desta propriedade está na figura 46, produzida no ©Geogebra.

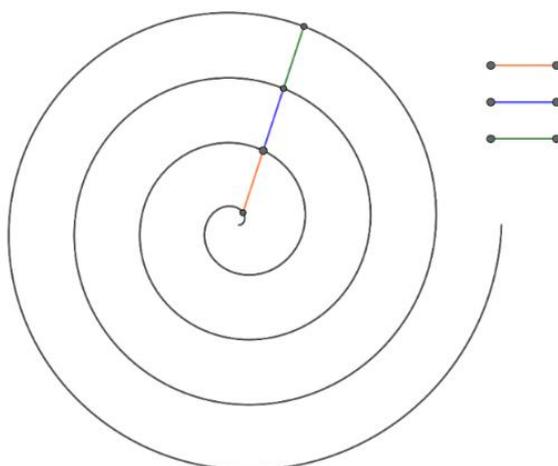


Figura 46 – Espiral de Arquimedes evidenciando a distância de separação entre voltas consecutivas da espiral constante, ao longo de uma semirreta.

Vai-se um pouco mais além para determinar essas distâncias constantes. Na verdade, voltando às coordenadas polares e assumindo (ρ_1, θ_1) como um ponto qualquer da espiral, as coordenadas do ponto dessa mesma espiral afastados por uma volta completa (2π) será dado pelo par $(\rho_2, \theta_1 + 2\pi)$ e a distância entre eles fica assim definida:

$$\rho_2 - \rho_1 = a(\theta_1 + 2\pi) + b - (a\theta_1 + b) = 2\pi a$$

Nos cestos de base circular, o enleamento a partir da estrutura da base faz-se seguindo uma espiral. Por questões práticas de robustez, mas também por questões de equilíbrio do cesto e de estética, essa espiral deve, em cada volta, manter a mesma distância da volta anterior. Isto significa que, tal como na espiral de Arquimedes, a distância entre dois pontos de duas voltas consecutivas, ao longo de uma semirreta, é constante.

Assim, de acordo com o exposto, a espiral de Arquimedes parece ser uma aproximação de modelo matemático para a parte visível da tira flexível, ou elemento móvel, na base dos cestos de base em estrela. Tal pode ser confirmado pela adequação do modelo matemático da espiral de Arquimedes ($a = 0,32$ e $b = 0$, $10\pi < \theta < 24\pi$) à fotografia de um cesto de base em estrela recolhido na ilha do Príncipe. A sobreposição da curva à imagem que está na figura 47 foi construída recorrendo ao ©Geogebra.



Figura 47 – Aproximação de uma espiral de Arquimedes da tira flexível ou elemento móvel da base de um cesto circular.

Ao longo das paredes do cesto, que pode ter uma forma aproximada de uma semiesfera, conforme figura 48, o movimento de entrelaçamento remete, neste caso, para uma espiral tridimensional.



Figura 48 – Cesto de base circular.

Aritmética modular

A noção de ciclo é utilizada em diversas situações no dia a dia. Por exemplo, o ciclo de 7 dias da semana ou o ciclo de 12 horas no relógio facilitam a contagem do tempo. No caso dos dias da semana, por exemplo, 7 dias após uma 3ª feira, não estaremos numa 10ª feira, mas novamente na 3ª feira. Também será fácil reconhecer que 12 horas depois das 7 horas da manhã são 19 horas ou, equivalentemente, 7 horas da tarde e, 10 horas depois não serão 29 horas, mas 5 horas da manhã. Ou seja, $19 (7+12)$ é igual a 7 módulo 12, bem como $31 (7+12 \times 2)$ é igual a 7 módulo 12 ou qualquer outro número resultante da adição de 7 com um múltiplo de 12. Esta ideia permite-nos identificar números que, não sendo iguais, são equivalentes ou congruentes numa determinada relação com a referência de ciclo. A ideia de agrupar a contagem em grupos ou classes, de acordo com os restos da divisão inteira de um número pelo número associado ao ciclo – 7 nos dias da semana, 12 no relógio –, designado módulo, está na base da aritmética modular. No exemplo acima, o resto da

divisão inteira de 19 por 12 é 7. O potencial das suas aplicações é bastante comum na tecnologia associada à criação algoritmos de detecção de erros, frequentes na escrita de dígitos – códigos de barras, cartões de crédito, ISBN –, na criação da criptografia com chaves públicas (Buescu, 2002; Crato, 2008), na relação entre os desenhos *sona* da comunidade Cokwe de Angola, na soma dos retângulos “mágicos” e no conceito de matriz cíclica desenvolvido por Gerdes (2010, 2011). Na verdade, a aritmética modular constitui uma importante ferramenta da teoria dos números, sendo por isso uma ideia com contornos no edifício matemático.

Existem vários conjuntos e neles podem ser definidas inúmeras relações, em particular binárias, se forem considerados pares ordenados no produto cartesiano desse conjunto. Há relações binárias com propriedades especiais e que, definidas em determinados conjuntos, funcionam particularmente bem para determinados objetivos. Entre elas está a relação de equivalência. Para esta análise, irá ser considerada uma relação de equivalência particular num conjunto determinado. Nomeadamente o conjunto dos números inteiros (\mathbb{Z}) e a relação de equivalência designada por congruência módulo n (\equiv_n).

Como existem alguns conceitos de aritmética modular que servirão de pré-requisitos às reflexões relacionadas com cestaria, são apresentadas algumas definições e propriedades (Durbin, 2000; Oliveira, 2000) particularizando-as, quando conveniente, ao conjunto dos (números) inteiros.

Divisibilidade

Sendo a e b números inteiros, diz-se que a divide b se e só se (sse) existe um número inteiro, k , pelo qual se pode multiplicar a para obter b .

Em linguagem simbólica,

$$\forall a, b \in \mathbb{Z}, a|b \Leftrightarrow \exists k \in \mathbb{Z} : b = k \cdot a$$

Algumas notas de linguagem. São expressões sinónimas as seguintes:

a divide b

b é divisível por a

b é múltiplo de a

a é divisor de b

a é fator de b

Mínimo múltiplo comum

Um número inteiro é o mínimo múltiplo comum de dois números inteiros se for um múltiplo comum a ambos e for o menor positivo entre eles. O mínimo múltiplo comum representa-se assim:

$$\text{Sejam } a, b \text{ e } M \in \mathbb{Z}. \quad m.m.c. (a, b) = M$$

Máximo divisor comum

Um número inteiro é o máximo divisor comum de dois números se, além de ser divisor de ambos for o maior número nessas condições. Eis a representação simbólica usada para o máximo divisor comum:

$$\text{Sejam } a, b \text{ e } D \in \mathbb{Z}. \text{ m. d. c. } (a, b) = D$$

Número primo

Um número natural p diferente de 0 e 1, é primo se não admite outros divisores além de 1 e de p .

Números primos entre si

Dois naturais a e b dizem-se primos entre si quando não têm outro divisor comum além de 1, isto é, $m. d. c. (a, b) = 1$

Relação de equivalência, em \mathbb{Z}

Uma relação é de equivalência no conjunto \mathbb{Z} se e só se é reflexiva, simétrica e transitiva.

Uma relação diz-se reflexiva se para todo o elemento do conjunto onde está definida, cada elemento está em relação com ele próprio. Uma relação diz-se simétrica se, para quaisquer dois elementos a e b , se a está em relação com b , então b está em relação com a . Uma relação diz-se transitiva se para quaisquer elementos a , b e c , do conjunto em causa, se a está em relação com b e b está em relação com c , então a está em relação com c .

Quando dois inteiros a e b são equivalentes segundo uma relação de equivalência R , diz-se que a e b são equivalentes módulo R .

Relação de congruência

Diz-se que dois inteiros a e b são congruentes módulo n se e só se, n é divisível pela diferença entre a e b , ou equivalentemente, se a diferença entre a e b é um múltiplo de n . Simbolicamente escreve-se:

$$a \equiv_n b \text{ ou } a \equiv b(\text{mod } n) \Leftrightarrow n|(a - b), \text{ ou seja } a - b = \hat{n}$$

Notação: \hat{n} significa múltiplo de n .

Propriedade

Para cada n em \mathbb{N} , a relação de congruência módulo n é uma relação de equivalência em \mathbb{Z} .

É condição necessária e suficiente para que a e b sejam congruentes módulo n que os restos das divisões inteiras de a e b por n sejam iguais.

Classe de equivalência, em \mathbb{Z}

A classe de equivalência de um número inteiro a , $a \in \mathbb{Z}$, é o conjunto de números inteiros que estão em relação de equivalência com a na relação definida.

Considerando o conjunto \mathbb{Z} e a relação definida como a congruência módulo n , em linguagem simbólica, representa-se a classe de equivalência de a na congruência módulo n da seguinte forma:

$$[a]_{\equiv_n} = \{x \in \mathbb{Z}: x \equiv_n a\}$$

Partição, em \mathbb{Z}

Uma partição P do conjunto \mathbb{Z} é um conjunto de subconjuntos de \mathbb{Z} que verifica as seguintes propriedades:

Os elementos de P não são vazios.

Os elementos de P são disjuntos dois a dois, isto é, a intersecção entre quaisquer dois elementos distintos é vazia.

A união dos elementos de P é \mathbb{Z} .

Conjunto quociente

O conjunto das classes de equivalência de uma relação definida designa-se por conjunto quociente do conjunto por essa relação.

Considerando a relação \equiv_n , que já se viu ser de equivalência no conjunto \mathbb{Z} , o conjunto quociente de \mathbb{Z} por \equiv_n denota-se:

$$\mathbb{Z}/\equiv_n = \{[x]_{\equiv_n}: x \in \mathbb{Z}\}$$

Propriedade

Cada número inteiro é congruente módulo n com um único dos inteiros $0, 1, \dots, n - 1$.

$$\mathbb{Z}/\equiv_n = \{[0]_{\equiv_n}, [1]_{\equiv_n}, \dots, [n - 1]_{\equiv_n}\}$$

Grupo

A operação adição (+) definida no conjunto \mathbb{Z}/\equiv_n , para um determinado n , define uma estrutura algébrica que se designa “grupo” por satisfazer as seguintes propriedades:

- A soma de dois elementos pertencentes a \mathbb{Z}/\equiv_n é um elemento deste conjunto;
- A adição em \mathbb{Z}/\equiv_n é associativa;
- Existe um elemento em \mathbb{Z}/\equiv_n que é neutro para a adição, a classe $[0]_{\equiv_n}$. Isto é, para qualquer elemento $[x]_{\equiv_n}$ em \mathbb{Z}/\equiv_n , temos $[x]_{\equiv_n} + [0]_{\equiv_n} = [0]_{\equiv_n} + [x]_{\equiv_n} = [x]_{\equiv_n}$.
- Para cada elemento em \mathbb{Z}/\equiv_n existe, pelo menos, um outro elemento nesse conjunto que é a identidade (o resultado de um elemento adicionado ao elemento identidade, é ele mesmo);
- Para cada elemento em \mathbb{Z}/\equiv_n , existe o seu simétrico no mesmo conjunto.

Para cada n , o grupo aditivo em causa representa-se por $(\mathbb{Z}/\equiv_n, +)$.

Propriedade

Para cada divisor positivo, d , de n , \mathbb{Z}/\equiv_n tem exatamente um subconjunto, fechado para a operação adição (+), com d elementos, isto é, um subgrupo de ordem d .

Voltando ao conjunto e relação de equivalência que nos interessa. Defina-se em \mathbb{Z} a relação de congruência módulo n (\equiv_n). O conjunto quociente de \mathbb{Z} por \equiv_n é uma partição de \mathbb{Z} e representa-se por \mathbb{Z}/\equiv_n , ou mais usual e por abuso de linguagem, como \mathbb{Z}_n .

Fixado um n , os elementos que pertencem a este conjunto são n classes de equivalência para a relação \equiv_n . Designam-se por classes de congruência módulo n . Por cada classe representar o conjunto infinito de números com igual resto na divisão inteira de cada um desses números por n , também se designam por classes resto (módulo n).

Quando não houver dúvidas quanto ao número natural n em causa, em vez da notação $[x]_{\equiv_n}$, utiliza-se $[x]$.

Concretiza-se este exercício para o natural 4, por uma questão de conveniência.

Ora, \mathbb{Z}_4 é um conjunto quociente constituído por quatro classes de equivalência, não vazias, disjuntas duas a duas e cuja união é \mathbb{Z} . Isto significa que, para qualquer número inteiro, acontece uma das quatro situações: i) é múltiplo de 4, ou seja, o resto da divisão inteira por 4 é 0; ii) o resto da divisão inteira por 4 é 1; iii) o resto da divisão inteira por 4 é 2 ou iv) o resto da divisão inteira por 4 é 3.

Simbolicamente temos:

$$\mathbb{Z}_4 = \{[x]: x \in \mathbb{Z}\} = \{[0], [1], [2], [3]\},$$

$$\text{onde } [0] = \{4k\}, [1] = \{4k + 1\}, [2] = \{4k + 2\}, [3] = \{4k + 3\}.$$

Transpondo para a cestaria, em particular para o conjunto de movimentos da fita flexível nos cestos de base em estrela, o primeiro passo de construção da espiral pode ser equiparado ao \mathbb{Z}_4 .

A estrutura do cesto consiste em 12 tiras agrupadas em 6 pares, ou feixes, com disposição em estrela (elementos primários). Uma fita (elemento secundário) é enleada em espiral nas tiras, com o passo dois por cima/dois por baixo e assim sucessivamente. Podem-se identificar quatro tipos de movimento diferentes: por cima, vindo de baixo – designa-se por C1; por cima, vindo de cima, seja C2; por baixo, vindo de baixo, B1 e por baixo, vindo de cima, B2. Os movimentos serão sempre repetidos neste ciclo representado por C1C2B2B1. Desta forma, os movimentos relacionam-se segundo a congruência módulo 4. Por exemplo, o sétimo movimento, seja B2, está em relação com o terceiro movimento, igualmente B2. A diferença entre a ordem dos dois movimentos é quatro, que, por sua vez, é múltiplo de si mesmo. Equivalentemente, pode-se também chegar à mesma conclusão verificando que os restos da divisão inteira de três e de sete por quatro são iguais. Os movimentos como definidos acima estão agrupados em classes de equivalência [na congruência] módulo 4. Isto significa que este método de confeção de cestos assim definido goza das mesmas propriedades que \mathbb{Z}_4 . A figura 49 é um modelo em ©Geogebra que representa esta técnica, fazendo uma conexão direta com o conjunto \mathbb{Z}_4 .

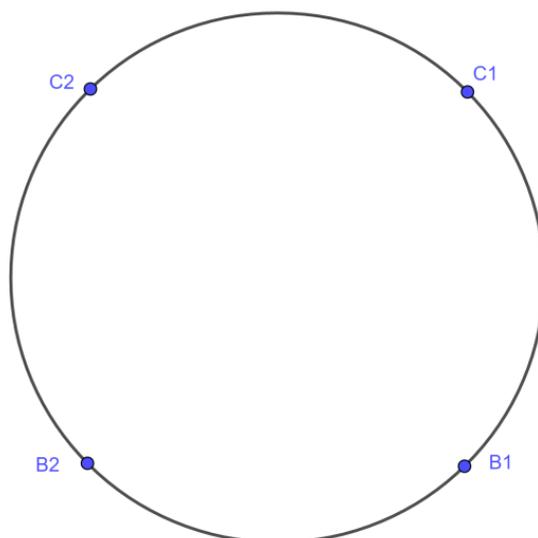


Figura 49 – Representação cíclica dos movimentos da fita, elemento móvel.

As 12 tiras da estrutura inicial do cesto equivalem a 24 meias tiras. Para completar uma volta fazem-se, portanto, 24 movimentos, 12 movimentos por cima de tiras e 12 movimentos por baixo de tiras, como se pode verificar na figura 50. Nesta, uma representação em ©Geogebra, cada [segmento de] reta representa uma tira, os arcos de circunferência a cheio representam movimentos por cima das tiras, C1, C2, respetivamente e a tracejado, movimentos por baixo destas, B2, B1, respetivamente. Verifica-se que, ao iniciar a volta seguinte, o movimento da fita mantém-se por cima e por baixo das mesmas tiras. Isto acontece porque, sendo 24 um múltiplo de 4, o primeiro e o vigésimo quinto movimentos são iguais, ou, numa linguagem da aritmética modular pertencem à mesma classe de equivalência.

Outra possibilidade, menos artificial em termos estéticos, seria acrescentar apenas meia tira. Esta é, aliás, uma estratégia que o cesteiro utiliza numa outra fase do processo da confecção do cesto. Neste caso, a estrutura teria 25 meias tiras. No final de uma volta, 25 movimentos, esse movimento será igual ao primeiro. Sem perda de generalidade, considere-se o primeiro movimento como C1. O vigésimo sexto, o primeiro da segunda volta, será C2. Se a primeira volta seguir a sequência C1C2B1B2, a segunda será C2B1B2C1. Esta opção desencontra os movimentos, ainda que mantenha a sequência cima/baixo em metade das tiras, mas desencontra também o agrupamento de pares de tiras da primeira volta, o que confere mais resistência ao cesto, como evidencia a representação em ©Geogebra na figura 51.

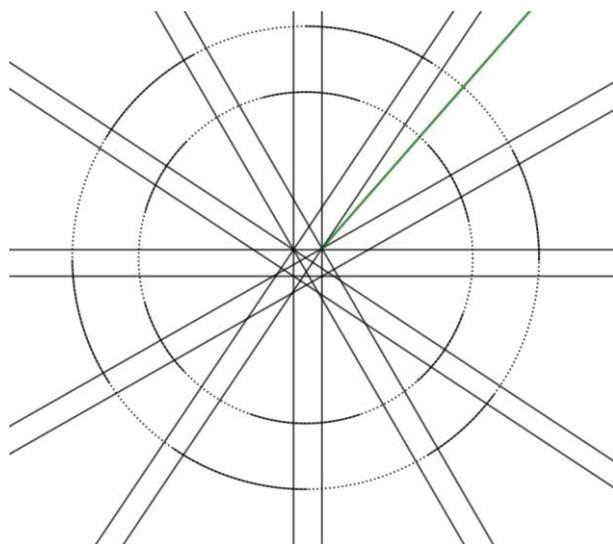


Figura 51 – Representação de movimentos no passo dois por cima/dois por baixo, em duas voltas consecutivas com acréscimo de meia tira na estrutura.

Em termos matemáticos, a opção original, 24 movimentos por volta, é a que funciona pior visto 24 ser múltiplo de 4. A possibilidade de acrescentar uma tira completa, 26 movimentos por volta, desencontra o passo, mas em termos de resistência a melhor opção é a terceira. Apesar de 26 não ser múltiplo de 4, o *m. d. c.* (4, 26) é 2. Já no terceiro caso, com 25 movimentos, o desencontro do passo e dos pares de tiras torna o cesto mais resistente. Ora, 25 não é múltiplo de 4, mas estes dois números são primos entre si. Os melhores resultados em termos práticos encontram justificação na propriedade da aritmética modular que, garante que por 4 e 25 serem primos entre si, 4 gera todas as classes de \mathbb{Z}_{25} .

Ainda durante a confecção da base do cesto o passo deixa de ser dois por cima/dois por baixo e passa a um por cima/um por baixo. Durante esta fase, o cesteiro do Príncipe acrescenta uma meia tira neste processo. Na prática, essa tira permite, por um lado, quebrar a paridade e, por outro, ampliar a abertura da boca do cesto.

Em termos de estrutura matemática, veja-se a influência da alteração do passo e do acréscimo da meia tira. Em termos de passo, o número de movimentos distintos diminui. O ciclo C1B2 completa os movimentos da técnica no passo um por cima/um por baixo. À semelhança do passo dois por

cima/dois por baixo, podemos aqui estabelecer um paralelismo com o conjunto quociente de \mathbb{Z} na relação de congruência módulo n mas, neste caso, com $n = 2$, ou seja, \mathbb{Z}_2 . Assim, depois dos 24 movimentos da volta inicial o vigésimo quinto movimento será igual ao primeiro, visto que o resto da divisão de ambos os referidos ordinais por 2 é a unidade. Ou seja, o passo não vai desencontrar em voltas consecutivas.

No que respeita ao acréscimo da meia tira, resultam 25 movimentos para uma volta. Isto significa que o primeiro movimento da segunda volta, vigésimo sexto, será igual ao segundo. Seja, sem perda de generalidade, B2. Assim, o ciclo na primeira volta é C1B2 e na segunda será B2C1. Isto significa que o passo desencontra em voltas consecutivas, resolvendo o problema ao cesteiro.

Existem outras variantes que podem ser averiguadas. Nomeadamente, a disposição em estrela dos cestos identificados em Cabo Verde, na qual os elementos primários, 12 tiras, estão agrupados em 4 ternos de tiras (figuras 43 e 44). Neste caso, percorrendo os elementos primários com um fio em espiral com o passo dois por cima/dois por baixo, iremos fazer os mesmos 24 movimentos para completar uma volta e, por isso, vamos cair no primeiro caso estudado. Ou seja, a disposição dos elementos primários não vai influenciar o (des)encontro do passo, visto que o número de movimentos de uma volta se mantém.

Outra variante será manter a estrutura inicial, 12 tiras, agrupadas em 6 pares, e alterar o passo. Consideremos o passo um por cima/três por baixo. Tal como no passo dois por cima/dois por baixo, também aqui o conjunto de movimentos da fita flexível que se repete pode ser equiparado a \mathbb{Z}_4 . Mas com um novo movimento caracterizado por baixo, seguido de baixo e vindo de baixo, seja B3. O ciclo de movimentos ficará então definido por C1B2B1B3. O primeiro movimento da segunda volta, vigésimo quinto, será C1, o que significa que a alteração do passo, mantendo o ciclo de 4 movimentos, não influencia o (des)encontro do passo.

Em síntese, independentemente da disposição das tiras ou passo equivalente a \mathbb{Z}_4 , o passo não desencontra em voltas consecutivas quando o número de meias tiras ou movimentos é um múltiplo de 4. Não sendo um múltiplo de 4, quando esse número é primo com 4, o desencontro do passo é mais resistente que no caso do número total de meias tiras ser um número par não múltiplo de 4.

Finalmente, uma outra aplicação da aritmética modular pode também ser apreciada no balaio. As tiras (verticais e horizontais) repetem-se de acordo com o ciclo que corresponde, também aqui, à soma do número de movimentos por cima e por baixo. Por exemplo, na figura 52, produzida recorrendo a uma folha de cálculo, nomeadamente o ©Excel, na imagem da esquerda, a representação dos movimentos de entrecruzamento de 3/1 corresponde a um ciclo de 4 (3+1) movimentos e o número de movimentos do entrecruzamento 2/2, representado na imagem da direita da mesma figura, é igualmente 4 (2+2). Assim, em ambas as situações, o sistema de entrecruzamento das estruturas goza das mesmas propriedades que podemos encontrar em elementos do grupo aditivo \mathbb{Z}_4 .

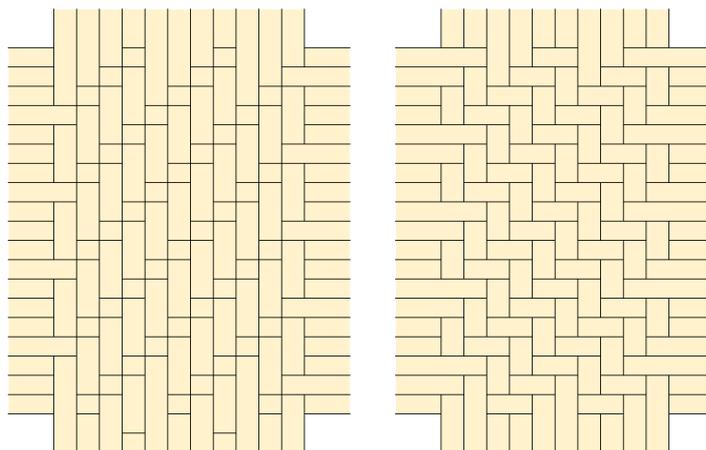


Figura 52 – Representação de estruturas de entrecruzamento $1/3$ e $2/2$, respectivamente.

Grupo de simetrias

O conceito de simetria é utilizado, no quotidiano, como sinónimo de “harmonia de proporções” ou associado à aparência dos objetos “visualmente agradáveis” (Veloso, 2012, p. 41). Intuitivamente, em termos geométricos, a simetria no plano está associada a determinados movimentos de uma figura que a transformam numa outra (figura final), em que existe uma sobreposição total com a figura inicial, deixando-a globalmente invariante. Mas esses movimentos não são quaisquer. São “movimentos rígidos” (Veloso, 2012, p. 51) que preservam as distâncias entre quaisquer dois pontos da figura inicial para a final, ou seja, são casos particulares de transformações geométricas que se designam de isometrias. Só existem quatro isometrias no plano, são elas: a rotação, a reflexão, a translação e a reflexão deslizante.

No caso da figura inicial em causa ser fechada, isto é, delimitada no plano, existem apenas dois tipos de transformações geométricas que podem deixar a figura globalmente invariante: a reflexão e a rotação (nos outros dois casos há uma deslocação, segundo um vetor não nulo, entre a figura inicial e a final).

A procura de regularidades para a organização e classificação de objetos da realidade é uma atividade humana e matemática muito frequente. O conceito de simetria é particularmente adequado para se compreender de que modo se processa a repetição de elementos, a estrutura ou a organização de uma figura, no plano, ou de um objeto, no espaço (Veloso, 2012).

O estudo do conjunto de simetrias de uma figura, seja fechada ou não, goza de algumas propriedades de estrutura algébrica que são úteis conhecer. São os grupos de simetria. No caso particular de um polígono regular, as estruturas algébricas permitem saber quantos, quais e como gerar os elementos que constituem o conjunto de simetrias do mesmo.

De seguida, são apresentados alguns conceitos que permitem construir este conceito de grupo de simetria para o caso concreto de polígonos (regulares), por ser o tipo de figura que pode ser reconhecida nos cestos.

Polígono (regular)

Uma região do plano delimitada por segmentos de reta sequenciais, satisfazendo a condição de não colinearidade entre três vértices consecutivos, é um polígono. Quando todos os segmentos de reta que o constituem são geometricamente iguais e os ângulos internos também o são, o polígono diz-se regular.

Diagonal do polígono

As diagonais de um polígono são os segmentos de reta que unem dois dos seus vértices, desde que não consecutivos.

Mediatriz de um segmento de reta

É o conjunto de pontos que distam igualmente dos extremos de um segmento de reta.

Nos polígonos, o segmento de reta em causa é cada lado do polígono.

Reflexão

Dada uma reta a , a reflexão em relação ao eixo a é a transformação geométrica que a cada ponto do plano, P , faz corresponder o ponto P' , nas seguintes condições:

- i) Se P incide na reta a , P' é o próprio P ; e
- ii) Se P não incide na reta a a reta a é mediatriz do segmento de reta PP' .

Rotação

Dado um ponto C no plano e um ângulo orientado, α , a rotação de centro em C e ângulo α é a transformação geométrica que a cada ponto do plano, P , faz corresponder o ponto P' , nas seguintes condições:

- i) o ângulo PCP' é igual a α ; e
- ii) os segmentos CP e CP' são geometricamente iguais.

Ao ponto C , centro da rotação, corresponde o próprio ponto.

Simetrias de um polígono (regular)

O conjunto das simetrias de um polígono consiste em todas as reflexões e rotações que o deixam globalmente invariante. Seja S_p , tal conjunto das simetrias.

Em particular, o conjunto de simetrias do polígono regular de n lados é representado por D_n .

Composição de transformações geométricas (isometrias)

Podemos operar transformações geométricas (isometrias em particular), fazendo o seu produto ou composição. A composição de duas transformações geométricas, T e V , define-se por $T(V(P))$, isto é, para qualquer ponto do plano P , aplica-se V , obtendo $V(P)$ e, de seguida, a esse ponto que corresponde a P pela transformação V , também ele ponto do plano, aplica-se T . Representa-se por $T \circ V$ e lê-se T após V .

Propriedade

O resultado da composição de duas isometrias no plano, ainda é uma isometria no plano.

Grupo de simetrias

O conjunto S_p das simetrias de um polígono com a operação composição de transformações geométricas satisfaz a estrutura de grupo. Representa-se por (S_p, \circ) .

Isto significa que:

- Se existem duas isometrias em S_p , a sua composição ainda é uma isometria nesse conjunto;
- A composição de simetrias é associativa;
- Para cada polígono existe, pelo menos, uma isometria que é a identidade (a cada ponto corresponde o próprio ponto. É um não-movimento.);
- Para cada isometria, existe a isometria inversa.

Grupo diedral

O conjunto D_n das simetrias de um polígono regular de n lados com a operação composição de transformações satisfaz a estrutura de grupo. Designa-se por grupo diedral e representa-se por (D_n, \circ) .

Propriedade

Uma das propriedades que interessa destacar é que o grupo (D_n, \circ) tem $2n$ elementos.

Em particular, o tipo de transformações geométricas que preservam o polígono regular de n lados, ou seja, as isometrias que o constituem são:

- n rotações de $\left(k \frac{360}{n}\right)^\circ$, $k \in 0, \dots, n-1$, em torno do centro do polígono (centro da circunferência que o circunscribe).
- n reflexões cujos eixos são as retas mediatrizes dos lados, se n for ímpar, às quais se acrescenta as retas que contêm as diagonais que unem vértices opostos, no caso de n ser par. Essas retas constituem-se como eixos de reflexão.

No cesto de “4 cantos”, os 4 cantos correspondem a 4 ângulos. Em particular, 4 ângulos retos, pela disposição da axadrezada da estrutura. A estrutura da base, tendencialmente, é constituída pelo mesmo número de tiras na horizontal e na vertical. Nestes casos, todos os lados têm o mesmo comprimento e a figura da base é um caso particular de retângulo, o quadrado. Ao ser quadrada, satisfaz as condições do grupo de simetrias deste polígono regular, (D_4, \circ) , que se constitui por quatro rotações de amplitudes $0^\circ, 90^\circ, 180^\circ$ e 270° , em torno do centro do quadrado, e quatro reflexões em relação às duas mediatrizes e às duas retas que contêm as diagonais do quadrado.

Partindo da vantagem de ter uma base com estas propriedades e pela exequibilidade da técnica de entrecruzamento, o triângulo equilátero ou o hexágono regular surgem como candidatos naturais na variação da figura da base do cesto para.

Em termos de outros quadriláteros, o losango poderia ser uma possibilidade. Na prática, a técnica de entrecruzamento compreende a situação de tiras oblíqua, deixando-se de estar na situação de

técnica axadrezada. Para isso, basta entrecruzar as tiras com ângulo agudo de 60° entre si. Nesta situação, deixamos de ter quatro ângulos retos, mas sim dois agudos e dois obtusos, iguais dois a dois e, portanto, o quadrilátero que daí resulta é um paralelogramo oblíquângulo. No caso particular do número de tiras nas duas direções ser igual, isto é, os lados terem todos igual comprimento, a figura resultante é um losango, como evidenciado pela construção em ©Geogebra, consta na figura 53.

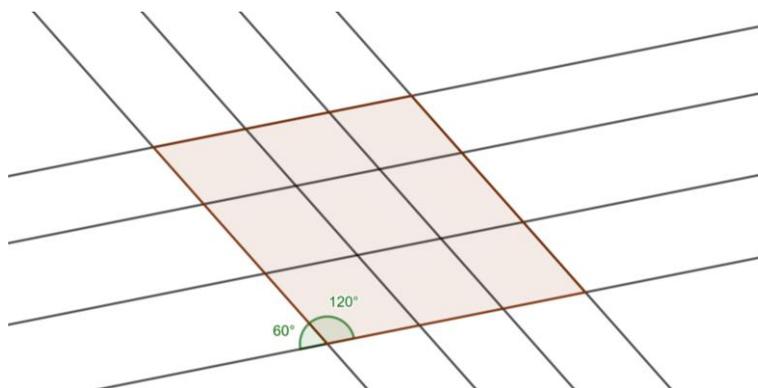


Figura 53 – Losango obtido pelo “entrecruzamento” oblíquo de feixes de retas paralelas.

Sintetizando

Ao longo desta secção, foram descritas, interpretadas e fundamentadas, à luz da teoria, ideias que os olhares do cesteiro e do matemático sobre a cestaria trouxeram para discussão. Procurou-se, deliberadamente, interagir com indivíduos com bagagens culturais e vivenciais diferenciadas. Por um lado, o olhar do cesteiro centrou-se no equilíbrio entre a atividade humana e o acesso aos recursos naturais, na preparação dos mesmos, nos métodos e nas técnicas de confeção e na utilidade dos cestos no dia a dia na ilha do Príncipe. Por sua vez, o olhar do matemático remeteu para as estruturas matemáticas que reconheceu, estabelecendo relações com os processos e os produtos de cestaria com que contactou. Mais do que modelar o cesto ou as técnicas de cestaria, a abordagem aqui desenvolvida pretendeu explorar interligações entre as dimensões da cultura, baseadas em decisões que são tomadas por pessoas com agendas muito distintas.

Das leituras da cestaria por lentes das dimensões culturais e com incidência matemática, emergiram relações das quais se destacam:

- i) As opções utilizadas na técnica de confeção do cesto de base em estrela, que se refletem nas suas características, partilham das mesmas propriedades que a espiral de Arquimedes;
- ii) A escolha dos passos nos movimentos das técnicas entrelaçada e entrecruzada e a aritmética modular têm por base raciocínios comuns, que facilitam a vida a quem os utiliza, ainda que com propósitos distintos;
- iii) A organização da estrutura de um cesto rege-se por critérios de regularidades que o tornam visualmente agradável ou harmonioso. Na matemática, compreender de que modo se processa a repetição de elementos, a estrutura ou a organização de objetos ou figuras da realidade, é feito com o estudo do conjunto de simetrias da figura ou objeto em causa.

Estas relações permeabilizam a circulação de conhecimento entre diferentes experiências vivenciais, numa perspectiva holística do mesmo.

Não se pretende com esta análise atribuir aos cestos as características matemáticas aqui exploradas, nem retirar a possibilidade do estabelecimento de outras relações que não estejam aqui presentes. Contudo, tais relações constituíram uma fonte de inspiração para a elaboração da versão inicial dos recursos EMcEsta, com o propósito de evidenciar como diferentes tipos de conhecimento podem ser complementares e tornarem-se mutuamente eficientes.

Capítulo 7 – Recursos EMcEsta para um trilho orientado-pela-cultura

Neste capítulo é descrito o conceito EMcEsta e o respetivo desenvolvimento dos recursos: as orientações para o desenho das tarefas; as opções de organização da coleção; a evolução do *design* e a incorporação de cada Princípio de *Design* (PD) no produto final. A versão final dos recursos EMcEsta (versão D), é aqui detalhadamente apresentada e resultou da avaliação dos mesmos, conforme será exibida no capítulo 8. A secção final deste capítulo consiste numa reflexão acerca da transição dos recursos para o trilho EMcEsta.

Este capítulo surge na sequência de pressupostos discutidos e apresentados nos capítulos 4, 5 e 6. No capítulo 4, foi concetualizada uma abordagem educacional para o desenvolvimento de trilhos orientados-pela-cultura e, em particular, para o desenho de tarefas para esses mesmos trilhos. No capítulo 5, metodologia, foram apresentados, em termo conceptuais, o planeamento e os procedimentos utilizados no desenvolvimento da intervenção EMcEsta, descritas as fases por ordem cronológica, a recolha, análise e triangulação de informação envolvida. O capítulo 6 apresenta considerações sobre a cestaria da ilha do Príncipe e os PD de referência que foram utilizados como orientações para o desenho da intervenção, em particular para o desenvolvimento da versão inicial dos recursos EMcEsta.

EMcEsta

A **Experiência** educacional para a integração de perspetivas múltiplas da etno**Matemática** no contexto da **cEstaria** da ilha do Príncipe – EMcEsta – assenta numa perspetiva educativa orientada-pela-cultura que decorre num contexto não formal.

A experiência que se pretende promover é definida como educacional, na medida em que pressupõe a aprendizagem de “conteúdos considerados valiosos” (Chaves, 2004; Rodrigues, 2011, 2016). A noção de “conteúdos” é apresentada no sentido amplo, sendo que, neste caso concreto, os conteúdos que são “considerados valiosos” referem-se a dimensões culturais, especificamente matemáticas, e interativas manifestadas pelo indivíduo durante a experiência em contexto não formal. Salvar ainda que as tarefas propostas têm subjacente uma intencionalidade de ensino, mas não estão vinculadas a qualquer programa oficial, certificação ou graduação.

Por sua vez, a integração de perspetivas múltiplas da etnomatemática tem por base as vivências culturais com incidência matemática dos colaboradores que contribuíram na construção dos recursos educativos, as quais já por si transportam múltiplas perspetivas de interligação entre dimensões científicas, técnicas, éticas. Tais cruzamentos de culturas são estimulados por uma experiência interativa enquadradora que pretende estabelecer pontes entre a comunidade científica e o cidadão comum. Toda esta experiência desenvolve-se enquadrada na vivência do indivíduo

durante um trilho e, por isso, numa situação de aprendizagem, que resulta da interseção dos contextos pessoal, físico e sociocultural, ao longo do tempo. Dada a dinâmica interna destes, bem como a sua complementaridade na influência da experiência de cada indivíduo, a perspetiva integrada da EMcEsta concretiza a abordagem educacional orientada-pela-cultura, conforme proposta no capítulo 4, e pode ser representada na figura abaixo (figura 54):

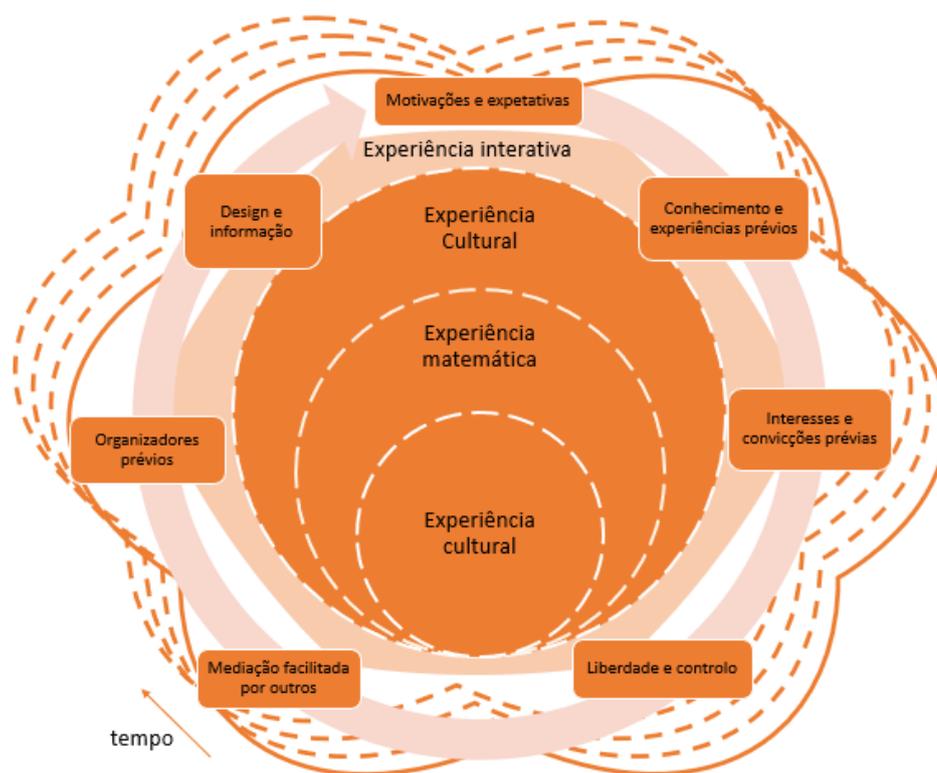


Figura 54 - Abordagem EMcEsta.

Entre os indicadores contextuais mencionados por Falk e Dierking (2000) e Falk e Storksdieck (2005), foram tidos em consideração, na concetualização da EMcEsta, os seguintes: motivações e expetativas; conhecimentos e experiências prévios; interesses e convicções prévias; liberdade e controlo; mediação facilitada por outros; organizadores prévios; *design* e informação.

O contexto em que tal ocorre, não formal, caracteriza-se por:

- i) ser de acesso facultativo, atribuindo ao utilizador o controlo e liberdade da experiência (Falk & Dierking, 2013, 2019);
- ii) ser dirigido a qualquer indivíduo ou grupo de indivíduos, preferencialmente leitores autónomos. A título de referência, no contexto dos museus, Wagensberg (2001) considera o público universal a partir dos sete anos;
- iii) constituir um local com funções educativas e entretenimento, enquanto “atração” turística e cultural, à semelhança do que Delicado (2013) refere no contexto de museus de ciência;

- iv) privilegiar a exploração, mediada, de recursos educativos, tendo como fio condutor a prática cultural da cestaria – recursos EMcEsta e
- v) recriar um ambiente de cestaria com participação da comunidade local.

Do trilho aos recursos EMcEsta

A caracterização do contexto não formal no qual decorre a EMcEsta está em consonância com as características do trilho que se pretendem desenvolver e apresentadas no capítulo 1, introdução, isto é, integrado numa perspetiva de educação científica em contexto não formal, coerente com perspetivas múltiplas da etnomatemática no contexto da cestaria da ilha do Príncipe. Além disso, este formato pretende também responder a necessidade identificada no contexto: desenvolver estratégias de aproximação mútua entre o cidadão comum e a ciência.

Aproximar a ciência do cidadão, ou “civilização” da ciência, corresponde a entrelaçar o conhecimento científico com outras dimensões culturais, valorizando os conhecimentos empíricos dos indivíduos (Aikenhead, 2009; M. Santos, 2005). Aproximar o cidadão da ciência, ou “cientifização” da cidadania, consiste na fundamentação de tomada de decisão e exercer a cidadania considerando o conhecimento científico (M. Santos, 2005). Em ambos os sentidos, enquadram-se ações promotoras de educação científica convergentes com o desenvolvimento do conhecimento plural, ou seja, desenvolvimento da cultura a nível individual; ou o estabelecimento da ciência na sociedade, isto é, desenvolvimento da cultura científica a nível coletivo.

Assim, o desenvolvimento de tal trilho tem por base uma singularidade cultural: cestaria da ilha do Príncipe (cultura como princípio) e, como propósitos: aproximar o cidadão da ciência, matemática em particular e, no sentido inverso, aproximar a ciência, matemática em particular, do cidadão (cultura como finalidade). Neste sentido, o desenvolvimento de tal trilho pode ser preconizado no formato de trilho orientado-pela-cultura, conforme definido no capítulo 4, e segundo as sete fases de desenvolvimento previstas. No entanto, o desenho das tarefas, sendo o processo mais frágil do desenvolvimento de um trilho, focou a intervenção nas fases de desenvolvido do trilho implicadas neste processo. Desta forma, também a produção de recursos EMcEsta rege-se pelos propósitos de educação científica do trilho em que se enquadra.

Orientações para o desenho dos recursos EMcEsta

As orientações para o desenho de recursos educativos de uma abordagem educacional orientada-pela-cultura, à semelhança do que foi referido no capítulo 4, apontam a integração: i) dos conceitos e fenómenos científicos com a realidade local; ii) das aprendizagens, iii) das atividades a promover nos diferentes contextos, iv) da educação em ciências ao longo da vida dos indivíduos; v) intergeracional; vi) multi, inter e transdisciplinar; vii) com a investigação e viii) entre todos os participantes em processo de coconstrução e coprodução.

Transpondo a perspetiva integrada da abordagem educacional orientada-pela-cultura e, conseqüentemente os PD, para orientações dos recursos EMcEsta, emerge a centralidade da

interação das experiências, cultural e matemática, por meio da experiência interativa. A enunciação das mesmas remete para interações entre:

- i) Públicos e contextos, ou seja, estimular vivências que incentivem uma participação ativa por parte do visitante, promovendo o estabelecimento de relações entre a experiência interativa e as experiências cultural e matemática, por meio dos conhecimentos e experiências prévios, interesses e expectativas ativados pelos indivíduos em ação e ao longo do tempo;
- ii) Públicos e experiências cognitivas, sensoriais e emocionais, isto é, potenciar diferentes níveis de interatividade sujeito-objeto, privilegiando a interatividade *minds-on*, em relação às restantes. O contexto é ele mesmo potenciador da interatividade *hearts-on*;
- iii) Públicos e mediador, ou seja, prever a mediação da experiência do visitante facilitada pelo diálogo, no sentido dessa experiência poder ser potenciada em termos de significado, autenticidade e personalização;
- iv) Públicos e as práticas reais de cestaria, no sentido de promover o contacto dos públicos com recursos materiais e técnicas efetivas da cestaria, bem como a linguagem e termos locais utilizados pelos seus praticantes;
- v) Ação passada, presente e futura das práticas de cestaria, incentivando os públicos a pensar e agir sobre a cestaria, numa perspetiva dinâmica de significados anteriores, à luz da atualidade e de como se podem (re)inventar no futuro;
- vi) Atividades universais, isto é, proporcionar aos públicos a integração e interação de atividades (pré)matemáticas universais (contar, medir, localizar, jogar, desenhar e comunicar), assentes numa perspetiva sociocultural do desenvolvimento do conhecimento;
- vii) Representações matemáticas, ou seja, estimular nos visitantes o contacto com representações múltiplas da matemática associadas a práticas de cestaria ou outras aplicações;
- viii) Diferentes referenciais de conhecimento, no sentido de proporcionar aos visitantes áreas de conhecimento interligadas sob perspetivas pessoais, sociais, culturais e éticas;
- ix) Cestaria e sociedade, isto é, com base em práticas de cestaria, estimular reflexões e discussões acerca de preocupações sociais, políticas e éticas dos públicos e
- x) Ciência/matemática e sociedade, ou seja, estimular reflexões e discussões que promovam a aproximação da ciência/matemática aos públicos e dos públicos à ciência/matemática.

A relação entre as mencionadas dez orientações no contexto da abordagem educacional no desenvolvimento de trilho orientado-pela-cultura, pode ser representada na figura abaixo (figura 55).

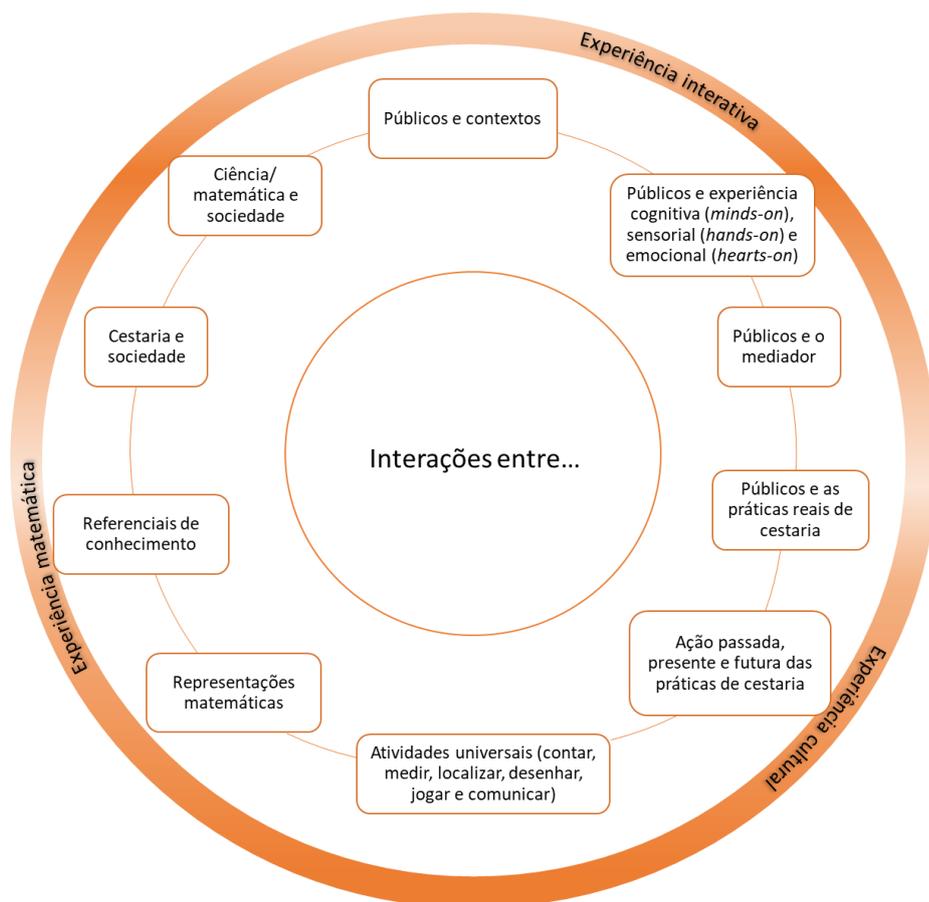


Figura 55 – Centralidade das interações nos recursos de um trilho orientado-pela-cultura.

Organização da coleção EMcEsta

A EMcEsta é suportada por uma coleção com quatro pares de recursos educativos: “À roda com os cestos”, “Encontros e desencontros”, “Balaio há, balaio ê” e “Andala, para que te quero?”. Cada par é constituído por um documento escrito com as tarefas propostas, isto é, um guião dirigido ao utilizador, e um documento com o enquadramento e possíveis explorações das mesmas, ou seja, um guião dirigido ao mediador (Apêndice A). Além destes, para o desenvolvimento da EMcEsta são necessários recursos materiais que estão identificados nos respetivos guiões. De seguida, é apresentada informação detalhada referente aos recursos e o respetivo racional de organização. A figura 56 esquematiza a organização em causa.



Figura 56 – Organização dos recursos EMcEsta.

As tarefas foram produzidas na lógica do utilizador, assumindo a sua realização preferencial em grupo, com um intervalo de tempo estimado de realização que varia entre os quinze e os quarenta e cinco minutos, dependendo da tarefa e da exploração que dela for feita. Existe uma sequencialidade entre as tarefas que respeita a ordem pelas quais foram aqui enumeradas. As primeiras duas incidem sobre a prática de confeção de cestos de base em estrela e as últimas duas sobre a prática de confeção de cestos de “4 cantos”. Entre as tarefas de cada tipo de cesto existe um nível de complexidade crescente de integração de dimensões culturais na experiência que é proposta. A evolução da exigência na experiência com incidência na matemática verifica-se ao longo de cada tarefa, ainda que mantendo um nível elementar de complexidade. Não há conceitos ou procedimentos matemáticos que sejam considerados pré-requisitos de umas tarefas para outras. Cada guião do utilizador é constituído por cinco secções. Três delas relacionadas com desafios específicos para os participantes e nas quais é promovida a ativação de diferentes níveis de interatividade: “Experimente”, “Experimente também” e “Agora é a sua vez”. Entre tarefas existe uma complexidade crescente nos desafios colocados que incidem sobre um mesmo tema. As restantes duas secções são informativas: “Por que é que isto acontece?” e “Sabia que”. Também apresentam justificações ou informações relacionadas com os desafios. A secção “Por que é que isto acontece?” tem, por vezes, esquemas a acompanhar a informação escrita. Já a secção “Sabia que” remete para curiosidades que poderão ser alvo de reflexão e discussão durante a exploração da tarefa e coloca em interação a forma como esta é apresentada no guião do utilizador, a interpretação do utilizador e a forma como o mediador a apresenta.

As secções com os desafios e informativas estão, regra geral, alternadas, existindo entre elas um fio condutor.

Ao longo do guião do utilizador, há outras informações (a negrito) que estabelecem a ligação entre o desafio anterior e o seguinte, evidenciando uma coerência interna na tarefa e proporcionando informação prévia sobre o que é esperado do participante em cada momento. Além disso, esta informação a negrito, por vezes, apresenta ou clarifica conceitos relacionados com a prática de cestaria que são essenciais para a compreensão e realização da tarefa. Foram ainda incluídos outros organizadores prévios, nomeadamente, no início, um intervalo do tempo estimado e o modo de trabalho preferencial, bem como a indicação dos recursos necessários em cada momento.

O guião do mediador está estruturado em seis secções. São elas: “Propósitos específicos”, onde são descritas propostas de propósitos que podem estar subjacentes às tarefas, os quais devem ser encarados como facultativos e adaptáveis aos diferentes públicos e aos contextos onde os utilizadores se inserem; “Perguntas quebra gelo”, que são exemplos de propostas que podem ser utilizadas no caso do mediador sentir necessidade de tornar o ambiente mais confortável e convidativo à participação ativa dos públicos; “Recursos materiais”, onde são elencados os recursos materiais necessários para o desenvolvimento da tarefa; “Linhas de atuação geral” que são comuns a todos os guiões visto estarem de acordo com as orientações teóricas transversalmente subjacentes ao desenho da experiência educacional; “Considerações específicas sobre a tarefa”, com pistas para

estimular a reflexão, interação e discussão durante as vivências dos utilizadores, no sentido de manter a natureza exploratória das tarefas enunciadas e “Informação complementar” com sugestões de leituras incidindo na temática abordada.

Nos guiões existe uma sobrevalorização da incidência da experiência matemática em relação a outras dimensões da experiência cultural. Esta opção justifica-se por se assumir que o perfil do mediador é adequado a pessoas com sensibilidade e conhecimento sobre a singularidade cultural em causa. Isto permitia-lhes equilibrar essa exploração, acrescentando informação e vivências a partir de tópicos dos guiões. Outra possibilidade para equilibrar as componentes experienciais é proporcionar uma mediação coadjuvada entre um mediador que não conheça tão bem a cestaria e um cesteiro ou alguém que tenha conhecimento profundo sobre esta prática.

Além disso, as possibilidades de exploração apresentadas não estão enquadradas nos perfis de públicos a quem se dirigem ou nos contextos a que se destinam, no sentido de atribuir ao mediador a tarefa de adaptar o tipo de exploração aos públicos. Esta opção está relacionada com a abrangência do público-alvo, e conseqüentemente, com os múltiplos perfis dos utilizadores. Além disso, o contexto da visita pode estar relacionado com uma situação de educação não formal, por exemplo, visitas de famílias com propósitos de lazer, ou articulada com propósitos de educação formal, por exemplo, em visitas de estudo.

Considerações sobre identidade visual

Dada que se prevê a integração da EMcEsta num espaço de educação não formal, a permanência da mesma justifica que, conforme sugerido por Rodrigues (2011, 2016), seja desenvolvida a identidade visual corporativa como um elemento estratégico, não verbal, na gestão de *marketing* que caracterize a EMcEsta enquanto um trilho com especificidades únicas. Para isso, e entre os elementos que podem constituir uma identidade visual corporativa considerados por Dowling (1994), optou-se por desenvolver uma versão preliminar de um logótipo, tendo particular atenção à articulação visual entre o nome do trilho, a cor e a mensagem a transmitir.

Numa abordagem exploratória, foi produzido, pela investigadora, um logótipo para a EMcEsta (figura 57) que destaca perspetivas múltiplas do elemento E, que, num movimento dinâmico através de duas rotações, incentivam a leitura de E, M e novamente E.



Figura 57 – Logótipo EMcEsta.

O primeiro E referente à palavra Experiência, o M referente à palavra etnoMatemática e o último E da palavra cEstaria. A leitura tem ainda o duplo sentido de “Em Cesta” como sinónimo de “na cestaria” e de ser homófona da palavra “encesta”, terceira pessoa do presente do indicativo do

verbo encestar, colocar no cesto ou de conseguir, no sentido figurativo, por analogia a marcar ponto num jogo de basquetebol. Desejavelmente, no futuro, este logótipo será trabalhado em conjunto com um especialista de *design* gráfico, no sentido de ser assegurado, por profissionais, a transmissão visual da mensagem pretendida, de ser redesenhado com técnicas e ferramentas que o torne mais apelativo e de forma a ser uniformizado com a imagem corporativa que venha a ser produzida para o Espaço Ciência Sundy.

Ainda que numa versão provisória, o logótipo foi utilizado no *layout* da coleção EMcEsta.

Outros elementos foram utilizados de forma consistente nos recursos, nomeadamente cada par de guiões (utilizador e mediador) ter na capa a mesma imagem, tentando criar uma associação visual entre os documentos de cada díade. Cada figura da capa está relacionada com as propostas de atividades referente a esse par de recursos educativos. Quer no *layout* como no logótipo é privilegiada uma cor quente, remetendo também para um local como a ilha do Príncipe, de clima quente.

Evolução das versões dos recursos EMcEsta

O processo de *design* dos recursos EMcEsta foi constituído por quatro ciclos, estando associado a cada um deles uma versão dos recursos, respetivamente: VA; VB; VC e VD. A integração do (re)desenho e refinamento dos recursos em cada ciclo está descrito nas suas fases constituintes, incluídas no capítulo 5, metodologia. Destes resultou a versão final dos mesmos, apresentada neste capítulo e fundamentada na análise crítica da informação obtida na avaliação dos especialistas. Desta forma, desde a versão preliminar até à versão final, há opções que sustentam reformulações e que estão discutidas no capítulo seguinte, no qual será apresentada a análise de dados das várias interações com especialistas e respetivos resultados.

Um ponto de partida

A versão preliminar dos recursos (VA) foi produzida com base na informação das interações entre a investigadora e um cesteiro da ilha do Príncipe e entre a investigadora e um matemático, confrontada com a literatura e coerente com os princípios de *design* de referência. Desta forma, os recursos incidem sobre aspetos específicos da cestaria identificada na ilha do Príncipe e refletem as perspetivas e a bagagem vivencial dos participantes deste processo interativo. Nomeadamente, o ponto de vista do cesteiro relativamente aos procedimentos de confeção dos cestos, a visão de um matemático sobre a prática da cestaria e a investigadora que mediou e participou no processo, não isenta da visão definida nas linhas orientadoras deste estudo. Este processo foi detalhado na secção *considerações sobre prática de cestaria na ilha do Príncipe*, no capítulo 6.

Em conformidade com o desenvolvimento dos olhares matemáticos orientados-pela-cultura, pretendeu-se permeabilizar a circulação de conhecimento entre diferentes experiências vivenciais, ao propor tarefas que, por um lado, aproximassem a matemática de assuntos mundanos e, por outro,

desmistificassem as práticas culturais pela sua integração numa ação educativa socialmente abrangente e assente na complementaridade de diferentes matrizes de conhecimento.

À roda com os cestos

Os guiões, do utilizador e do mediador, de “À roda com os cestos” foram, ao longo das versões, evoluindo em termos de apresentação e da informação disponibilizada. Nomeadamente, a linguagem foi reformulada para um público genérico, as orientações, mais claras, o aspeto gráfico foi melhorado com a inclusão de imagens. Essa adequação foi igualmente focada no contexto, tendo os recursos materiais necessários sido alterados, de forma a apostar na (re)utilização de recursos locais. A figura 58, abaixo, ilustra como essas reformulações se traduzem nas diferenças entre excertos da tarefa “À roda com os cestos” desde a primeira à última versão.

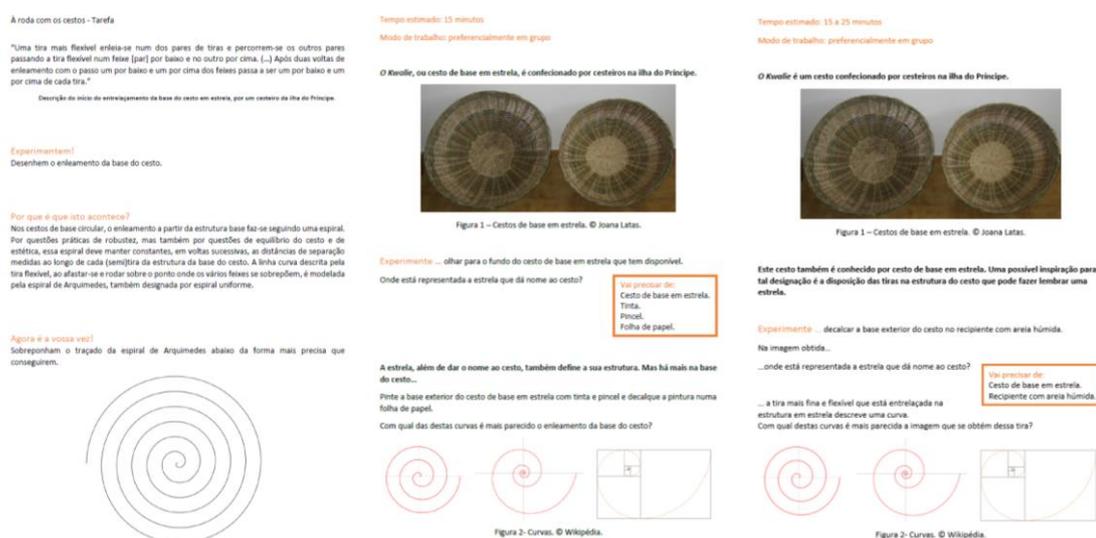


Figura 58 – Excerto das VA, VB e VD do guião do utilizador de "À roda com os cestos".

A evolução foi também notória em termos da interligação entre significados matemáticos e a cestaria. Na verdade, foram os ciclos de refinamento de recursos educativos e a participação de diferentes intervenientes na metodologia adotada que permitiram destacar aspetos que, de outra forma, não seriam previstos. Uma dessas imprevisibilidades que, ao longo dos processos iterativo e interativo, foi identificada e reformulada, está relacionada com a imagem conceptual de estrela referente ao cesto de base em estrela. Esta deu origem ao acréscimo de informação no guião do utilizador e de uma secção informativa no guião do mediador (figura 59) potenciando uma discussão desde uma situação concreta a uma estrutura abstrata do conceito em causa.

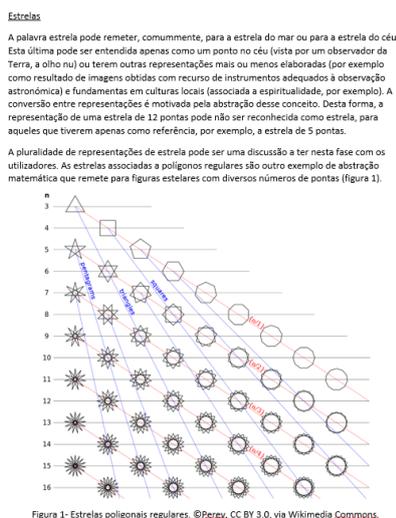


Figura 59 – Excerto da versão final do guião do mediador de “À roda com os cestos”.

Ainda que a utilização do cesto de base em estrela para lavar a izaquente seja a funcionalidade identificada pelos entrevistados santomenses como a mais frequente na atualidade, o conhecimento dos procedimentos aqui envolvidos desincentivaram a utilização das sementes de izaquente, conforme proposta num dos desafios presentes no guião do utilizador. Tal deveu-se à exigência de logística para contextualizar a prática, tal como é utilizada pela população do Príncipe. Foi refinada também alguma informação acerca dos diferentes tipos de cestos utilizados para peneirar diferentes sementes. A comparação entre a VB e a VD de um excerto do guião do utilizador elucida as alterações introduzidas entre versões (figura 60).

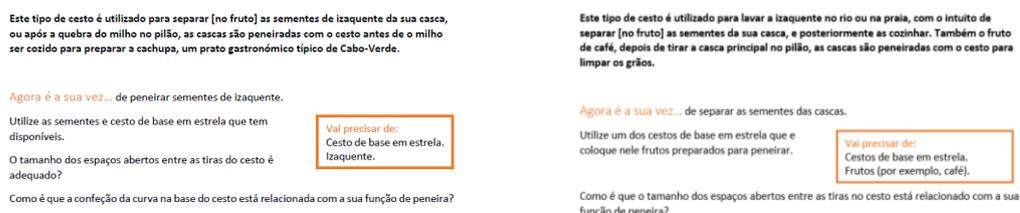


Figura 60 – Excerto da VB e VD do guião do utilizador de “À roda com os cestos”.

Encontros e desencontros

Em “Encontros e desencontros” são as representações matemáticas que se destacam na interligação entre significados matemáticos e o contexto da cestaria. Em particular, a representação dos múltiplos de quatro no método de base em estrela sugeriu artificialidade, quer pela apresentação do esquema representativo do procedimento no cesto de base em estrela, quer por o raciocínio multiplicativo ser considerado, por vezes, como irrelevante para aquela técnica de cestaria.

A comparação entre os diferentes esquemas de representação dos movimentos do entrelaçamento, assim como da linguagem utilizada nas VA e VD do guião do utilizador revelam uma contextualização das práticas de cestaria e uma clarificação da mensagem veiculada, conforme é evidenciado na figura 61.

Por que é que isto acontece?

A noção de ciclo é utilizada em diversas situações no dia-a-dia. Por exemplo, o ciclo de 7 dias da semana ou o ciclo de 12 horas no relógio facilitam, com recurso à repetição, a contagem do tempo. No caso dos dias da semana, por exemplo, 7 dias após uma 3ª-feira, não estaremos numa 10ª-feira, mas novamente na 3ª-feira.

Na cestaria, o passo 2 por cima, 2 por baixo – 2/2 – pode ser decomposto em 4 movimentos como na figura 1, abaixo.



Figura 1 - Representação de um passo no método da base em estrela

Este ciclo completo de 4 movimentos: C1C2B2B1, comporta-se como os múltiplos de 4. Isto significa que, por exemplo, o 5º movimento é igual ao 1º e que o 6º, 10º ou 14º movimentos são iguais ao 2º. No caso do cesto do Príncipe, com uma estrutura em estrela de 24 meias tiras, o ciclo de 4 movimentos ocorre 6 vezes completas ao longo de uma volta e, por isso, as voltas seguintes serão sempre passando as mesmas tiras por cima e por baixo.

Na prática, alguns cesteiros na ilha do Príncipe contornam esta questão acrescentando meia tira à estrutura da base que fica com 25 meias tiras. Esta opção desencontra os movimentos em voltas consecutivas ainda que mantenha a sequência cima/baixo em metade das tiras, mas desencontra também o agrupamento de pares de tiras da primeira volta, o que confere mais resistência ao cesto.

Por que é que tal acontece?

Para perceber o que está na base de "encontrar" a volta vamos olhar cada movimento do processo de entrelaçamento.

Na fase inicial durante o movimento duplo, existem 4 movimentos distintos, como representado nas figuras 3 e 4.



Figura 3 – Representação dos 4 movimentos no entrelaçamento da tira na estrutura em estrela. © Joana Latas.

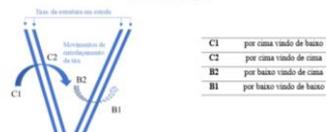


Figura 3 – Representação de um passo no método de base em estrela. © Joana Latas.

Ao fim destes 4, os movimentos começam a repetir-se. Por exemplo, o 5º movimento é igual ao 1º e o 6º, 10º ou 14º movimentos são iguais ao 2º. Ou seja, o ciclo completo de 4 movimentos ocorre 6 vezes completas ao longo de uma volta e, por isso, as voltas seguintes seriam sempre passando as mesmas tiras por cima e por baixo.

No caso do cesto da ilha do Príncipe, com uma estrutura em estrela de 24 meias tiras, o ciclo de 4 movimentos ocorre 6 vezes completas ao longo de uma volta e, por isso, as voltas seguintes seriam sempre passando as mesmas tiras por cima e por baixo. A menos que seja utilizado um truque... Na verdade, na figura 2, desde a primeira volta que há um par de tiras no qual o movimento (cima ou baixo) não é duplo – identifique qual.

Figura 61 – Excertos da VA e VD do guião do mediador de "Encontros e desencontros".

Também a apresentação e informação nos guiões foram trabalhadas ao nível do aspeto gráfico e da simplificação e clareza da linguagem. Particularmente a descrição da técnica de entrecruzamento, uma vez que a sua leitura sem suporte visual se revelou como um obstáculo à compreensão desta. A figura 62, evidencia a diferença da apresentação visual e escrita da informação, nos guiões do utilizador, na VB e VD.

Tempo estimado: 25 minutos

Modo de trabalho: preferencialmente em grupo

No cesto de base em estrela, uma das técnicas utilizadas é entrelaçar uma tira flexível passando-a, continuamente, por cima e por baixo da estrutura em estrela.



Figura 1 - vista exterior de base de cesto em estrela. © Joana Latas.

No cesto da imagem, inicialmente o entrelaçamento é duplo por cima, depois por baixo e depois passa a ser, um por cima, um por baixo.

Experimente... continuar uma volta desta técnica no cesto já iniciado.

A tira entrelaçada passa por cima e por baixo das mesmas tiras que na volta anterior, ou seja, o movimento está "encontrado"?

Vai precisar de: Cesto incompleto. Tiras finas em cartão.

Tempo estimado: 30 a 45 minutos

Modo de trabalho: preferencialmente em grupo

A estrutura do cesto da imagem é constituída por seis pares de tiras, dispostas em estrela. A fase seguinte do processo de construção é entrelaçar uma tira flexível passando-a, continuamente, por cima e por baixo da estrutura em estrela.



Figura 1 – Cesto de base em estrela com a estrutura evidenciada, na ilha do Príncipe. © Joana Latas.

No cesto da imagem, inicialmente o movimento de entrelaçamento é duplo, alternadamente, por cima e por baixo de duas tiras. Depois de algumas voltas o movimento passa a ser simples, alternado, por cima e por baixo de cada tira.

Experimente... continuar a entrelaçar uma volta no cesto já iniciado.

A tira entrelaçada passa por cima e por baixo das mesmas tiras que na volta anterior, ou seja, o movimento está "encontrado"?

Vai precisar de: Cesto incompleto. Tiras ou unhas de palmeira.

Figura 62 – Excerto da VB e da VD (pp. 1–2) do guião do utilizador de "Encontros e desencontros".

Balaio há, balaio é

A intensificação da interatividade *hands-on* foi uma recomendação incluída no redesenho do guião do utilizador de “Balaio há, balaio é”. Tal exigiu uma adequação dos recursos materiais disponibilizados na primeira tarefa, nomeadamente incluíram-se estruturas axadrezadas, correspondentes aos esquemas visuais que constam no guião, as quais propiciam o contacto com objetos reais de cestaria. No desafio seguinte, o utilizador é então convidado a representar, nas estruturas em papel, a parte visível de tiras. Assim, os desafios propiciam níveis distintos e graduais

de familiarização do utilizador com as estruturas axadrezadas. A complementaridade entre os objetos manipuláveis e a representação a duas dimensões estimula a abstração, na procura de regularidades em padrões geométricos, e acresce significado táctil à regularidade.

A interligação entre os significados matemáticos e o contexto de cestaria foi igualmente reforçada na secção informativa de “Por que é que isto acontece?”, na qual foram acrescentadas, explicitamente, as práticas de cestaria que conferem regularidade ou simetria aos cestos. A comparação dos excertos da VB e VD, nas figuras 63 e 64, evidencia o resultado do redesenho do guião em causa.

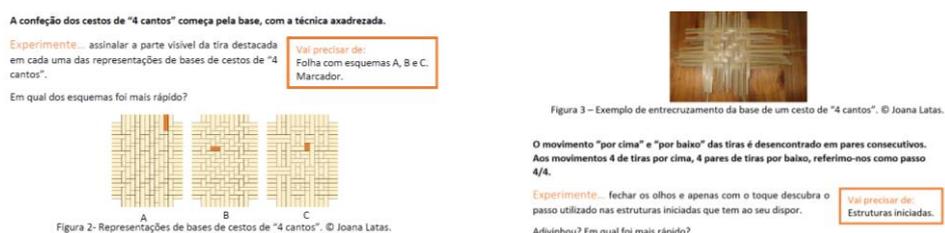


Figura 63 – Excertos da VB e VD do guião do utilizador de "Balaio há, balaio ê".

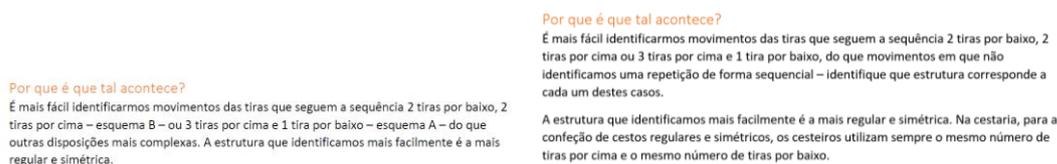


Figura 64 – Excertos da VB e VD do guião do utilizador de "Balaio há, balaio ê".

A exploração da relação de como a regularidade e a simetria se traduzem na robustez e equilíbrio dos cestos, e vice-versa, revelou potencial para despertar para a sensibilidade estética e incentivar outras interações entre cestaria e sociedade, uma das orientações para o desenho dos recursos EMcEsta. Desta forma, foi incluída informação no guião do mediador, com o intuito de promover reflexões sobre práticas de cestaria adequadas a estilos de vida atuais e, em termo de efetividade esperada, sensibilizar o utilizador para perspetivar a cestaria à luz da interligação de dimensões culturais, conforme é elucidado no excerto da VD do guião do mediador de “Balaio há, balaio ê”, na figura 65.

Reinventar a cestaria

A prática de cestaria está, por vezes, associada a práticas culturais tradicionais e em desuso. Refletir sobre o conhecimento de cestaria no presente e conjeturar possibilidade de “reinvenção” das práticas de cestaria tendo em conta o futuro pode constituir um desafio que evidencia a influência entre ciência e sociedade a partir da cestaria. O *design* e as práticas de cestaria na ilha do Príncipe influenciam-se mutuamente? Que outros objetos de cestaria podem fazer sentido para os estilos de vida atuais? São alguns tópicos que poderão questionar comportamentos e atitudes e/ou promover debates com os utilizadores.

Figura 65 – Excertos da VD do guião do mediador de "Balaio há, balaio ê".

Andala, para que te quero?

“Andala, para que te quero?” foi, em termos de contextualização da prática de cestaria, aquela que sofreu uma intervenção mais marcada. Uma das reformulações esteve relacionada com a terminologia. A utilização da palavra caniço foi questionada, por não ser familiar entre os entrevistados santomenses, o que, após confirmação da mesma situação nos grupos focais e de novo contacto com o cesteiro, para esclarecimento do nome da matéria de origem vegetal utilizada na confecção dos cestos, permitiu que a reformulação final da coleção de recursos já incluisse a utilização da palavra andala em substituição da palavra caniço. Tal situação implicou, inclusive, a alteração da imagem do par de guiões e do título para aquele que é aqui apresentado.

No sentido das situações apresentadas corresponderem a práticas reais de cestaria, considerou-se pertinente valorizar o processo de preparação da andala. A planificação do cesto de “4 cantos” foi também revista, uma vez que o cesteiro pode utilizar uma variação da estrutura à explorada nas interações iniciais, para produzir um cesto com semelhante aparência e com menos andala. Situação identificada aquando da exploração com participantes dos grupos focais. As imagens da figura 66 evidenciam a alteração de informação em dois excertos do guião do utilizador nas VB e VD, respetivamente, em relação aos três aspetos aqui discutidos. As orientações no guião do mediador foram também reformuladas, no sentido de promover a reflexão acerca de uma política ambientalista do consumo dos recursos naturais utilizados na produção de objetos em cestaria.



Figura 66 – Excertos da VB e VD do guião do utilizador de "Andala, para que te quero?".

Incorporando recomendações das interações

Entre interações (#1, #2 e #3) foram incorporadas alterações consideradas decisivas para uma evolução das versões da coleção EMcEsta que a aproximasse do pretendido. No capítulo 8, a secção correspondente à discussão e reformulação das versões apresenta a discussão detalhada destas alterações. Destas, destacam-se cinco, as primeiras quatro relacionadas com a praticidade e a última referente à validade dos recursos educativos em causa:

- i) Organização da estrutura dos guiões. Desde a primeira interação (#1), foi recomendada a introdução de organizadores prévios nas tarefas, nomeadamente o tempo estimado, a listagem de recursos materiais necessários ao desenvolvimento da tarefa e uma sugestão de modo de trabalho, no sentido de propiciar uma maior autonomia por parte dos utilizadores. Ainda no que respeita a tópicos da estrutura, mantiveram-se três desafios em cada tarefa. Porém, foram acrescentadas secções intermédias, com informação complementar, e de ligação entre relacionada. A secção “Conversem sobre” das tarefas foi convertida em informação para o guião do mediador, para que, presencialmente, as discussões e reflexões possam surgir em interação com o mediador e adaptadas aos interesses, expectativas e experiências dos diferentes públicos;
- ii) Simplificação de linguagem. Ainda que, no limite, a simplificação de linguagem seja sempre possível, a razoabilidade dessa simplificação terá de ser imposta por critérios, como por exemplo, a relação: qualidade da tarefa/tempo despendido na sua (re)formulação. Transversalmente ao *feedback* dos participantes da interação #1, a recomendação de simplificação da linguagem esteve presente. Todas as sugestões de alterações foram aceites e reformuladas, tendo sido integradas na VB. A terminologia relacionada com a cestaria foi discutida ao longo da segunda interação, mas só confirmada ao longo da terceira interação. As alterações tiveram por objetivo a atribuição de significado por potenciais utilizadores. Nomeadamente, a palavra enlear deu lugar a entrelaçar; o processo de decalque foi clarificado; a palavra caniço foi substituída pela palavra andala; foram introduzidos os termos *bansa* e *unha da palmeira*, relacionados com aspetos específicos do material do cesto; a utilização dos termos matéria-prima, material e objeto foram revistos. A reformulação da terminologia ficou completa apenas na versão final (VD);
- iii) Reajuste do tempo estimado. Embora meramente indicativo, a introdução do organizador prévio, referente ao tempo estimado, revelou não ser consensual entre os entrevistados e especialistas em educação e entre estes e o tempo efetivamente despendido em cada tarefa na exploração em grupos focais. Optou-se por, de acordo com o *feedback* obtido na segunda interação (#2), encurtar-se a tarefa 3, mas sem alterar o tempo. Tais recomendações foram validadas com a experientiação das tarefas durante os grupos focais na terceira interação (#3). Esta situação mereceu reflexão e foi discutida durante a entrevista com especialista da academia na #3, já depois da realização dos grupos focais. No sentido de ser delineada uma estratégia que considerasse diferentes perfis e ritmos, por parte dos utilizadores, e apelasse à autogestão do tempo despendido em cada tarefa, optou-se por ser indicado um intervalo de tempo, como uma previsão em cada guião do utilizador;
- iv) Desconstrução de artificialidade. As situações consideradas como artificiais foram identificadas na VB, tendo sido reformuladas para a VC e desta para a VD dos recursos EMcEsta, em conformidade com o *feedback* obtido dos intervenientes nas interações

#2 e #3. Uma das situações que foi identificada e melhorada refere-se à imagem concetual de estrela. No que respeita à funcionalidade de peneira, na tarefa 1, verificou-se que a semente de izaquente não seria a semente mais adequada como exemplo, uma vez que a prática requeria uma logística muito específica para a localização da estação e de recursos naturais, tendo por isso sido alterada. Na tarefa 2, a técnica de entrelaçar do cesto não sugeriu, a alguns entrevistados, a relação com os múltiplos de quatro, tendo os procedimentos da técnica sido clarificados, acrescentando-se também uma imagem elucidativa, e

- v) Articulação entre experiência cultural e experiência matemática por meio da experiência interativa. Este aspeto está relacionado com o quadro conceptual da EMcEsta e foi alvo de refinamento, transversalmente, ao longo da avaliação dos recursos educativos. Se, numa fase inicial, existiu uma tendência de analisar estes conceitos separadamente, foi na integração entre a experiência matemática e experiência cultural, como parte nuclear da experiência interativa, que se obteve um equilíbrio destes componentes. O resultado dessa integração está expresso na abordagem educacional orientada-pela-cultura (figura 54), bem como na interação das orientações para o desenho dos recursos EMcEsta (figura 55).

Enquadramento dos PD nos recursos EMcEsta

O fundamento dos Princípios de *Design* (PD) de referência deve-se à sua incorporação em diferentes componentes dos recursos EMcEsta. A integração dos PD de referência na fase de produção dos recursos para um trilho orientado-pela-cultura foi apresentada no capítulo 6. Numa primeira fase, essa integração está ao nível das decisões metodológicas, nomeadamente o envolvimento de especialistas de diferentes áreas, no sentido de serem obtidas perspetivas múltiplas sobre os mesmos fenómenos, e a previsão de ações de responsabilidade social. Mais tarde, ao nível da produção dos guiões, em particular, nas tarefas propostas ao utilizador e na definição do papel do mediador, na fase de implementação dos recursos. O quadro 17 ilustra exemplos de articulação entre os PD de referência e o (re)desenho dos recursos EMcEsta, em estreita relação com as orientações para o desenho dos recursos.

Quadro 17 – Exemplos de como os PD de referência foram utilizados nos recursos EMcEsta.

Princípio de <i>Design</i> de referência	Como foi incorporado nos recursos educativos?	Orientação predominante
Incentivar os públicos a pensar e a agir sobre práticas contextualizadas culturalmente, numa perspetiva dinâmica de interações com o passado, presente e futuro;	As tarefas centram-se numa prática contextualizada culturalmente na ilha do Príncipe, nomeadamente a cestaria. Ao longo das mesmas, existe o recurso a uma funcionalidade tradicional do cesto, como peneira, articulada com a projeção desse objeto para o presente e futuro. Essa funcionalidade está relacionada com a criação de modelos de cestos e o tema de sustentabilidade.	Interações entre: v) Ação passada, presente e futura das práticas de cestaria

	Orientações para tal questionamento estão incluídas nos guiões de mediador.	
Proporcionar a integração e interação de atividades matemáticas universais, assentes numa perspetiva de desenvolvimento do conhecimento culturalmente contextualizado e como atividade social;	A proposta de exploração de práticas de cestaria que remetem, por exemplo, para a contagem de múltiplos de 4, para o desenho de espirais, para a estimativa da medida de tiras no planeamento de um cesto e a comunicação desses procedimentos numa linguagem compreensível por outros. O estabelecimento de significado dessas atividades na prática de cestaria e na educação matemática é sugerido no guião do mediador.	Interações entre: vi) Atividades universais
Promover o contacto dos públicos com objetos e técnicas efetivas, bem como a linguagem e termos locais utilizados pelos praticantes da prática(s) contextualizada(s) culturalmente;	A disponibilização de objetos de cestaria, produzidos pelo cesteiro que participou no estudo, para realização das tarefas e a proposta de experimentação de técnicas de cestaria terem por base as práticas do cesteiro pretendem potenciar o contacto sugerido neste PD. Alguns termos de linguagem por ele utilizados foram adotados, e refinados ao longo do tempo, pelo <i>feedback</i> obtido dos participantes que conhecem o contexto em causa. O reforço destas orientações está patente no guião do mediador e no perfil que se pretende para o mesmo.	Interações entre: iv) Públicos e as práticas reais de cestaria
Incentivar os públicos a estabelecerem comunicação entre ideias matemáticas operacionalizadas em contextos distintos;	As tarefas propostas abordam a operacionalização de conceitos matemáticos relacionados com a estimativa, características da espiral uniforme, raciocínios da aritmética modular, a procura de regularidades e a planificação de objetos no contexto da cestaria. Perspetiva também a matemática a operar em outros contextos, por exemplo, no diagnóstico de uma doença neurológica, no guião do utilizador 1. No guião do mediador, as orientações sugerem a exploração de outros contextos, de acordo com os interesse dos públicos.	Interações entre: viii) Diferentes referenciais de conhecimento x) Ciência/ matemática e sociedade
Estimular nos públicos representações múltiplas da matemática associadas a práticas culturalmente contextualizadas e outras aplicações;	A espiral, no guião do utilizador 1, é representada pela curva, no cesto de base em estrela e no diagnóstico de um distúrbio neurológico. Também no guião do utilizador 2, o processo de entrecruzamento do cesto pode ser equiparado a regularidades dos múltiplos de 4 e relacionado com a paridade no número de movimentos por volta. Ambos os conceitos têm aplicações no dia a dia ou podem ser observados na natureza. Estas representações podem recorrer a esquemas, com conexões com a geometria, ou a símbolos, com conexões com os números e álgebra. Esta discussão, adequada aos públicos, é sugerida no respetivo guião do mediador.	Interações entre: vii) Representações matemáticas

<p>Prever a responsabilidade social das ações em prol da comunidade.</p>	<p>Em termos metodológicos, o envolvimento de um cesteiro e de professores de matemática, assim como a articulação com os responsáveis pelo Espaço Ciência Sundy, remete para a operacionalização do produto da investigação no contexto, no formato de trilho e com benefício direto para os referidos intervenientes, assim como para as comunidades a que pertencem. O enquadramento da intervenção na visão do Príncipe 2030, incluindo a sua referência explícita no guião do utilizador 4, é também um indicador de retorno para os habitantes da ilha do Príncipe no geral.</p>	<p>Interações entre: ix) Cestaria e sociedade x) Ciência/ matemática e sociedade</p>
<p>Estimular vivências que incentivem uma participação ativa por parte do visitante, promovendo o estabelecimento de relações entre a experiência interativa e as experiências cultural e matemática, por meio dos conhecimentos e experiências prévios, interesses e expectativas ativados pelos indivíduos em ação;</p>	<p>A participação ativa do utilizador é desafiada por tarefas que se expressam interativamente, e que poderão ser aguçadas em interação com um mediador. A integração da matemática com o contexto local de práticas de cestaria potencia o estabelecimento de ligações com conhecimentos e experiências prévias dos utilizadores. Por se tratar de um contexto não formal de educação, a aprendizagem é uma escolha do utilizador e o tempo despendido em cada tarefa gerido pelo mesmo.</p>	<p>Interações entre: i) Públicos e contextos</p>
<p>Potenciar diferentes níveis de interatividade sujeito-objeto, privilegiando a interatividade <i>minds-on</i>, em relação às restantes. O contexto é ele mesmo potenciador da interatividade <i>hearts-on</i>;</p>	<p>O utilizador é convidado a experimentar práticas de cestaria com recursos materiais que lhe são disponibilizados (<i>hands-on</i>) e desafiado intelectualmente a explorar situações relacionadas com essas práticas (<i>minds-on</i>), por exemplo com a conjectura de possíveis modelos de cestos. As tarefas propostas estão contextualizadas em práticas de cestaria, a qual tem significado social e económico no contexto em causa (<i>hearts-on</i>).</p>	<p>Interações entre: ii) Públicos e experiências cognitivas, sensoriais e emocionais</p>
<p>Prever a mediação da experiência do visitante facilitada pelo diálogo, no sentido dessa experiência poder ser potenciada em termos de significado, autenticidade e personalização;</p>	<p>Optou-se por produzir guiões do utilizador com indicações simples e claras e um cariz eminentemente exploratório. Para cada um destes foi produzido um guião do mediador que prevê diferentes possibilidades de exploração das tarefas e de discussão personalizadas, adequadas e adaptadas ao perfil do(s) utilizador(es). Esta opção deve-se à abrangência de segmentos de públicos a quem se dirige a EMcEsta.</p>	<p>Interações entre: iii) Públicos e mediador</p>
<p>Estimular experiências, com base em práticas contextualizadas na cultura, que respondam a preocupações sociais, políticas e culturais dos públicos;</p>	<p>Metodologicamente, os participantes foram auscultados no sentido das tarefas poderem refletir preocupações sociais, culturais e políticas por eles identificadas. As propostas de discussão sugeridas nos guiões do mediador 1 e 4, referentes às tarefas propostas, apelam a reflexão sobre o papel da cestaria no presente e futuro, eventualmente com novas técnicas e objetos. Existe também a sugestão de estabelecer conexões entre o</p>	<p>Interações entre: ix) Cestaria e sociedade v) Ação passada, presente e futura das</p>

	planeamento da prática de cestaria e a sustentabilidade da ilha do Príncipe, em conformidade com o plano estratégico Príncipe2030. Estes temas são abordados nos respetivos guiões do utilizador.	práticas de cestaria,
Estimular reflexões e discussões que promovam interações entre a ciência/matемática e a sociedade;	A desmistificação da ciência/matемática para públicos e a aproximação dos públicos à ciência/matемática refletiu-se, por exemplo, na proposta de discussão relativamente à reinvenção de práticas de cestaria influenciadas pelo <i>design</i> , nas quais, desejavelmente, os argumentos científicos, humanísticos, sociais, políticos, éticos, entre outros, se articulam e complementam. Orientações para esta discussão constam no guião do mediador 3.	Interações entre: x) Ciência/ matемática e sociedade ix) Cestaria e sociedade
Envolver especialistas de diferentes áreas, incluindo o público-alvo, no desenvolvimento de recursos educativos através de processo iterativo.	A opção pela metodologia de <i>design research</i> permitiu envolver 21 participantes, 15 especialistas de 7 áreas distintas e 6 potenciais utilizadores, ao longo de uma trajetória com 4 ciclos iterativos de avaliação formativa e de refinamentos dos recursos educativos em causa.	Interações entre: i) Públicos e contextos

Dos recursos ao trilho EMcEsta

O processo de desenvolvimento do quadro conceptual e dos recursos foi considerado no âmbito de outro mais abrangente, um trilho orientado-pela-cultura, focando a investigação nos seguintes aspetos do seu desenvolvimento: o quadro conceptual e o desenho de tarefas, dando particular ênfase à consistência entre a exploração das tarefas e o desenvolvimento de atitudes de educação científica esperadas. No entanto, no decorrer do mesmo, as decisões, que por questões temporais e de logística foram tomadas, inviabilizaram a sua implementação. Por uma questão de completude, optou-se por apresentar aqui algumas reflexões e recomendações que permitem aproximar este estudo da sua finalidade. Além do já referido, a atual indefinição quanto à equipa operacional do Espaço Ciência Sundry é sugestiva de deixar em aberto os tópicos nos quais se considere crucial o envolvimento de membros dessa equipa na tomada de decisões. Tal situação não invalida que recomendações para a futura implementação do trilho sejam elencadas, complementando a literatura com a análise das três interações com especialistas e com a experiência da investigadora no contexto e formato em causa. Ressalva-se, no entanto, que esta secção apresenta informação menos aprofundada que o desejável.

No capítulo 4, foram apresentadas as fases para o desenvolvimento de um trilho orientado-pela-cultura. São elas:

- i) levantamento de questões a explorar;
- ii) estabelecimento de contactos e integração de instituições ou elementos-chave da comunidade para responder à questão;
- iii) seleção do público-alvo;
- iv) definição do percurso e local das estações;

- v) (co)criação das estações;
- vi) implementação do trilho e
- vii) sustentabilidade.

Enquanto parte integrante de um trilho orientado-pela-cultura, o desenvolvimento da EMcEsta corresponde à dinâmica entre quatro das sete fases consideradas, nomeadamente i), ii), iii) e v).

Ainda que a etapa iv) não tenha sido alvo de análise antes da etapa v), a possibilidade de inversão de ordem destas etapas está prevista no capítulo 4, no qual se salvaguarda que, por vezes, são as tarefas propostas a definir o contexto local onde se enquadram. Aliando esta informação à experiência da investigadora em trilhos de ciência na ilha do Príncipe, para a definição do percurso EMcEsta, iv), e como proposta para discussão, sugeriram-se algumas possibilidades de locais, nomeadamente a oficina do cesteiro que colaborou no estudo, localizada na Roça Paciência, por estar relacionada com a cestaria da ilha do Príncipe. Dada a integração do trilho na ação educativa do Espaço Ciência Sundy, este pode ser assumido, estrategicamente, como local da primeira ou da última estação, para incentivar os utilizadores a vivenciarem outras experiências afins. A estação referente a “À volta com os cestos”, no caso de se pretender utilizar sementes de izaquentes para peneirar/lavar, será de considerar um local com acesso a água.

Relativamente à implementação e sustentabilidade, foram tidos em conta os aspetos discutidos sobre esta temática no capítulo 4 e as sugestões que emanaram das interações com os diferentes intervenientes, apresentadas em detalhe no capítulo 8. Destacam-se recomendações relacionadas com: a interatividade, e aqui em particular a formação e perfil do mediador; as estratégias de publicidade e de *marketing* para a divulgação do trilho aos diferentes segmentos de públicos e os aspetos a considerar na avaliação e sustentabilidade do trilho. Estas podem ser categorizadas em três eixos atuação.

- i) Componente digital. Como complemento ou alternativa à mediação humana, as gravações áudio ou acesso a informação por meio de códigos *QR* surgiram como estratégias a ponderar no contexto do trilho. A inclusão da gamificação, igualmente sugerida por Gurjanow et al. (2019), emergiu como estratégia de suporte à interatividade, utilizando registos fotográficos, crachás, passaportes ou carimbos, ou, eventualmente, alternativas não digitais destes formatos (Shoaf et al., 2004). A criação de uma plataforma online foi identificada como uma possibilidade para incentivar a EMcEsta a constituir-se como um espaço de partilha entre utilizadores no pós-visita. Também para a monitorização da EMcEsta, foi incentivado o recurso a ferramentas digitais para a recolha de dados. Por exemplo, um questionário, que pode assumir o formato de formulário online, acessível com um código *QR* ou, de acordo com a formação académica do público-alvo, existir a possibilidade de registo áudio. Foram mencionados, como indicadores a serem nele incluídos: o grau de satisfação, os sentimentos despoletados pela experiência, a recomendação da mesma a outros, a faixa etária e o local de origem dos utilizadores, os quais são convergentes com as orientações de Rennie & Johnston (2004). Salvaguarda-se que a monitorização pode

estar ao nível do impacte nos utilizadores, mas também ao nível da organização do trilho ou na informação disponibilizada pelos monitores (Rodrigues, 2016). A sugestão da utilização de plataformas online dirigida, essencialmente, a públicos não residentes na ilha do Príncipe, em colaboração com os parceiros turísticos locais, foi referida como estratégia de publicidade e *marketing*.

- ii) Formação e perfil do mediador. A formação do mediador emerge como condição necessária à sua presença e inclui componente disciplinar e didática em contextos de educação não formal, bem como conhecimento curricular que permita articulação com a educação formal. Em termos de perfil, destacam-se as capacidades de desafiar a participação ativa do público, no âmbito de visitas de estudo, e ser entusiasta na ação. Também foram valorizadas as capacidades de coordenação e de reflexão, que permitam uma atitude perspicaz na adaptação ao perfil dos públicos em cada momento e, de acordo com isso, personalizar a abordagem e gerir a sua presença. Estas características e componentes de formação estão de acordo com Katrikh (2018) e Stone (2016).
- iii) Sustentabilidade. A sinalética, dependendo do trilho ser temporário ou definitivo, pode assumir diferentes níveis de integração no contexto, com ou sem recurso a tecnologia. Uma escolha sustentável deve, contudo, recair numa opção com possibilidade de reutilização, durabilidade e acessibilidade dos materiais ou objetos selecionados, como nos exemplos utilizados em diferentes edições dos trilhos da ilha do Príncipe e no projeto IDiverSE, representados na figura 67. Além disso, o estabelecimento de parcerias locais e internacionais, públicas e privadas, tendo em vista a sustentabilidade da EMcEsta, foi sugerido como algo que pode ter lugar em simultâneo com a execução do plano de implementação. Neste âmbito, a manifestação de interesse em parcerias com instituições ou outros projetos pode ser devidamente documentada (Rodrigues, 2011, 2016).



Figura 67 – Sinalética em madeira, em ardósia, e um código QR impresso em 3d, respetivamente.

Para comunicar uma proposta de trilho orientado-pela-cultura, identificaram-se componentes que o caracterizassem quanto aos pressupostos e às recomendações de funcionamento. Para isso, juntaram-se as fases i) e ii) de desenvolvimento e fizeram-se adaptações de linguagem nas restantes. Obtiveram-se assim seis componentes: princípios e orientações; públicos; mapa do percurso e local

das estações; estações; implementação; parceiros e sustentabilidade. A cada componente foi associado um ícone, conforme sugerido na figura 68.



Figura 68 – Componentes de caracterização de um trilho orientado-pela-cultura.

Ao longo deste capítulo, foi apresentada o desenvolvimento da EMcEsta enquadrado num processo de DR que proporcionou interligações entre três componentes – princípios e orientações, público-alvo e estações. A definição de princípios e orientações influenciou a abrangência de públicos selecionados. Por sua vez, o desenho das tarefas foi desenvolvido de acordo com ambos. A influência mútua entre as tarefas e os princípios e orientações esteve presente no processo de avaliação formativa. Esta potenciou um melhoramento contínuo da intervenção em relação aos critérios de qualidade de referência, neste caso, validade, praticidade e efetividade da EMcEsta, para garantir a pretendida coerência entre os princípios orientadores e as tarefas propostas. Também a definição do público-alvo influenciou na adoção de princípios e orientações que fossem ao encontro dos perfis dos segmentos de públicos em causa. Esta dinâmica está representada na figura 69. Consequente e coerentemente com este processo, foram ainda propostas recomendações para as restantes três componentes. A integração dos resultados adaptada a um formato de trilho está apresentada numa proposta de trilho EMcEsta, ainda que incompleta, no Apêndice B.

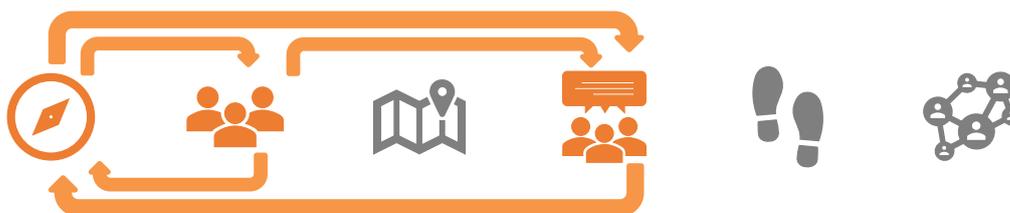


Figura 69 – Interligações entre componentes no desenvolvimento da EMcEsta.

Capítulo 8 – Avaliação dos recursos EMcEsta

Ao longo deste capítulo são analisados os resultados da avaliação das versões A, B e C dos recursos EMcEsta, a qual se desenvolveu em diferentes interações e culminou com a versão D destes recursos. Para cada interação (#1, #2 e #3), a informação referente ao foco, aos propósitos, aos participantes, às atividades desenvolvidas e aos respetivos instrumentos de recolha de dados utilizados, descrita detalhadamente no capítulo 5, metodologia, está sintetizada no quadro seguinte (quadro 18).

Quadro 18 – Caracterização dos processos de interações quanto a foco, propósito, atividades e instrumentos de recolha de dados utilizados.

Interações / Caraterísticas	#1	#2	#3
Foco	Validade. Praticidade esperada.	Validade. Praticidade esperada e real. Efetividade esperada.	Praticidade real. Efetividade esperada.
Propósitos	Averiguar se as características dos recursos EMcEsta estão em conformidade com os pressupostos teóricos e práticos pretendidos.	Confirmar a adequabilidade dos recursos ao contexto. Obter informação sobre a consistência da interpretação e da operacionalização dos recursos com os seus propósitos.	Perspetivar possível impacto dos recursos EMcEsta em potenciais utilizadores residentes no Príncipe.
Atividades desenvolvidas	Administração de questionários a seis académicos das áreas de: etnomatemática, matemática, educação não formal e comunicação de ciência. Administração de questionários a dois especialistas do Espaço Ciência Sundy	Entrevistas a professores de matemática com experiência/ conhecimento da ilha do Príncipe. Entrevista a especialista de educação não formal com formação inicial em educação matemática.	Inquérito por questionários a residentes da ilha do Príncipe. Grupos focais com potenciais utilizadores, incluindo jovens em idade escolar. Entrevista a especialista de educação não formal com conhecimento sobre trilhos de ciência da ilha do Príncipe.
Instrumentos de recolha de dados	Questionário.	Guiões de entrevista.	Questionário. Guiões de entrevista. Guiões de grupos focais.

#1 | O conceito EMcEsta

Propósito

O propósito da interação 1 (#1) centrou-se no desenvolvimento conceptual da EMcEsta, ou seja, na sua validade, no que respeita à relevância da abordagem e à consistência interna da proposta. Foi igualmente alvo de atenção a praticidade esperada dos recursos.

Crítérios de seleção dos especialistas

Recorreu-se a um total de oito especialistas, entre a academia e o Espaço Ciência Sundy, para equilibrar as componentes teórica e prática.

Especialistas da academia

No sentido de promover perspectivas múltiplas da etnomatemática no contexto da cestaria da ilha do Príncipe, recorreu-se a olhares de académicos de áreas distintas, nomeadamente: i) matemática; ii) etnomatemática; iii) educação não formal e iv) comunicação de ciência. As primeiras duas justificam-se por estarem diretamente envolvidas na integração da experiência matemática e da experiência cultural, e as últimas duas pela sua relação com o formato educacional em contexto não formal onde decorre a experiência.

Foram selecionados seis especialistas: três em etnomatemática, um em matemática, um em educação não formal e um em comunicação de ciência. Cinco especialistas pertencem a universidades públicas portuguesas e um colabora com uma organização internacional em Moçambique. Os três etnomatemáticos têm publicações com incidência na cestaria e, em particular, em países africanos, num dos casos em estreita colaboração com Paulus Gerdes, autor de referência. O especialista em comunicação de ciência tem como uma das áreas de investigação a comunicação de ciência em contextos não formais e, como tal, um perfil adequado à EMcEsta. Os especialistas em matemática e em educação não formal contactaram previamente com São Tomé em Príncipe em contexto profissional. Desta forma, tentou assegurar-se sensibilidade dos especialistas quanto a singularidades culturais, em particular a cestaria, e ao contexto de implementação, um ambiente não formal num país africano. Além disso, valorizou-se o conhecimento prévio sobre São Tomé e Príncipe. No quadro 19 estão sintetizadas as áreas, o número de especialistas por área e as características que foram determinantes para a sua seleção.

Quadro 19 – Áreas e número de académicos participantes na primeira interação.

Área de especialidade	Número de especialistas	Observações
Etnomatemática	3	Com publicações na área da cestaria, em particular em países africanos.
Matemática	1	Mesmo especialista com quem foram estabelecidas interações na <i>análise e exploração</i> dos dados oriundos das práticas de cestaria identificadas na ilha do Príncipe.
Educação não formal	1	Participação em projetos de divulgação de ciência na ilha do Príncipe.
Comunicação de ciência	1	Especialista em comunicação de ciência em contextos não formais.

Especialistas do Espaço Ciência Sundy

Esta interação contou com a participação de dois decisores políticos que estiveram envolvidos no desenvolvimento e, até certo ponto, na definição de regulamentação da gestão e funcionamento do Espaço Ciência Sundy. Tendo este uma gestão público-privada, a seleção dos especialistas contemplou estas duas vertentes.

Processo de avaliação

O processo de avaliação foi iniciado com a primeira interação, que incidiu sobre a versão A dos recursos EMcEsta. O cariz formativo deste processo pretendeu recolher informação, no sentido de averiguar a validade da EMcEsta e apontar algumas direções quanto à praticidade esperada.

Para tal, a mencionada versão dos recursos foi enviada para os académicos, via e-mail, juntamente com um questionário que incluiu um conjunto de parâmetros sobre os quais a análise deveria incidir. A identificação de aspetos menos conseguidos destacou a importância de diminuir possibilidades de enviesamento da mensagem, pelo que optou-se por proceder à sua revisão antes dos recursos serem enviados para os especialistas do Espaço Ciência Sundy. Desta forma, o documento contextualizador e os guiões do utilizador enviados a estes decisores incluíram as alterações decorrentes da análise da informação recebida por parte dos especialistas da academia, ou seja, a versão A revista. A reformulação dos recursos foi acompanhada de comunicação com os académicos, com o intuito de se assegurar que os pontos críticos previamente identificados estariam ultrapassados.

Parâmetros de avaliação

A definição de parâmetros de avaliação dos recursos desenvolveu-se em estreita relação com os objetos e dimensões da matriz de investigação (Anexo A). Delinearam-se vinte e cinco parâmetros de avaliação dirigidos aos académicos, cinco dos quais referentes ao documento contextualizador, catorze incidindo nos guiões do utilizador e seis relativos aos guiões do mediador. A sua inclusão nos questionários (Anexo B1), dependeu da área de especialidade dos participantes da academia, conforme a distribuição apresentada no quadro 20.

Quadro 20 - Parâmetros de avaliação dos recursos EMcEsta por área de especialidade da academia.

Recurso	Parâmetros		Área de especialidade dos especialistas			
			Matemática	Cestaria	ENF ⁸²	Comunicação de Ciência
EMcEsta – contextualização	1	Adequação da estrutura do documento			▪	▪
	2	Adequação da organização das tarefas			▪	▪
	3	Explicitação da integração dos conhecimentos culturais e estruturas matemáticas formais na proposta de experiência de educação científica	▪	▪	▪	▪
	4	Clareza dos conceitos de experiência cultural, experiência matemática e experiência interativa	▪	▪	▪	▪
	5	Explicitação da relação entre linhas teóricas da ENF e a conceção das tarefas			▪	
Guião do utilizador	6	Ênfase na interatividade			▪	
	7	Ênfase em atividades matemáticas universais	▪			
	8	Ênfase nas técnicas de cestaria		▪		
	9	Potencialidade de envolvimento dos públicos com a Matemática			▪	▪
	10	Atratividade do aspeto gráfico	▪	▪	▪	▪
	11	Adequação da linguagem do ponto de vista da comunicação da ciência				▪
	12	Potencialidade das tarefas serem desafiadoras	▪	▪	▪	▪
	13	Adequação das relações estabelecidas entre representações matemáticas	▪	▪		
	14	Correção científica da linguagem	▪	▪		
	15	Adequação da abordagem cultural da prática de cestaria		▪		
	16	Adequação da estrutura da tarefa a um ambiente de ENF de Ciências			▪	
	17	Adequação da linguagem ao público-alvo			▪	▪
	18	Potencialidade das situações propostas promoverem a integração da experiência matemática e experiência cultural por meio de uma experiência interativa	▪	▪	▪	
	19	Potencialidade das situações apresentadas promoverem interações em grupo			▪	▪
Guião do mediador	20	Adequação da estrutura do documento ao mediador			▪	▪
	21	Explicitação dos temas e propósitos abordados na tarefa			▪	▪
	22	Adequação dos propósitos específicos às orientações teóricas de base	▪	▪	▪	▪
	23	Adequação das sugestões de atuação às linhas teóricas subjacentes			▪	▪
	24	Correção científica do conteúdo	▪	▪		
	25	Clareza da linguagem e dos modos de trabalho a promover			▪	▪

Foram ainda definidos quinze parâmetros de avaliação, oito relacionados com o documento contextualizador e sete relativos aos guiões do utilizador, conforme consta no quadro 21, os quais foram incluídos no questionário dirigido aos especialistas do Espaço Ciência Sundy (Anexo B2).

⁸² ENF – Educação Não Formal.

Quadro 21 – Parâmetros de avaliação dos recursos EMcEsta dirigidos a especialistas do Espaço Ciência Sundy.

Recurso	Parâmetros	
EMcEsta – contextualização	1	Adequação dos princípios da EMcEsta ao enquadramento do Espaço Ciência Sundy no Príncipe 2030 (objetivos 3, 5, 7 e 8).
	2	Potencial contributo dos princípios das tarefas para tornar o Espaço Ciência Sundy uma atração turística na ilha do Príncipe, em particular, na Roça Sundy.
	3	Potencial contributo dos princípios das tarefas para tornar o Espaço Ciência Sundy um local de educação e divulgação científica na ilha do Príncipe.
	4	Potencialidade da proposta EMcEsta para abranger públicos com diferentes interesses e dinâmicas nos Trilhos (de Ciência) do Espaço Ciência Sundy.
	5	Adequação do tema cestaria aos interesses da população da ilha do Príncipe.
	6	Adequação do tema cestaria aos interesses daqueles que visitam a ilha do Príncipe.
	7	Adequação do tema cestaria às preocupações sociais, políticas e /ou culturais da população da ilha do Príncipe.
	8	Adequação do tema cestaria às preocupações sociais, políticas e /ou culturais daqueles que visitam a ilha do Príncipe.
Guião do utilizador	9	Atratividade do aspeto gráfico das tarefas.
	10	Potencialidade do visitante se sentir desafiado com as experiências propostas nas tarefas.
	11	Adequação da linguagem ao público-alvo.
	12	Adequação do realismo com que as experiências de cestaria são abordadas nas tarefas.
	13	Potencialidade das experiências propostas nas tarefas incentivarem uma postura ativa por parte do visitante.
	14	Potencialidade da experiência EMcEsta tocar (pessoal, emocional, social, cultural, cientificamente...) os utilizadores residentes na ilha do Príncipe.
	15	Potencialidade da experiência EMcEsta tocar (pessoal, emocional, social, cultural, cientificamente...) os utilizadores que visitam a ilha do Príncipe.

Avaliação dos especialistas

Validade

Relevância

A articulação entre a perspetiva etnomatemática educacional e a perspetiva de educação científica em contexto não formal, que sustentam este estudo, foi transmitida pelo menos parcialmente, nos recursos EMcEsta, conforme é considerado por um dos especialistas em etnomatemática quando refere que a “EMcEsta constitui realmente um conjunto de recursos didáticos que possibilitam uma aprendizagem integrada, envolvendo cultura e matemática de forma interativa”⁸³ (QEE1)⁸⁴. Também o cariz inovador dessa articulação foi reconhecido por outro especialista da mesma área, antecipando o potencial desta investigação em contribuir com “conhecimento novo relevante para a utilização da etnomatemática em ambientes de educação não formais” (QEE2)⁸⁵. No entanto, esta

⁸³ O português foi revisto e utilizado o acordo ortográfico nas citações para permitir fluência na leitura. Nas transcrições manteve-se o original.

⁸⁴ QEE1 significa Questionário a Especialista 1 em Etnomatemática.

⁸⁵ QEE2 significa Questionário a Especialista 2 em Etnomatemática.

opinião não foi unânime entre os académicos, verificando-se que os parâmetros relacionados com a educação não formal e a comunicação de ciência foram menos conseguidos do que aqueles que são referentes à matemática e à etnomatemática da cestaria da ilha do Príncipe (distribuição de frequências absolutas no Anexo B1).

Ainda que, maioritariamente, as opiniões dos académicos remetam para uma apreciação muito boa acerca da relação entre experiência matemática, cultural e interativa propiciada pela EMcEsta, a existência de uma opinião dispare a este respeito sugere pouca clareza nos conceitos envolvidos. Aliás, as tarefas propostas revelam algum potencial na integração destas experiências, à exceção dos guiões de “À roda com os cestos” e “Encontros e desencontros” onde foram identificadas fragilidades. Estes guiões foram considerados com menor equilíbrio entre componente cultural e componente matemática, devido, respetivamente, a um reduzido ou excessivo desafio matemático preconizado.

O parâmetro “ênfase nas atividades matemáticas universais [de Bishop]” originou, por parte de um especialista em etnomatemática, a recomendação de ser considerada a utilização do termo “modelar” em vez do termo “desenhar”. A reflexão que o assunto mereceu levou a optar por manter a palavra “desenhar”, uma vez que esta é uma atividade que poderá não convergir para o desenvolvimento de competência matemática, enquanto que “modelar” remete para características e procedimentos específicos do pensamento matemático. Esta opção baseia-se no argumento de Bishop (1988, 1990, 2005), que considera ser na interação e integração das atividades universais que há lugar para que a competência matemática seja desenvolvida. Por este motivo, as referidas atividades são, por vezes, designadas de pré-matemáticas.

A avaliação por parte dos decisores políticos coincidiu em dois terços dos parâmetros (distribuição de frequências absolutas no Anexo B2) e é sugestiva de uma forte ligação entre a visão estratégica do “Príncipe 2030” e a visão do Espaço Ciência Sundry, como refere um destes especialistas, “[o] primeiro parâmetro [de avaliação] ajuda-nos a compreender que um dos objetivos da criação do Espaço Ciência Sundry tem relação direta com a agenda Príncipe 2030” (QEECS1)⁸⁶. Também foi reconhecido o potencial da visão EMcEsta estar integrada no Espaço Ciência Sundry, em particular por aliar a integração de diferentes áreas e temáticas à partilha de experiências numa perspetiva de educação ao longo da vida e, neste âmbito, contribuir para a projeção, nacional e internacional, da instituição em causa.

Acredito muito neste Centro como suporte na criação de riqueza dos jovens que não tiveram outras oportunidades para desenvolverem as suas aptidões e seus intelectos do ponto de vista sociocultural, (...) [e também] como um Centro da sub-região de Africa Central, para promoção do país e para troca de experiências e conhecimentos ao nível da Ciência e da Arte. (QEECS1)

O cariz inclusivo e empreendedor da EMcEsta é destacado pelo mesmo decisor político, que considera que esta iniciativa propicia “condições para empregabilidade dos jovens, capacitando-os

⁸⁶ QEECS1 significa Questionário a Especialista 1 na visão do Espaço Ciência Sundry.

e envolvendo-os na temática científica de uma forma inclusiva, criando oportunidades para todos” (QEECS1).

Consistência interna

A estrutura do guião do utilizador foi considerada como bastante adequada a um ambiente de educação não formal de ciências, ainda que a organização das tarefas propostas sugerisse um excessivo número de etapas por parte do utilizador. Além disso, foi recomendada a introdução de organizadores prévios no guião do utilizador, com referência ao tempo estimado para o seu desenvolvimento, listagem dos recursos materiais necessários e o modo de trabalho preferencial. Aliás, o documento de contextualização revelou carecer de uma explicação sobre a organização das tarefas.

Os propósitos das tarefas e as sugestões de atuação presentes nos guiões do mediador foram parâmetros considerados como pouco adequados às orientações teóricas que os fundamentam, em particular em “À roda com os cestos” e “Encontros e desencontros”. Tal pode estar relacionado com o formato das tarefas estar demasiado próximo de características da educação formal.

Praticidade

Apresentação e informação dos guiões

Toda a coleção aparentou um aspeto gráfico e linguagem demasiado formal. Se, do ponto de vista científico, a linguagem foi considerada como muito boa, a sua adequação aos públicos-alvo e do ponto de vista da comunicação de ciência revelou ser pouco adequada. Para simplificar a linguagem, a escrita de frases curtas e a clarificação de conceitos foram algumas das orientações sugeridas pelo especialista da comunicação de ciência e corroboradas pelo especialista da educação não formal. Em particular, no guião do mediador de “Encontros e desencontros”, a exploração matemática revelou estar também demasiado complexa, opinião partilhada pelos referidos especialistas e um outro da área da etnomatemática: “A explicação de “Porque é que isto acontece?” não é fácil de compreender, talvez se tentar subdividir em parágrafos acompanhados por esquemas ilustrativos, ajude” (QEE2). Tornar o aspeto gráfico mais apelativo remeteu para a inclusão de imagens e esquemas explicativos nos guiões do utilizador, bem como a organização das secções com informação de transição entre elas.

Natureza e níveis de interatividade

O estímulo à interatividade evidenciou estar bastante presente nos guiões do utilizador. Todavia, do ponto de vista da comunicação de ciência, foram apontadas fragilidades ao nível do potencial envolvimento dos públicos com a matemática, na promoção de interações em grupo e quanto ao grau de desafio das tarefas. Nomeadamente a secção “Conversem sobre...” aparentou um potencial limitado em promover interações entre elementos do grupo de visitantes. De acordo com a opinião do especialista desta área, o “tema proposto para discussão [no guião do utilizador de “Encontros e

desencontros”] parece-me vago, abstrato e distante das vivências das pessoas” (QECC)⁸⁷. As tarefas propostas em “Encontros e desencontros” e em “À roda com os cestos” foram igualmente consideradas com reduzido nível de desafio intelectual.

A necessidade da presença de um mediador surgiu como evidente, como é referido por um especialista em etnomatemática: “está evidente que as tarefas estão desenhadas tendo em consideração a presença indispensável de um mediador, ainda que não seja especialista em cestaria ou em matemática, ou mesmo um educador/comunicador” (QEE1). Além disso, a supervisão e a dinamização da EMcEsta são mencionadas como funções desejáveis para um mediador, tendo em vista a sustentabilidade do trilho que integre esta experiência educacional.

A supervisão, a motivação e a dinâmica do projeto serão essenciais para a sua sustentabilidade a longo prazo. O conceito e a ideia estão pensados para provocar [pelo que] a chave será encontrar as pessoas certas e [que sejam] facilitadores para concretizar a expectativa. (QEECS2)⁸⁸

Interligação entre significados matemáticos e o contexto da cestaria

Além da complexidade sugerida na interligação entre os conceitos matemáticos abordados em “Encontros e desencontros”, o esquema de representação do método de base em estrela (figura 70) relevou pouca clareza, conforme mencionado por um participante: “o esquema apresentado na figura 1 [do guião do utilizador] não é muito claro” (QEE2). A dificuldade antecipada na sua interpretação está relacionada com a disposição da estrutura do cesto, em estrela, ser distinta da que estava representada no guião do utilizador, por feixes de retas paralelas.

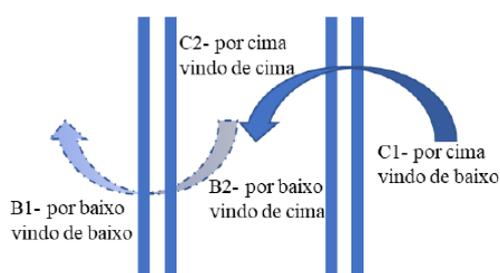


Figura 70 – Representação de um passo do método de base em estrela (Versão A).

Contextualização da cestaria da ilha do Príncipe

O tema cestaria foi considerado adequado aos interesses de visitantes e residentes na ilha do Príncipe, por ambos os especialistas do Espaço Ciência Sundy. Ainda que a cestaria seja considerada uma prática em desuso, a potencialidade para a reinventar no presente e pensar em oportunidade de formação para a população, aliando ciência e a cestaria com vista no futuro, foi

⁸⁷ QECC significa Questionário a Especialista em Comunicação de Ciência.

⁸⁸ QEECS2 significa Questionário a Especialista 2 na visão do Espaço Ciência Sundy.

mencionada por um destes decisores: “sugiro (...) formar jovens nesta área do artesanato, que tende a desaparecer, [bem como] transformar o Espaço [Ciência Sundy] num centro de estudos e formação de ciência e artesanato” (QEECS1).

Efetividade

Ainda que este objeto não estivesse figurado nos parâmetros de avaliação da primeira interação, os decisores políticos apontaram recomendações para a implementação da EMcEsta que relevam também expectativas sobre a efetividade da mesma. Por um lado, está a sugestão da utilização de plataformas online por meio de parcerias com os operadores turísticos presentes na Ilha. Tal estratégia de *marketing* e de publicidade tem como intuito atrair públicos não residentes na ilha do Príncipe para a EMcEsta.

[Será de] considerar a publicidade (...) no aeroporto (...) e nos *sites* dos hotéis. Nesses *sites* deve ser possível e fácil reservar a participação na EMcEsta (...) [além disso, é sugerida a utilização de] vídeos para dar uma ideia daquilo em que consiste a experiência EMcEsta. (QEECS2)

Além disso, o estabelecimento de parcerias locais e internacionais, públicas e privadas, é visto como um contributo para a sustentabilidade financeira e social da experiência educacional em causa.

A sustentabilidade é importante para a sobrevivência da EMcEsta, pelo que, tem de ser apoiada tanto financeira como socialmente. Para melhorar as possibilidades deste plano de publicidade e *marketing* [deverão ser contactadas instituições do] sector privado, [do] sector público, ONG, ONU e outras partes interessadas. (QEECS2)

Por outro lado, foram manifestadas expectativas acerca do papel do Espaço Ciência Sundy na promoção de educação científica para diferentes públicos e desde a primeira infância, com “ensinamentos e experiências práticas do mundo da ciência para os alunos do pré-escolar, [além de] fazer-se do Espaço um roteiro turístico, para os residentes e estrangeiros que visitam a Ilha” (QEECS1).

Discussão e reformulação da versão A

Decorrente da apreciação dos especialistas incidindo na validade e na praticidade esperada, procedeu-se a uma reformulação da coleção, efetuando alterações no documento contextualizador e nos guiões do utilizador e do mediador. Esta reformulação deu origem à versão B dos recursos.

No que respeita ao documento contextualizador da EMcEsta, a reformulação incidiu nos parâmetros de i) adequação da organização das tarefas e de ii) explicitação da integração dos conhecimentos culturais e matemáticos na proposta de experiência de educação científica. Para tal, foi explanado o enquadramento do estudo, justificada a organização dos guiões e reestruturadas as secções do documento.

Quanto aos guiões do utilizador, o reajuste incidiu transversalmente em: i) adaptar a linguagem para um público genérico; ii) introduzir organizadores prévios; iii) tornar as tarefas propostas potencialmente mais desafiadoras para mais segmentos de públicos e iv) tornar o aspeto gráfico mais atrativo. Ou seja, procedeu-se a alterações de estrutura, adaptação de linguagem, de imagem e da natureza da tarefa de modo a torná-las mais desafiadoras e a expressarem-se interativamente. Em particular, nos guiões de “À roda com os cestos” e “Encontros e desencontros” foi dada também atenção ao aspeto gráfico para tornar as tarefas potencialmente mais apelativas.

Relativamente aos guiões do mediador, reajustaram-se os propósitos e aprofundaram-se as linhas teóricas, clarificaram-se os modos de trabalho, simplificou-se a linguagem e reduziu-se o grau de complexidade da abordagem matemática, com particular incidência em “Encontros e desencontros”.

Nesta interação foi ainda possível apurar recomendações ao nível de estratégias de *marketing* e publicidade, relacionadas com a efetividade esperada da EMcEsta como parte integrante do Espaço Ciência Sundry. Estas foram integradas nas sugestões para a elaboração do plano de implementação do trilho EMcEsta (Apêndice B).

Além da incorporação das recomendações na reformulação da coleção e das sugestões para a futura implementação do trilho EMcEsta, a informação recolhida e analisada inspirou a preparação e a elaboração dos guiões de entrevistas da segunda interação.

#2 | O contexto EMcEsta

Propósito

O foco da segunda interação (#2) foi a praticidade dos recursos, isto é, a adequação esperada e real do ponto de vista da sua utilidade no contexto. Foi também considerada a perceção dos participantes acerca da efetividade esperada dos recursos.

Crítérios de seleção dos especialistas

Nesta interação, o perfil dos participantes selecionados incidiu na valência de educação matemática em diferentes perspetivas. Neste sentido, foram cinco os participantes selecionados, nomeadamente quatro professores e um membro da academia com especialização na área da educação não formal. A seleção dos professores teve em consideração a experiência de lecionação ou conhecimento profundo do sistema educativo na ilha do Príncipe. Foi ainda considerada diversidade nos critérios: i) sentir-se principense e ii) ter formação específica para a docência de matemática, bem como valorizado iii) o conhecimento e/ou experiência com os Trilhos de Ciência da ilha do Príncipe e iv) a sensibilidade para questões sociais e culturais referentes à ilha do Príncipe. Satisfazendo estas condições, foram selecionados dois professores de matemática na qualidade de potenciais utilizadores da EMcEsta e outros dois na vertente de mediadores.

Foi ainda selecionada uma especialista em educação não formal, com formação inicial em educação matemática, membro de um centro de investigação de uma universidade pública portuguesa. Esta

dupla valência permitiu que um dos pilares que sustenta a conceptualização da EMcEsta, a educação não formal, fosse perspetivado à luz da educação matemática. O quadro 22 sintetiza o perfil destes participantes.

Quadro 22 – Perfil dos especialistas em educação participantes na segunda interação.

Especialista	Perfil	Outras características	Papel em que foi entrevistado
ALEX⁸⁹	Professor de matemática com experiência na ilha do Príncipe.	Experiência nos trilhos de ciência da ilha do Príncipe. Formação específica para a docência.	Potencial mediador
DANI	Professor de matemática com conhecimento do contexto educativo da ilha do Príncipe e de São Tomé.	Experiência nos trilhos de ciência da ilha do Príncipe. Formação específica para a docência.	Potencial utilizador
ÍRIS	Especialista em educação não formal.	Formação inicial em educação matemática.	Académica
LUCA	Professor de matemática com experiência na ilha do Príncipe.	Principense. Experiência nos trilhos de ciência da ilha do Príncipe.	Potencial utilizador
YURI	Professora de matemática com experiência na ilha do Príncipe.	Principense. Conhece os trilhos de ciência da ilha do Príncipe.	Potencial mediadora

Processo de avaliação

O processo de avaliação foi orientado pelo propósito de se averiguar, por um lado, se os recursos estariam adequados e apelativos ao contexto-alvo e, por outro, a consistência entre a interpretação e operacionalização dos recursos e a intenção com que foram propostos.

As entrevistas foram realizadas individualmente e online. Previamente, foi enviado a cada um dos participantes, via e-mail, um documento contextualizador e a versão B dos guiões do utilizador. Foram ainda enviados os respetivos guiões do mediador para os potenciais mediadores e académica. Os dois professores residentes na ilha do Príncipe, entrevistados um no papel de potencial utilizador e outro como potencial mediador, tiveram também acesso prévio aos recursos materiais e aos guiões impressos.

Estando previsto o enquadramento da EMcEsta no Espaço Ciência Sundy, o encerramento deste condicionou a recolha de dados para uma avaliação da praticidade real mais fidedigna e extensiva. Contudo, ainda que as condições normais de utilização tenham dado lugar às condições possíveis, a experienciação dos recursos e a respetiva análise foram entendidas como suficientes para tecer considerações quanto à sua praticidade. Tal decisão foi sustentada pelos seguintes argumentos: i) existe o compromisso político da abertura do Espaço Ciência Sundy ao público e a integração da EMcEsta nele (Anexo E); ii) os trilhos de ciência já foram implementados na ilha do Príncipe e iii)

⁸⁹ Os nomes dos participantes são fictícios.

os professores de matemática participantes têm experiência na lecionação na escola secundária da ilha do Príncipe e, pelo menos, conhecimento acerca dos trilhos de ciência.

Avaliação dos especialistas

Validade

Relevância

Durante a segunda interação, ainda que com uma menor ênfase na validade que na interação anterior, emergiu informação que elucidou quanto à incorporação da visão EMcEsta nos recursos. A adequação dos recursos ao contexto a que se dirigem é afirmado por YURY: “os nomes [das tarefas] estão bem, conforme as tarefas e o tipo de tarefa, e [estão] enquadrados [no contexto]” (EY)⁹⁰. Os recursos e o formato de trilho de ciência parecem incentivar a complementaridade entre diferentes áreas das ciências, mas também entre estas e as singularidades culturais, o que está de acordo com a visão de educação científica em contexto não formal adotada no estudo.

INV: (...) uma vez que é professor de matemática, sente que há aqui uma efetiva ligação entre as tarefas e a matemática enquanto ciência?

DANI: Sim, muita ligação. (...) [Aqui falou-se no formato de trilho mas, podemos pensar] em trilho ou em oficinas ou mesmo em “campos de matemática”. Acho que se podem fazer atividades interessantíssimas com os alunos, propondo este tipo de tarefa [que]envolvem não só a matemática, como também outras [áreas de saber]. Portanto, algo como outras ciências [ou] como a própria cultural. (ED)⁹¹

Apesar da presença inequívoca da componente matemática e da componente cultural, expressa por todos os entrevistados, a sua integração não foi sentida de forma consensual pelos mesmos. Em particular, foi identificada uma prevalência da experiência matemática em relação à experiência cultural, conforme elucidada o excerto da entrevista a ÍRIS.

ÍRIS: (...) eu acho que teria que trazer mais a questão cultural, não é? Porque às vezes o indivíduo pode não estar familiarizado com aquele ambiente e só o facto de ele construir um cesto ou manipular os materiais pode não ser o suficiente para envolvê-lo naquela cultura (...)

INV.: Portanto, sente necessidade da experiência cultural ter aqui um papel mais intenso.

ÍRIS: Exato! Eu senti a presença da matemática e senti falta da etnomatemática (...) (EI)⁹²

A valorização da visão histórica do conhecimento matemático, embutido na prática de cestaria, é sugerido pela mesma entrevistada, no sentido de centrar a experiência cultural no conhecimento e práticas do cesteiro. Desta forma, as justificações apresentadas pelo cesteiro para utilizar aqueles

⁹⁰ EY significa Entrevista à professora YURI.

⁹¹ ED significa Entrevista ao professor DANI.

⁹² EI significa Entrevista à académica ÍRIS.

procedimentos de confecção de cestos são lidas por lentes matemáticas, para que o pensamento matemático desenvolvido e usado na confecção de cestos seja evidenciado.

ÍRIS: (...) eu senti falta de saber esta história (...) [mas] não sei se, antes de começar o trilho, o utilizador passa por um espaço onde é mostrada a cultura como se fosse um museu ou alguma coisa assim, (...) contando um pouco desta história e desta cultura (...). Talvez essas relações [entre as práticas do cesteiro e a respetiva interpretação matemática] possam levar a uma evolução do próprio conhecimento, da ideia da evolução do conhecimento matemático (...) e, neste caso, da história dos cesteiros. (EI)

Na verdade, aprofundar a experiência cultural a partir da história da cestaria e do conhecimento matemático aí envolvido assenta numa visão de etnomatemática, na qual o pensamento e ações do cesteiro são interpretados do ponto de vista de características consideradas matemáticas – “matemática do cesteiro” (EI). Na perspetiva em causa, a “matemática do cesteiro” constitui, regra geral, o principal objeto de estudo para o investigador.

ÍRIS: Por exemplo, na atividade do balaio tem, uma pergunta que eu me fiz ao ler: porque é que eles usam os 4 pontos? (...) Ali tem uma explicação por que é que o fundo tem quatro cantos, não é?

INV.: Sim.

ÍRIS: Mas eu gostaria de ouvir (...) a explicação que o cesteiro deu. Ele, com certeza, não deve ter dito esta, não é? (...) [terá sido] uma explicação que ele ouviu da família, de quem o ensinou. Então, essa relação entre a explicação do cesteiro e essa explicação da matemática, esse cruzamento, foi o que eu senti falta. (EI)

Contrariamente, a abordagem deste estudo assenta numa perspetiva etnomatemática educacional, com orientações didáticas para a educação matemática, e a prática de cestaria é interpretada e intervencionada como resultado de interações entre a investigadora e o cesteiro, o matemático, o professor, o potencial utilizador, entre outros, sem perder de vista os propósitos de educação científica. Ou seja, o equilíbrio entre os dois tipos de experiências, cultural e matemática, corresponde a uma situação na qual a perspetiva do cesteiro é uma, mas não a única, que se pretende ver refletida nos recursos EMcEsta.

Consistência interna

As tarefas foram consideradas coerentes com os respetivos propósitos. Além disso, a estrutura e a sequencialidade foram consideradas adequadas, com a ressalva de ter sido identificada uma potencial interdependência entre duas tarefas. Por ser um contexto de educação não formal de aprendizagem por livre escolha, a inexistência de interdependências e pré-requisitos entre tarefas é justificada pela possibilidade do utilizador, que gere a sua experiência, ter a liberdade de preferir não experienciar alguma das tarefas propostas, como foi, prudentemente, argumentado por ÍRIS.

ÍRIS: A sequência pareceu-me adequada, a única questão que eu coloquei foi: quem escolhe fazer o trilho, obrigatoriamente tem que fazer todas as atividades? Porque quando

abordamos um contexto não formal (...) é suposto que a pessoa (...) determine e escolha o quão profundo e quais as atividades que ela quer desenvolver. (...) na atividade 2, (...) faz uma pergunta muito específica sobre a atividade 1, que, eventualmente, alguns visitantes podem não ter feito. (EI)

Praticidade

Apresentação e informação dos guiões

A linguagem dos guiões do utilizador foi considerada, pela maioria dos entrevistados, como bastante acessível e clara, o que indicia sucesso nas reformulações efetuadas entre a primeira e a segunda interação. A académica IRIS sublinha a simplicidade da linguagem utilizada nesses guiões como um aspeto positivo.

ÍRIS: A linguagem dos guiões [do utilizador] sim, pareceu-me adequada! (...). Eu comecei por ler o guião do mediador e lá tem muitas informações (...) [Depois,] quando eu li o guião do utilizador foi uma surpresa pela positiva porque era muito limpo, muito claro, com imagens muito bonitas e adequadas (...). (EI)

Porém, houve situações em que a informação visual disponibilizada não se relevou suficiente. A este propósito, ÍRIS refere “(...) não sei se foi no guião [do utilizador] 3 ou 4... que eu senti necessidade de ter algumas imagens, que até registei [no guião] ...” (EI). Esta situação foi esclarecida ao longo da entrevista, tornando evidente que os aspetos menos conseguidos na mensagem transmitida pela informação escrita e gráfica no guião do utilizador de “Balaio há, balaio ê” (figura 71) estariam relacionados com a clareza nas indicações da tarefa e a sua relação com os esquemas disponibilizados.

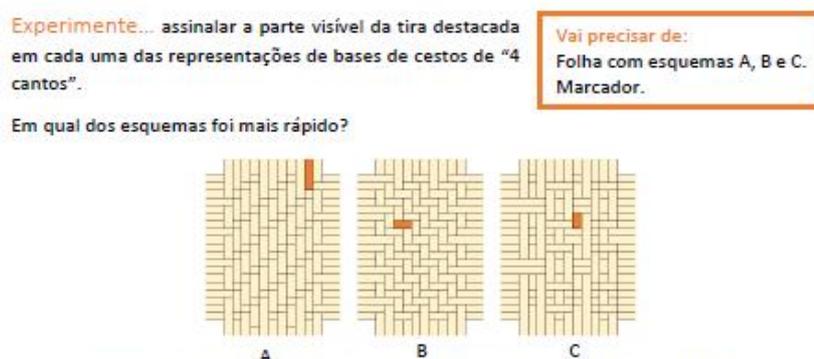


Figura 71 – Excerto do guião do utilizador de "Balaio há, balaio ê" (Versão B).

INV.: (...) vamos um bocadinho ali à tarefa 3 (...), onde a ÍRIS também apontou uma questão em relação (...) à primeira experiência, que era para assinalar a parte visível da tira destacada em cada uma das representações. (...)

ÍRIS: Sim.

INV.: Eu queria tentar perceber se o que não está perceptível é a linguagem, ou se são os esquemas, ou se é a própria intenção da experiência que está aí envolvida...

ÍRIS: Eu acho que é um pouco de tudo. Eu não percebi o que é que é para fazer. Não sei se é a linguagem, temos que ver a diferença de linguagem entre português de Portugal e português do Brasil. Posso ter sido eu que não tenha entendido (...). [Os utilizadores] vão receber essas três imagens (...) e o que é que devem assinalar? (EI)

A mesma fragilidade voltou a ser salientada em relação ao guião do utilizador de “Encontros e desencontros” e a dificuldade que tal pode representar para os potenciais utilizadores foi antecipada por LUCA: “sem que alguém lhes dê apoio (...), [os utilizadores] teriam dificuldade, por exemplo, no que toca ao desencontro” (EL)⁹³. ÍRIS reforçou a mesma ideia, salientando que a ação do mediador, junto dos utilizadores, estará em conformidade com a sua capacidade em compreender a informação que figura no guião do mediador e com a adequação da sua formação.

ÍRIS: ... algumas das informações dos guiões podem estar demasiado complexas, ou carentes de imagens, para que facilitasse esse entendimento por parte do mediador, para que ele pudesse depois fazer a sessão com os utilizadores. E também entra na questão da formação do mediador ser necessária e suficiente (...). Então, se nessa atividade se pretende que eles cheguem a esse conceito de múltiplos de 4, o mediador tem que fazer esse trabalho, porque sozinhos talvez eles não cheguem. (EI)

O tempo estimado para desenvolver as tarefas propostas surge, para alguns entrevistados, como pouco adequado. A exequibilidade da realização das tarefas no tempo previsto é, aliás, um aspeto alertado por DANI, "o único problema é (...) a questão do tempo" (ED). Este professor baseia-se na experiência e conhecimento sobre a pouca fluência da leitura, por parte da generalidade dos santomenses, para justificar a necessidade de mais tempo para a realização das tarefas, argumentando que esta é "uma população com muito pouco hábito de leitura. (...) as pessoas perdem muito tempo a ler. Eu digo isto por experiência própria, está a perceber?" (ED). LUCA, apesar de considerar que é razoável, considera que a componente prática das tarefas poderá exigir mais tempo para a sua realização. Esta questão é corroborada por ALEX que atribui essa gestão à subjetividade do envolvimento do utilizador: "o que pode acontecer é as pessoas entusiasmarem-se a fazerem os cestos e demorarem mais tempo para ver se [o] completam" (EA)⁹⁴. Também ÍRIS salvaguarda que uma interatividade mais prolongada requer mais tempo e sugere que esse acréscimo temporal incida, sobretudo, nas tarefas que propiciam a manipulação de recursos materiais para reproduzir técnicas de cestaria.

ÍRIS: (...) [Balaio há, balaio ê] seria uma atividade em que eu gostaria de me envolver, de começar e fazer o cesto e fazer a trama, então eu acho que (...) as pessoas ficariam mais tempo, exatamente porque exige esse grau de interação. (EI)

Ainda assim, os professores entrevistados na perspetiva de mediadores consideram o tempo estimado para as tarefas adequado, desde que a figura do mediador esteja presente. Os dois

⁹³ EL significa Entrevista ao professor LUCA.

⁹⁴ EA significa Entrevista ao professor ALEX.

concordam ainda quanto à utilidade da informação que consta nos guiões do mediador e ao modo completo como é apresentada.

YURI: (...) [a leitura dos guiões do mediador] consolidou o que eu já tinha percebido nas tarefas. [consegui] perceber que, realmente, eu estava na mesma linha de pensamento. (EY)

Ambos os potenciais mediadores identificam um fio condutor entre o guião do utilizador e o respetivo guião do mediador, o que lhes confere consistência interna. ALEX destaca essa coerência quando refere que “(...) as tarefas propostas (...) estão adequadas ao objetivo pretendido” (EA). Ainda assim, o guião do mediador de “Encontros e desencontros” relevou ter propósitos demasiado ambiciosos.

ÍRIS: (...) são muitos conceitos que estão listados na experiência matemática e, então, alcançar esses objetivos [referindo-se à informação no guião do mediador] vai depender do trabalho do mediador (...). De todos os guiões, de todas as tarefas, esta foi a que me pareceu mais...complexa. (EI)

A mesma fragilidade refletiu-se na complexidade da linguagem e da abordagem matemática proposta nesse guião, como apontado por ALEX.

ALEX: (...) Era precisamente isso que eu estava a pensar há bocado, era na aritmética modular. Acho que isso já é uma coisa... um bocado puxada para, para quem eu imaginaria a fazer estas tarefas. (EA)

Para contrapor esta opinião, relembra-se que a opção de apresentar diferentes possibilidades de exploração e, conseqüentemente, propósitos, remete para uma gestão adequada e cuidada do mediador ao perfil do público-alvo, em cada momento. Contudo, a informação disponibilizada não terá sido adequada para esta mensagem ser apreendida pelos participantes da segunda interação. Uma possibilidade de reforçar essa flexibilidade é assumir os propósitos das tarefas como facultativos, sugestão com a qual ALEX concordou: “seria uma forma de solucionar a questão. Porque para alguma das pessoas já não vai ser necessário chegar a alguns objetivos” (EA).

Natureza e níveis de interatividade

Os diferentes níveis de interatividade emergiram da análise das tarefas propostas em qualquer das entrevistas da segunda interação. Para ÍRIS, a intensidade da interação é crescente ao longo das tarefas, ainda que tal não tenha sido uma intenção na sua produção.

ÍRIS: (...) eu senti que a intensidade de interação, ela vai aumentando ao longo das tarefas, e, para mim, a tarefa 3 foi a que mais me marcou (...) realmente, tem uma interação muito maior do que nas outras atividades, não é? (EI)

De uma maneira geral, os entrevistados consideraram que as tarefas propostas propiciam estímulo intelectual e identificaram-lhes características exploratórias. Por exemplo, LUCA refere que “(...) tem que se pensar naquilo que a tarefa está a pedir. [Nas] estratégias também, não é?” (EL) e DANI identifica explicitamente a natureza exploratória das tarefas, como evidenciado pelos excertos da

entrevista: "É algo que ele [o utilizador] vai experimentar (...). Este tipo de tarefa é mais exploratório." (ED). Todavia, DANI não pareceu estar seguro quanto ao significado desta natureza de tarefas, pois considera que a indicação na tarefa proposta em "À roda com os cestos" está demasiado orientada, justificando que "(...) já disse à pessoa para observar o fundo do cesto. Podia dizer-se apenas: observe o cesto" (ED). O mesmo professor sugere também a disponibilização de uma legenda com o significado da linguagem específica da cestaria para resolver a escassa familiarização dos utilizadores com esta terminologia: "(...) fazer um esqueleto dos cestos com legenda. Tal parte significa o quê" (ED). Esta sugestão, além de reduzir o nível de desafio, torna a tarefa mais fechada, colocando em causa outras características de uma tarefa exploratória. Por este motivo, tal recomendação não foi aceite.

A combinação de diferentes níveis de interatividade expressos pelas tarefas propostas é evidenciada por ALEX que, ao identificar pré-requisitos para a realização das mesmas, lhes atribui características *minds-on*, associada à competência de pensamento lógico, e *hands-on*, relacionada com a manipulação de recursos materiais.

ALEX: (...) [pode ajudar os utilizadores que tenham] por hábito resolver algumas coisas deste género, (...) usar o pensamento lógico. Mas mesmo isso não é que seja muito necessário. As tarefas são simples, acho que desde que as pessoas coloquem as mãos à obra e que realmente mexam e tentem fazer, qualquer pessoa pode chegar às respostas que são pretendidas. (...) [para] fazer os cestos, efetivamente, quem tiver mais destreza com as mãos, vai ter mais facilidade do que quem não a tiver. (EA)

A interatividade *hands-on* identificada sugere, maioritariamente, a relação do utilizador com os objetos em cestaria, seja o produto final ou esteja em fase de confeção. Aliás, a componente prática é assinalada como uma característica vincada em qualquer das tarefas, como refere LUCA "uma pessoa que põe a mão na massa tem mais probabilidade de realizar corretamente as tarefas (...). Quase que a tarefa exige a prática" (EL). Mesmo assim, ALEX sugere a inclusão de mais um elemento *hands-on*, nomeadamente a produção em cestaria dos esquemas apresentados no guião do utilizador de "Balaio há, balaio ê" (figura 71, anterior).

INV.: Dá-me só um exemplo ou outro em que [os guiões do mediador] possam ter surpreendido ou pela positiva ou pela negativa.

ALEX: (...) [Balaio há, balaio ê] é daquelas em que eu tive alguma dificuldade em fazê-la só através da imagem. Acho que se fosse com o cesto construído desta forma, seria bem mais fácil de perceber quais estariam a passar por cima, quais estariam a passar por baixo, e onde é que continuavam as tiras.

INV.: (...) estes três modelos estarem mesmo feitos com as tiras?

ALEX: (...) seria mais fácil se tivéssemos os 3 modelos na mão, perceber onde é que continua a tira do que assim só com a imagem. É assim, uma pessoa consegue perfeitamente fazê-lo com as imagens, mas acho que é mais difícil (...) do que seria tendo o material nas mãos. (EA)

Ainda neste nível de interatividade, a visão e o tato são os sentidos referidos com mais frequência, ainda que o olfato seja também referenciado entre os sentidos potencialmente estimulados pelo envolvimento na EMcEsta: “(...) no que toca à visão, o tato, o cheiro também porque se o material estiver fresco no momento, (...) [o olfato] também vai estar envolvido, sim” (EL). Além disso, a interatividade *hands-on* é considerada adequada a tarefas integradas no formato de Trilhos de Ciência da ilha do Príncipe, conforme mencionado por este entrevistado.

LUCA: (...) [se] pretende usar estas tarefas num trilho de ciência, que é uma atividade muito comum aqui na ilha do Príncipe, muitas das tarefas que nós fazemos envolvem a prática (...) então acho que este será o ponto forte da tarefa. (EL)

O mesmo professor acrescenta, às anteriores, a potencial interatividade *hearts-on* proporcionada pelo contacto com a cestaria.

LUCA: (...) realizando as tarefas e estar envolvido nelas, a pessoa sente-se realizada, não é? Alguém que nunca trançou um cesto, (...) nem sequer compreende. Mas depois de perceber a lógica, o padrão e conseguir fazer, a pessoa (...) [desenvolve um sentimento de] realização. (EL)

A interatividade *hearts-on* corresponde, em termos de praticidade real, ao envolvimento emocional dos entrevistados em relação à EMcEsta. Nos casos em que é assumida essa afinidade, tal remete para vivências passadas de contacto com a cestaria ou outro tipo de entrelaçamento de objetos, enquanto experiência cultural. Tal, sugere que a predisposição para a cestaria seja uma mais valia para a experiência em causa. Nomeadamente YURI refere: "eu não sei se é porque me é familiar, porque é cultural, [mas] as tarefas pareceram-me relativamente fáceis, porque eu conhecia o cesto, porque eu já vi pessoas a fazerem cestos" (EY). ALEX foi o único entrevistado a assumir não ter sentido qualquer afinidade com as tarefas. O seu contacto com a cestaria na ilha do Príncipe não foi significativo: “Vi cestos a serem utilizados. (...) agora que vi as tarefas, realmente lembro-me (...)” (EA). Ainda assim, durante a entrevista, a discussão a propósito de possibilidade da produção de cestos com a base em losango suscitou-lhe curiosidade e, no final, confessou que a experiência excedeu as expectativas iniciais, considerando que “passa-se ali um bom bocado e se calhar depois até dá para se chegar a mais coisas” (EA). A natureza da interatividade aqui descrita enquadra-se na relação do utilizador com o contexto, seja relativo à cestaria ou à matemática, e com o período temporal, nomeadamente fazendo conexões com o passado e com o presente.

De referir que a participação ativa nas tarefas propostas não implica o envolvimento emocional por parte do visitante. A este propósito, destaca-se a mencionada postura de ÍRIS, para quem a experiência cultural proporcionada se antecipou como insuficiente para o envolvimento emocional do utilizador. No entanto, a interatividade que se estabelece entre o utilizador e o mediador pode estimular o envolvimento emocional de mais públicos. É a interatividade desta natureza que será analisada de seguida.

Ambos os entrevistados no papel de professor mediador consideraram benéfica a presença do mediador para o desenvolvimento das tarefas. Para a professora YURI, essa presença é facultativa,

a menos que o utilizador não tenha tido qualquer contacto prévio com a cestaria. Por sua vez, o professor ALEX considera essa presença crucial em qualquer caso: “não sei se as pessoas se só pegarem na tarefa e lerem, mesmo que tenham os materiais, terão facilidade em completar. Acho que tem de ter sempre alguém a dar uma ajuda, a dirigir.” (EA). Aliás, todos os entrevistados reconhecem a mediação humana como enriquecedora para a experiência de potenciais utilizadores. Em particular, ÍRIS reconhece e fundamenta a adequação da presença do mediador, dada a natureza das tarefas.

INV.: (...) as tarefas estarem muito dependentes de mediação (...) é uma característica que vê como uma vantagem, ou como uma desvantagem destes recursos?

ÍRIS: Pensando na experiência como um todo, eu partilho do pressuposto que o visitante poderia optar, mas se ele optasse por fazer aquelas atividades, o mediador estaria lá (...) eu acho que o facto de ter um mediador é enriquecedor, sim, mas pela natureza da atividade, eu não vejo (...) as atividades sendo realizadas sem a presença de um mediador... (EI)

O expectável papel assumido pelo mediador é comparado, por YURI, ao papel de professor, como alguém que coordena e orienta os grupos de alunos.

INV.: Imagine que ia desenvolver uma das tarefas com um grupo de alunos. (...) qual seria o papel da YURI neste caso concreto?

YURI: (...) Seria...o papel normal dos professores, não é? Um bocadinho de explicar inicialmente, fazer a introdução, contextualização. E, depois, coordenar o trabalho com base nos guiões. Com base no que está no guião e nas tarefas, ver o que é que está a correr melhor e a correr menos bem [e] orientar [os alunos] em grupos. (EY)

ALEX destaca também a capacidade do mediador desafiar a participação ativa do público, no âmbito de visitas de estudo, e reporta-se à sua experiência de professor na ilha do Príncipe para reforçar a importância de tal, devido ao baixo nível de autonomia por parte dos alunos.

ALEX: (...) mais uma vez reportando-me à experiência que tive no Príncipe, (...) se fosse uma tarefa que estivesse numa folha lá, plastificada, junto com as tiras de caniço a sugerir-lhes que fizessem o que quer que seja, acho que a percentagem de alunos que iria tentar fazer seria diminuta. Ou têm alguém que os incentiva a pegar e a fazer, ou então é muito difícil de o fazerem. (EA)

A par das características didáticas identificadas, a componente matemática na formação de um potencial mediador da EMcEsta é questionada e reiterada por ÍRIS, baseada na sua experiência em dinâmicas de gestão de recursos humanos em espaços de educação não formal.

INV.: (...) assumindo que a facilitação do mediador (...) [está] de acordo com as indicações que estão no guião, esta poderá potenciar a experiência do utilizador?

ÍRIS: Sim, e essa foi uma das questões que eu me fiz, ao longo de toda a leitura, porque conhecendo como é feita a gestão desses ambientes, [em] que muitas vezes as pessoas que trabalham lá não têm a formação [específica] para aquilo, como é que seria veiculado esse

conhecimento matemático? Que grau de conhecimento o mediador teria, para que a atividade fosse desenvolvida? (...) E a matemática sabe que tem esses constrangimentos. Não é qualquer um que se sente à vontade. Por exemplo, agora sabendo que já existe um trilho, mas também voltado para as ciências, eu consigo perfeitamente imaginar que é uma questão de gestão de pessoas, eles vão aproveitar as mesmas pessoas que dinamizam o trilho da ciência (...). (EI)

A interação entre o utilizador e o mediador é também identificada, por ALEX, como uma possibilidade para incentivar a EMcEsta a constituir-se como um espaço de partilha.

ALEX: (...) Eu estou a imaginar isto, como disseste no início, num género de centro de ciência, como temos cá em Portugal. (...) o papel fundamental será sempre da pessoa que será responsável por esse espaço, que terá que beber da experiência que vai passando com os vários utilizadores e se encontrar, realmente, alguma coisa que acrescente valor às tarefas, à dinâmica, então aí sim tentar alterar, ou mesmo através da forma como apresenta a tarefa aos utilizadores, tentar dar-lhe mais valor. (EA)

A este propósito, ÍRIS apresenta uma possibilidade que incita uma dinâmica entre utilizadores no pós-visita. O papel assumido pelo mediador a este nível corrobora o sugerido na primeira interação. A dinamização da EMcEsta faz emergir também a literacia digital e a capacidade de gestão de dinâmicas de grupo, como características a considerar no perfil do mediador.

ÍRIS: (...) Talvez um canal interativo onde as pessoas pudessem colocar as suas experiências (...) ou associar experiências, e que isso fosse comum a todos os utilizadores. Por exemplo, pensando num turista que foi fazer o percurso e depois foi no centro da cidade e viu uma cesta e identificou um padrão que foi abordado na cestaria. Ele poderia publicar uma foto e fazer um comentário sobre aquela experiência. (...) Ou um visitante que chegou à Guiné, tirou uma foto do cesto e fez essa relação. Talvez um em que as pessoas pudessem partilhar essas experiências, principalmente, no pós[-visita], não é? (EI)

A conjugação das diferentes naturezas e níveis de interatividade presentes nas tarefas propostas fez emergir, do ponto de vista da praticidade real, que as tarefas não só podem ser utilizadas no contexto da ilha do Príncipe, como surgem apelativas para os entrevistados. Nomeadamente, DANI menciona "O que eu queria dizer (...) é que eu, ao ler as tarefas, muito incrivelmente, aprendi a fazer cestos" (ED) e destaca, igualmente, o envolvimento emocional com o contexto.

DANI: Eu lavei muito izaquente para a minha mãe e nunca tinha associado. Mesmo agora como faço matemática, conheço a proporção áurea e essas coisas todas. Mas nunca relacionei (...) nunca associei essas curvas todas [do cesto] com aquela espiral. Portanto, despertou sim, de facto, muito interesse. (ED)

Interligações entre significados matemáticos e o contexto da cestaria

No que concerne à praticidade esperada, as interações decorridas durante as entrevistas anteciparam potenciais dificuldades de interligação entre representações matemáticas e o contexto da cestaria. Uma dessas situações está relacionada com a representação da espiral. Esta curva foi identificada em elementos da natureza, por exemplo, na concha dos caracóis ou na forma da galáxia. A sua utilização no quotidiano foi considerada como algo acessível aos jovens santomenses, conforme é mencionado por ALEX "(...) jovens do Príncipe, hoje em dia, têm acesso à Internet, e as espirais são usadas, por exemplo, em alguns logos de empresa, em aplicações de telemóvel, portanto, seguramente, eles já se cruzaram com uma imagem de espiral"(EA). Foi, igualmente, relacionada com práticas familiares a estes jovens, nomeadamente a forma como o cabelo é trançado, como é salientado por DANI: "(...) espiral, mesmo em nós, no nosso cabelo (...)"(ED).

Apesar da relação intuitiva com a espiral ser evidente, o estabelecimento de conexões desta com conhecimento matemático foi algo que surgiu como artificial aos entrevistados e, em particular, não foi estabelecida qualquer relação entre conceitos matemáticos e a propriedade da espiral uniforme explorada no guião do utilizador de “À roda com os cestos”.

INV: (...) Na tarefa 1, que tipo de conhecimento é que envolve a identificação da espiral no fundo do cesto?

DANI: Sequências.

INV: Sequências?

DANI: A identificação da espiral? Sim. Eu acho que são as sequências. Nós estamos perante sequências de curvas, não é? (...) a geometria, talvez. Mas eu ia mais pelas sequências. (ED)

A artificialidade da abordagem matemática deste conceito foi corroborada por outro participante, assente no argumento de que a espiral, não sendo parte integrante do currículo matemático, não é do conhecimento do público em idade escolar.

INV.: Nestas tarefas do EMcEsta... achas que as ligações que estão ali sugeridas entre a cestaria e a matemática são artificiais? Parecem como artificiais ao utilizador? (...)

ALEX: (...) Estou-me a lembrar especialmente das espirais, dos vários tipos de espirais e de curvas. São coisas que eles normalmente não estudam em idade escolar. Pelo menos, não da forma [matemática]...(EA)

Também a operacionalização do conceito de espiral na tarefa foi questionada, devido aos procedimentos sugeridos poderem não ser bem-sucedidos, conforme alertado por LUCA: “(...) como a base do cesto não é plana, então a ideia de decalcar [poderá não ser a melhor] (...) Será que vai sair a estrutura de estrela completa?” (EL)

Por seu turno, a visualização da espiral no fundo do cesto de base em estrela (figura 72), assim como a sua representação após o decalque, continuou a revelar ser pouco intuitiva, como é elucidado no excerto da entrevista a ALEX: "mesmo assim, olhando para ele [fundo do cesto] e

não pensando depois em pintar isso, uma pessoa não consegue... eu pelo menos não consigo ver aí a espiral” (EA).



Figura 72 – Vista do interior de um cesto de base em estrela (a esquerda) e modelação do entrelaçamento do fundo do cesto por uma espiral uniforme.

Desta forma, embora a representação da espiral em contextos não matemáticos tenha sugerido, por parte dos entrevistados, alguns exemplos, o estabelecimento de relação desta com a prática de cestaria foi comedida. Ainda assim, o significado atribuído à visualização da espiral no fundo do cesto e as reflexões que daí surgiram apontam para a praticidade real da experiência das tarefas. Em particular, houve um despertar para aplicações da matemática no dia a dia, com base na identificação ou na representação de padrões no meio envolvente.

DANI: (...) eu lido com cestos há muito tempo e nunca prestei atenção nesta situação. E de repente, estou a fazer uma tarefa, e (...) vi este padrão no cesto. Não será que existem mais padrões na natureza que me rodeia? (ED)

Este questionamento converge para o desafio intelectual que se coloca na perspetiva da matemática como ciência dos padrões, “tornar o invisível, visível” (Devlin 2000a, p. 10)⁹⁵.

Outra questão que despoletou discussão foi a representação de estrela, associada ao nome do cesto: “base em estrela”. Segundo o professor DANI, o fundo do cesto poderia não sugerir uma estrela a utilizadores santomenses, referindo que “(...) olhando para o cesto não se consegue identificar a estrela” (ED). Uma imagem do fundo do cesto em causa, está representada na figura 73, abaixo.



⁹⁵ No original em Inglês *[mathematics] makes the invisible visible*.

Figura 73 – Imagem do fundo interior do cesto de base em estrela.

O potencial obstáculo à compreensão da tarefa, por parte de utilizadores santomenses, pareceu estar relacionado com a imagem conceptual de uma estrela, ainda que este professor tenha sido o único entrevistado a prever esta possível dificuldade.

INV: Vamos lá fazer aqui a experiência. [INV. mostra a base interna de um cesto em estrela junto à câmara]. (...) Quando olha aqui para o fundo do cesto, não consegue identificar uma estrela?

DANI: (...) É claro que eu consigo identificar uma estrela, porque eu conheço várias versões de estrelas. Porque a estrela em São Tomé é aquela estrela...[risos]

INV: Ah, mas isso é importante. O que é a estrela em São Tomé? É que eu posso ter, posso estar a cometer erros exatamente por causa disso. O que é uma estrela em São Tomé?

DANI: Exatamente, para nós, a noção de estrela, francamente, é aquilo que está no céu. É aquela coisa de três, de cinco pontinhos. (ED)

A estrela que o professor desenhou, a pedido da investigadora, é sugestiva de uma representação de cinco pontas (figura 74, à esquerda) e a representação de outro número de pontas (figura 74, à direita), segundo a perceção deste, poderá deixar de ser identificado como estrela pelo cidadão comum santomense.

DANI: (...) se eu fizer [mais] isto [entrevistado mostra imagem junto à câmara] e disser: isto é uma estrela. Ainda assim pessoas vão questionar: é uma estrela? Bom, parece-se com uma estrela, então é uma estrela. Mas para mim, para as pessoas, normalmente estrela é aquela primeira figura que eu fiz [referindo-se à estrela de cinco pontas]. (ED)



Figura 74 – Desenhos de estrela feito pelo professor durante a entrevista online.

A dificuldade que aqui é antecipada refere-se à transição entre uma representação concreta (aquilo que é “observável” como estrela) e uma representação de estrela com características de abstração (na qual o número de pontas é distinto, mas a estrutura mantém-se). A alteração de contexto requer a mobilização de uma estrutura abstrata, que estabeleça comunicação entre os significados atribuídos à representação em ambos os contextos. Assim, a representação matemática de estrelas poligonais regulares (figura 75) sugere uma possibilidade de estabelecer tal comunicação, permitindo a atribuição de significados distintos à estrela nos diferentes contextos, seja no céu, no

mar, no fundo do cesto, como um elemento espiritual, entre outros. O processo abstração surge assim como uma possibilidade de desenvolver competência matemática e de estimular a pluralidade de representações, uma das características desejáveis dos recursos em causa.

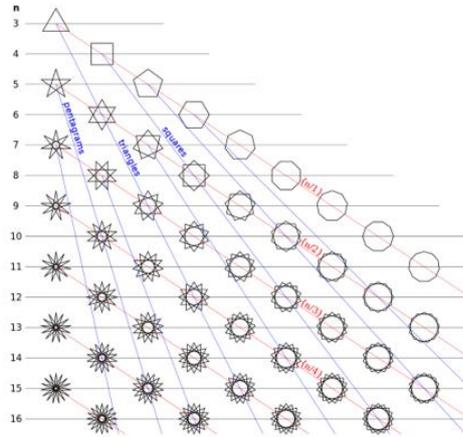


Figura 75 – Estrelas poligonais regulares (Wikimedia Commons, Perey, CC BY 3.0).

Apesar das fragilidades identificadas, a interligação entre significados matemáticos e o contexto de cestaria foi estabelecida pelos entrevistados, recorrendo, por exemplo, a processos como: contar, medir, desenhar e, de forma transversal, comunicar. Estes coincidem com quatro das seis atividades universais de Bishop. A contagem revelou-se útil para a exploração dos múltiplos de 4, ainda que a conversão do raciocínio aditivo para o raciocínio multiplicativo tenha surgido, para alguns, como artificial quando aplicada à estrutura do cesto, conforme sugerido por LUCA: “a questão dos múltiplos (...) no que toca à estrutura do cesto, é um bocado à parte” (EL). Ainda assim, o estabelecimento de relação entre múltiplos de 4 e a paridade do número de tiras da estrutura em estrela foi considerada uma evidência de como a competência matemática contribui para a eficiência da técnica de cestaria. Neste sentido, YURI argumenta “porque se [nos encontros e desencontros] fosse de outra maneira não daria tão certo. (...) Então, não tem como ser artificial, acho que essa é que é a magia”(EY). Esta abordagem é reconhecida como operacional e, nas palavras de DANI, como exequível num cenário de ensino exploratório e com recurso aos cestos.

DANI: (...) pensando assim no ensino exploratório. Para quem quisesse trabalhar com os múltiplos de 4, com base [na exploração] do cesto. Aqui nós estaríamos juntando o útil ao agradável. Portanto, estaríamos a trabalhar a matemática e a arte de cestaria. (ED)

O recurso ao desenho surgiu sobretudo associado à espiral e à planificação de um objeto tridimensional, competências geométricas requeridas para o desenvolvimento das tarefas propostas nos guiões do utilizador de “À roda com os cestos” e de “Andala, para que te quero?”, respetivamente. A medida foi associada ao conceito de estimativa do comprimento de tiras no planeamento de um cesto.

DANI: Portanto, quantas tiras eu preciso para construir? É uma pergunta que um cesteiro certamente não faz. (...) ele como já fez isso várias vezes, já tem isso estimado

mentalmente (...) certamente nas primeiras vezes que ele fez o cesto ou sobravam bansas, ou ficavam a faltar (...). Mas matematicamente nós podíamos calcular. Tendo em conta a planificação (...) [e] que uma bansa do cesto tem aproximadamente dois metros (...). Quantas bansas nós precisamos? (ED)

A propriedade de distância constante entre pontos da espiral, ao longo de uma semirreta com origem no centro, pela sua aplicação na tomada de decisão na confeção da peneira, mostrou igualmente potencial para ativar competências matemáticas na aprendizagem da matemática escolar.

LUCA: (...) quando li as tarefas, percebi que isto é um contributo para o ensino da matemática na ilha do Príncipe. Por exemplo, as tarefas exploram [a existência de uma] constante [associada à distância entre voltas das tiras] no cesto. O que é uma constante? A distância [entre as voltas do cesto], quanto maior for a distância, o que é que pode acontecer? E quanto menor for a distância? São expressões usadas na matemática. (EL)

Também a comunicação dos vários procedimentos envolvidos nestes processos exigiu a utilização de uma linguagem compreensível pelos intervenientes durante a entrevista. Em termos de praticidade esperada, o processo de comunicação poderá vir a ser enriquecido em situações cuja exploração dos recursos se desenvolva em grupo, conforme sugerido no modo de trabalho preferencial nos guiões do utilizador.

A interação e integração das mencionadas atividades universais, bem como a utilização de regularidade no contexto da confeção de cestos, relevaram potencialidade para explorar o estabelecimento de interligações entre significados matemáticos e o contexto de cestaria. Além disso, como consequência deste, foi reconhecida uma apropriação da matemática, mesmo que sem essa intencionalidade.

DANI: Nós podemos extrair da cestaria algo construído por pessoas que desconhecem esta profissão [de matemático], mas quase que sem querer elas constroem ... sequências. Fazem estruturas muito relacionadas com a matemática. (ED)

Ainda relacionado com o conceito de regularidade, a sua exploração evidenciou o quanto a sua utilização está relacionada com a eficiência da técnica de cestaria abordada no guião do utilizador “Balaio há, balaio ê”. A identificação de regularidades em estruturas axadrezadas despertou os entrevistados para a relação entre a rapidez com que a regularidade foi encontrada e a simetria dessas estruturas, como é sugerido por ALEX.

ALEX: ou aquela [tarefa] onde eu estive ali não sei quanto tempo porque estava precisamente a tentar perceber [a regularidade no guião do utilizador 3] (...) e depois cheguei à conclusão que havia uma delas que não tinha regularidade nenhuma e eu: ok, por isso é que eu não encontrava. (EA)

A partir da relação entre regularidade e técnica de cestaria, foi considerada a sensibilidade estética. Aliás, é a conjunção da técnica com a sensibilidade estética dos cesteiros que determina a

regularidade da estrutura. Na verdade, esta última influi na rapidez de confecção e na obtenção do produto final em cestaria, mais ou menos harmonioso.

A complementaridade entre dimensões científica, técnica e humanística, à luz das quais a cestaria pode ser perspectivada, é evidenciada por ÍRIS quando sugere que à discussão entre os objetos de cestaria e a beleza, seja acrescentada a fundamentação da construção do balaio. Esta recomendação destaca a relevância que a praticidade do objeto e a funcionalidade dos procedimentos assumem, a par do sentido estético.

ÍRIS: (...) se houvesse depois dessa explicação “por que é que tal acontece?”, essa mesma fala que agora explicou, que os cesteiros fazem isso porque acaba sendo mais fácil e é mais rápido de se produzir os cestos, eu acho que é uma forma de contextualizar isso com o trabalho deles.

INV.: Mas, e isso não é...

ÍRIS: Porque é que eles fazem assim? Porque é que eles chegaram a este desenho? Não é só pela beleza, é porque tem alguma funcionalidade para eles.

INV.: Pois, a questão da robustez. Ok, não é só uma questão de harmonia e beleza, aqui nas características, pode ter aqui também a questão prática. (...)

ÍRIS: Tudo que os cesteiros faziam e fazem é porque, de alguma forma, isso traz, trouxe, um resultado para o seu trabalho. (...) tudo tem algum sentido por ser feito, não é? (EI)

Contextualização da cestaria da ilha do Príncipe

As práticas de cestaria estão, segundo os entrevistados, refletidas na coleção EMcEsta. No entanto, ainda que presentes, a integração da experiência cultural contextualizada na versão B dos recursos apresentou algumas fragilidades: a artificialidade de terminologia, os procedimentos em algumas práticas de cestaria e a funcionalidade dos cestos. Assim, para não limitar a compreensão da tarefa por parte de, pelo menos, alguns dos utilizadores, essas artificialidades foram exploradas e esclarecidas em interação com os entrevistados, tendo delas emergido alternativas.

Uma questão de terminologia de linguagem esteve relacionada com o termo enlear, utilizado de forma recorrente na literatura consultada sobre o tema cestaria. Este foi substituído por entrelaçar, por ter mais significado para os entrevistados e, aparentemente, no contexto, como fica evidente na seguinte intervenção:

INV: (...) Quer dizer-me alguma palavra ou algum termo específico que ache que, eventualmente, poderia ser mudado e simplificado? (...) há bocado estava-me a falar da questão do enleamento (...)

DANI: (...) Eu sei que o enleamento são as curvas dadas [faz com a mão o gesto de circular]. É a linha formada por as curvas da bansa da palmeira, não é?

INV: (...) [enlear é] este movimento que o cesteiro faz para entrelaçar, digamos assim [INV. simula os movimentos descritos com materiais junto à câmara]. Entrelaçar é uma palavra que faz mais sentido do que enlear?

DANI: Entrelaçar faz muito mais sentido (...), [é um termo] muito mais usado. (ED)

Por outro lado, DANI mostrou-se surpreendido com a referência à palavra “caniço”, enquanto recurso natural utilizado para confecção dos cestos: "O que é que significa caniço?" (ED), tendo sido sugerida a andala da palmeira como mais adequada, conforme evidencia o seguinte excerto da entrevista a LUCA:

LUCA: Quando eu vi (...) os materiais que a tarefa propõe, (...) a bem dizer, são novidade para mim, (...) porque eu conheci algumas pessoas que faziam cestos e [sei] de onde eles tiravam os materiais, que é das andalas de palmeira, a qual se denomina de “bansa”. (EL)

Na sequência da controvérsia acerca do recurso natural utilizado na confecção dos cestos, emergiu também a sugestão de valorizar a fase de recolha e preparação deste, por ser considerada como a mais exigente do ponto de vista físico, conforme sugere o mesmo professor.

LUCA: (...) explicar [no guião do utilizador] como [o cesteiro] adquiriu o material, que é um trabalho árduo no que toca a preparar as tiras, (...) é um trabalho ainda mais pesado do que a própria confecção do cesto. (EL)

Tal situação justifica que os cesteiros preparem uma quantidade de andala estimada por defeito, "(...) o que eles [cesteiros] fazem normalmente é preparar material por defeito"(ED). Esta discussão, que teve por base a figura 76, foi uma oportunidade para comparar características de materiais e para validar procedimentos da preparação, incluindo a utilização de outros recursos materiais ao longo da confecção de cestos, como a faca ou as luvas.

LUCA: [os cesteiros] tinham que procurar aquelas unhas [tiras] que são dóceis, ou seja, que são flexíveis (...) E depois há uma vantagem [da andala] (...) A cana e o caniço, de espaçamento em espaçamento, tem um certo tipo de nó [enquanto que] a “bansa”, as unhas, não têm esse nó (...) A fotografia que tem ali [na tarefa 4], está com o material da “bansa” (...) Depois, coloca-se no sol, (...) entretanto, com uma faca bem afiada vai-se “desbastar” (...) Depois disso, eles terão que subdividir (...) só que tem que se ter cuidado porque aquilo também pica,(...) acredito que durante a preparação, o cesteiro utilize uma luva ou tem que ter muito cuidado (...). (EL)



Figura 76 - Imagem de andala incluída no guião do utilizador 4 (Versão B).

Ainda associado a práticas reais de cestaria, o processo de peneirar izaquente, que estava proposto no guião do utilizador “À roda com os cestos”, foi aprofundado e revelou ser complexo e exigente do ponto de vista logístico, visto exigir o recurso a água corrente.

LUCA: (...) o izaquente, é como se fosse uma esfera. (...) O cesto permite que qualquer processo que seja feito, os grãos continuem dentro do cesto, mas tem de ser com a água, porque a estrutura do izaquente é muito escorregadia, pegajosa (...) A correnteza da água vai fazer com que a palha vá saindo, (...) e as sementes boas vão ficar no fundo do cesto. (...). Mas tem mesmo que ser com o auxílio de água. (EL)

Além disso, a produção de cestos para lavar izaquente tem especificidades, dependendo do tipo de semente que se pretende peneirar, conforme destacado por DANI.

DANI: (...) O cesto para o izaquente era um cesto bem mais difícil de fazer. (...) É de realçar aqui que há vários tipos de izaquente. Há o izaquente mais de semente mais grossa e outro [de semente] mais pequena. Portanto, o cesteiro tem de pensar nestas (...) variantes de dimensões para não penalizar o comprador. Portanto, o que quero dizer é que o cesto (...) era especificamente para izaquente (...). (ED)

Mesmo assim, a utilização do cesto de base em estrela para a izaquente é a funcionalidade mais frequente na atualidade, como fica evidente quando LUCA menciona “Compro cestos também para utilidades do dia a dia. Eu também lavo izaquente, por isso o cesto faz parte da minha vida” (EL). Durante as entrevistas foi também clarificado que o café é peneirado no cesto de base em estrela.

LUCA: (...) quando estou a preparar o café, depois de tirar a casca principal no pilão, coloco o café dentro do cesto e com a mão vou fazendo estes movimentos [entrevistado demonstra os movimentos circulares no *kwalie*]. A palha vai saindo nestes orifícios e os grãos que são maiores, vão ficar. Depois é só dar uma escolhida final, mas fica tudo limpo. (EL)

Já o milho, segundo YURI, é peneirado no balaio: “(...) o exemplo que também fala numa das tarefas, o milho, (...) aí são dois movimentos ao mesmo tempo [no balaio]” (EY).

Outras funcionalidades do cesto, que podem projetar as utilidades do passado para o presente e futuro, foram assentes em reflexões acerca de sustentabilidade e do *design* dos cestos, as quais são convergentes com as que estão propostas nos guiões do mediador.

YURI: (...) que outro tipo de conhecimento é que pode ser útil para transformar e para as práticas de cestaria? O material do qual é feito o cesto (...) tem pouca durabilidade. Se nós conseguíssemos prolongar a vida deste material, se calhar era uma boa. O próprio *design*, o *marketing*, a publicidade, também seriam mais valias. Sobretudo na vertente das pessoas perceberem a necessidade, porque eu acho que, no fundo, é isso que o *marketing* faz, é criar a necessidade do uso (...). A questão da sustentabilidade da qual se fala muito aqui nesta tarefa [Andala, para que te quero?] e o turismo também. (EY)

Ainda referente à contextualização da cestaria na ilha do Príncipe, importa considerar a sua importância social. A política ambientalista de redução de plástico é apontada por todos os entrevistados que conhecem esta ilha e a cestaria é nela enquadrada, como uma alternativa à utilização de produtos plásticos para armazenamento e transporte de bens. Esta valorização surge como potencialmente benéfica para mobilizar a população a produzir e a utilizar este tipo de produto.

LUCA: [A ilha do] Príncipe tem estado a primar por coisas que são biológicas. E sabemos que tudo que está no cesto é bio. (...) há muita coisa que se pode fazer com cestos: para compras, para guardar, para transportar coisas. Logo aqui o cesteiro contribui para a economia e vai vender, bem como também pode-se poupar a entrada de materiais na Ilha que são perigosos para o ambiente. (EL)

Ainda neste âmbito, a sugestão de regulamentar, com políticas de sustentabilidade, as práticas de cestaria, precave o equilíbrio entre a atividade humana e a natureza, reiterada no plano estratégico para o desenvolvimento da ilha do Príncipe, Príncipe 2030.

YURY: Claro que os recursos não são ilimitados, (...) [e o eventual aumento na produção de cestos] exigiria mais matéria-prima, a qual poderia não se ter suficiente. Mas aí passaria também por uma estratégia de política de sustentabilidade. (...) Se se tira daqui, coloca-se ali. Um efeito compensação para que no final não fique só a preservação com as pessoas a perderem o seu ganha-pão como se diz. (EY)

Complementarmente, foi identificada uma inegável relevância social da cestaria que é justificada pelo papel cultural e económico que desempenha.

INV.: Qual é a importância que a cestaria tem em São Tomé e Príncipe?

DANI: É uma questão cultural (...). Talvez um bocado de economia também, porque é uma profissão que dava emprego a muita gente, está a ver? (ED)

Aliás, DANI registou uma iniciativa governamental com o intuito de resgatar esta prática.

DANI: (...) um amigo, cesteiro (...) uma vez foi convidado pelo Governo (...) para fazer a exposição das suas obras [em cestaria], (...) para promover a cultura. (...) [o que significa que] as entidades governamentais estão também preocupadas em preservar aquilo que é a cultura na cestaria. (ED)

Porém, é no turismo que esta prática encontra algum retorno para os cesteiros, como observado por ALEX.

ALEX: (...) consigo perceber que [a cestaria] tem, pelo menos, alguma importância, porque conheço algumas pessoas que foram visitar o Príncipe e que uma das coisas que trouxeram foram precisamente cestos do Príncipe. (EA)

Não obstante as dinâmicas que a cestaria possa assumir, transversalmente, os professores de matemática entrevistados consideram que, economicamente, a oferta de objetos em cestaria tem

decrecido substancialmente, o que aliás é justificado pela introdução de outros produtos que chegam ao país. Além disso, e contrariamente às percepções dos decisores políticos da primeira interação, os participantes da segunda interação consideram que o interesse que os jovens do Príncipe têm por este tema pode ser escasso. Entre as possíveis justificações está o acesso a tecnologias e o estímulo à sua utilização, bem como o desuso que este tipo de objetos tem tido na sociedade.

INV: (...) achas que a cestaria é um tema que interessa aos jovens do Príncipe?

ALEX: (...) Acho que é uma coisa que lhes passa bastante ao lado. A não ser que seja alguém cujos pais façam ou assim qualquer coisa.

INV.: E o que é que pode estar, o que é que pode estar na origem desse desinteresse, digamos assim?

ALEX: Provavelmente o não verem as funções e as utilidades que os cestos podem ter.
(EA)

Também associado a este desuso, existe uma tendência de associar esta prática ao passado e a uma geração agora idosa, reforçando o pouco significado que pode ter para os jovens da atualidade.

LUCA: (...) [na ilha do Príncipe] as pessoas têm um certo tipo de mentalidade que cestos são para as pessoas de mais idade. (...) Acham que confeccionar cestos e fazer estes trabalhos não é para jovens. (EL)

Apesar de reconhecida a necessidade de interceder junto dos jovens, no que respeita à sua relação com a cestaria, prevalece a vontade de resgate cultural aliado ao valor social, económico e ambiental para alavancar práticas de cestaria adequadas aos estilos de vida atuais.

YURI: (...) nós estamos numa lógica de diminuir a importação do plástico, então temos no cesto um material que o substitui em vários [aspetos] (...) o que eu quero dizer é que o cesto tem um valor económico, cultural e até ambiental que está a ser muito subaproveitado (...).
(EY)

Tal é preconizado, pela mesma entrevistada, à luz da implementação de uma estratégia educativa que a sustente e na qual a EMcEsta pode assumir um papel impulsionador.

YURI: De imediato seria começar com essas tarefas, porque só com essas tarefas as pessoas conseguem perceber a importância da cestaria, a mais valia que ela pode trazer. (...) Eu acho que a curto, médio e longo prazo, começando agora com os mais novos, eles mesmos vão fazendo o caminho e [será possível] darmos aqui uma volta à procura e à oferta (...).
(EY)

Neste papel, o retorno para a comunidade de cesteiros é precavido pela possibilidade dos utilizadores confeccionarem o seu cesto e adquirirem-no em troca de um valor monetário.

ALEX: (...) Aliás, isto já imaginando uma outra coisa, se calhar, se conseguíssemos pôr as pessoas que fazem as tarefas da EMcEsta a completar o seu próprio cesto e até para o levar

(...) haver alguma compensação financeira por isso, se calhar também não era uma má ideia. (EA)

No que respeita à praticidade real, as reflexões estimuladas pela exploração dos recursos EMcEsta mostraram-se frutuosas por sensibilizarem os entrevistados a alargarem o conceito de matemática a diferentes contextos. O questionamento aqui envolvido sugere que o indivíduo saiu da experiência com mais questões do que quando entrou. Em particular, a reflexão sobre a natureza da matemática, a propósito da utilização e desenvolvimento de conhecimento matemático por parte do cesteiro, propiciou que a primeira reação de um dos entrevistados tivesse sido contrariada pelo mesmo com exemplos, sem demasiada convicção, de como é que a matemática opera no contexto da cestaria.

INV: (...) O cesteiro quando está a fazer o cesto, ele desenvolve e usa conhecimento matemático?

DANI: Não. Não. Ah, sim. Desenvolve conhecimento matemático, é isto?

INV: Sim.

DANI: Bem, aí é que está. (...) é uma pergunta muito pertinente, sabe? (...) É assim, matemática para nós, em São Tomé, é vista do tipo seguinte: sabe matemática quem conhece fórmulas, quem conhece o Teorema de Pitágoras, essas coisas todas (...) Se calhar [o cesteiro] consegue, desenvolve alguma (...) competência matemática, mas infelizmente ele não consegue (...) explorá-la de outra maneira a não ser dentro do contexto da cestaria. (...) Mas na verdade, pensando bem, consegue utilizar sim, porque eles fazem cálculo mental [risos].

INV: E se calhar não é só cálculo mental. Ainda há bocadinho o DANI me estava a dizer que o cesteiro tem de saber muito bem qual é o tamanho dos espaços que tem de deixar no cesto para fazer a lavagem do izaquite (...). Portanto, isso não é aleatório. Ele [o cesteiro] já sabe que cesto vai fazer antes de o começar a confeccionar, não é?

(...)

DANI: Usa matemática, ok? Não é aquela matemática pura (...) é uma matemática à sua maneira, uma matemática artesanal. Mas não deixa de ser matemática.

INV: (...) nestes processos o cesteiro utiliza a matemática que aprendeu na escola?

DANI: Não. Eu acho que não. (...) Há também cesteiros que foram à escola, mas boa parte deles são pessoas que não estudaram. E ainda assim fazem muito bons cestos, não é? Pronto, depois de algum tempo de experiência vão desenvolvendo também outras habilidades, não é? O que quer dizer que efetivamente... é, à medida que vou falando (...) também vou tirando relações também (...). (ED)

A expectativa quanto à (re)invenção de práticas de cestaria contextualizadas na ilha do Príncipe supera o acentuado desinteresse que se faz sentir, principalmente por parte dos mais jovens, em relação a esta prática. Esta situação é sugestiva da adequação da centralidade que esta temática assume no presente estudo.

Efetividade

Sensibilidade para alargar o conceito de matemática a diferentes contextos

A potencialidade das tarefas EMcEsta despertarem nos utilizadores motivações, interesses e expectativas em relação à matemática é antecipada pelos entrevistados e refere-se ao aumento do interesse pela matemática. Para uns, esse interesse pode despoletar outros por outras ciências. A este propósito, LUCA destaca a perspetiva interdisciplinar "[na EMcEsta] há coisas que têm ligação com a matemática ou outras áreas da ciência", ideia que é reforçada por DANI no caso do público escolar "(...) aumentar o gosto dos alunos pela ciência, [consciencializar de] que a matemática está na Natureza, que a matemática está relacionada com as outras disciplinas. (...) Ganha-se isso [com a EMcEsta]" (ED).

Para outros, o eventual aumento de interesse é efémero e apenas confirma alguma predisposição para a matemática. É a perceção de ALEX que, ao enquadrar a EMcEsta numa situação pontual e isolada, conseqüente e ponderadamente, coloca em causa qualquer alteração prolongada no tempo.

ALEX: (...) Eu acho que pode também haver um interesse momentâneo. A curiosidade de ver o que é que está ali por trás, mas não sei se depois há algum tipo de continuidade (...). E se vai despertar um grande interesse pela parte matemática. Pode acontecer em casos muito específicos, gente que já tenha essa predisposição, mas no geral acho que não. (EA)

Durante as entrevistas a EMcEsta foi destacada como uma perspetiva integrada de experiências, cultural e matemática, com tarefas exploratórias e com orientações de inspiração etnomatemática. Convergente com esta perspetiva, foi sugerida a consciencialização da relevância da matemática na cestaria como um potencial impacte nos utilizadores, e nos públicos escolares em particular.

DANI: (...) Nós estamos aqui a falar da matemática, mas relacionada com a cultura. (...) Acima de tudo é isto que a matemática é, não é só números, não é só operações, também não é só papel e esferográfica. A matemática pode ser também entendida por pessoas que não vão à escola! (...) o mote desta atividade é os alunos perceberem que: olha, o cesteiro precisa da matemática para desenvolver essas habilidades. Mas ok, aprendeu aonde? (ED)

Por seu turno, YURI sugere, como potencial conseqüência impacte da EMcEsta na comunidade de cesteiros, que a consciencialização da relevância da matemática na cestaria pode contribuir para valorizar o cesto, enquanto objeto, o trabalho do cesteiro, e o praticante se sinta valorizado, evidenciando a eventual conseqüência também no desenvolvimento da confiança cultural nos cesteiros.

YURI: (...) creio que as pessoas que fazem o cesto não têm essa sensibilidade matemática. Ou podem até ter e não perceber que, efetivamente, o que estão a fazer pode ser considerado matemática e um elemento de estudo. Porque normalmente estas práticas e estas artes são transmitidas de pais para filhos, de avós para netos, e é como se estivessem a aprender uma arte, sem qualquer conhecimento, sem qualquer ciência. Então, fazermos os cesteiros perceberem que também existe ali ciência, que o que estão a praticar é uma coisa que nós

ou eles podem usar como ciência, vai valorizar mais o cesto e o próprio trabalho deles. Acho que se sentiriam mais valorizados. (EY)

A perspetiva de consciencialização da relevância da matemática na cestaria é reforçada e extrapolada para outros contextos, em articulação com as políticas e práticas da educação matemática formal. Neste âmbito, a EMcEsta emerge como uma possibilidade para contextualizar a aprendizagem.

LUCA: (...) o ensino da matemática precisa disto, de trazer algo do dia a dia, pela compreensão (...) À partida quando os alunos vão estudar matemática, [consideram que] é algo muito teórico, (...) que não tem a ver com a nossa realidade. Mas quando se percebe que, no nosso dia a dia, vemos e usamos a matemática, acho que a aprendizagem faz muito mais sentido (...) [utilizar] materiais locais para o ensino-aprendizagem é uma mais-valia, porque (...) nós usamos muitas tarefas que são importadas, e ter algo que é nosso para o ensino, é bom. (EL)

Além disso, o ensino propiciado por tarefas que integrem fenómenos científicos com a realidade local parece adequar-se ao contexto atual de São Tomé e Príncipe.

DANI: (...) o ensino, de uma forma geral em São Tomé e Príncipe, é muito concentrado na sala de aula. Portanto, está lá o professor e o aluno dentro daquelas quatro paredes e nem sempre existem atividades extraescolares. (...) [e] a EMcEsta, em particular, fornece alternativas de temas a poder ser trabalhados no ensino da matemática. (ED)

Desta forma, perspetiva-se que o desenvolvimento dos recursos EMcEsta propicie um aumento de interesse pela matemática, o qual, para ser efetivo, terá de ser consolidado com experiências afins. Verifica-se também alguma expectativa de que os potenciais utilizadores, em particular os cesteiros e os públicos escolares, desenvolvam a consciencialização da relevância da matemática em práticas e situações diversas na sociedade, a qual poderá ter consequência ao nível da confiança cultural.

Sensibilidade para perspetivar a prática cestaria à luz do entrecruzamento de dimensões culturais

A perspetiva dos utilizadores não ficarem indiferentes à EMcEsta é antecipada por YURY, que assume o potencial da experiência educacional como impulsionador para transformações futuras nas práticas de cestaria da ilha do Príncipe.

YURI: (...) quando estivermos a difundir estas tarefas e este estudo, (...), as pessoas vão começar a olhar os cestos com outros olhos e vão começar a perceber que, efetivamente, há um potencial a ser explorado. É possível, está aí e podemos usar. (EY)

A concretização dessa transformação, ao nível da preservação da cultura e da consciencialização ambiental dos santomenses, é avançada por DANI.

DANI: Ao entrelaçar as lâminas da palmeira, [o utilizador] vai sentido o valor destes materiais. (...) Enquanto nacional, só o facto de eu ver as fotografias e imaginar que podia estar aqui com a bansa da palmeira, contruindo o cesto, digo assim: mas porquê? Qual é a

necessidade de comprar uma banheira de plástico? Nós aqui em São Tomé substituímos o cesto artesanal, tradicional, pela banheira. (ED)

Relativamente a potenciais alterações na relação dos jovens com a cestaria, é sugerido um alargamento do conceito de cestaria na confluência de um conhecimento plural, incluindo o científico, conforme argumentado por YURI.

YURI: Como nós já vimos aqui, tudo é matemática. As pessoas e os alunos passariam a estar mais motivados, (...) porque eles às vezes não sabem para que é que estão a estudar. Então, aí começam a perceber que se é possível [usar matemática] num cesto, se calhar é possível noutras áreas. Se é necessário no cesto, também é necessário noutras áreas. (EY)

Também LUCA reforça a potencialidade dos recursos EMcEsta sensibilizarem os utilizadores a perspetivar a cestaria como interligação de dimensões científica, técnica, humanística, e considerando preocupações sociais.

LUCA: (...) ter essa ligação de EMcEsta com a confeção dos cestos, acredito que vai ser uma coisa nova. Vai puxar mais a atenção para um assunto que passava muito ao lado da população. E, quem sabe, pode ser algo que talvez o Príncipe está a perder. (...) se os mais antigos vão acabar por morrer, então vamos ficar sem pessoas para confecionar os cestos. Mas, se existir um modelo ou um catálogo, ligado à educação, para qualquer um que queira indagar e confecionar um cesto, acredito que é uma mais-valia. (EL)

Discussão e reformulação da versão B

A análise da informação recolhida ao longo da segunda interação permitiu identificar aspetos ao nível da validade, praticidade e efetividade, que implicaram reformular a versão B, dando origem à versão C dos mesmos recursos.

Em termos de validade, a informação da segunda interação fez questionar a integração da experiência cultural e matemática, a qual foi alvo de cuidada revisão e de pontuais reformulações. Ainda que tenham sido identificadas algumas divergências de pressupostos neste âmbito, as situações controversas foram relevadas para validação, discussão ou reflexão junto dos intervenientes da terceira interação (#3), antes de serem integradas nos guiões. No que respeita à consistência interna, a independência das tarefas foi assegurada pela reformulação da linguagem no guião do utilizador, visto que a informação em causa não estabelecia qualquer pré-requisito.

Quanto a praticidade, a reformulação da linguagem, conforme recomendação oriunda da primeira interação, parece ter resultado no guião do utilizador. Porém, a análise das entrevistas continuou a apontar para a simplificação e clarificação dos guiões do mediador, quer do ponto de vista da estrutura, quer da abordagem matemática, assim como da informação visual. A relação entre a descrição da técnica axadrezada e os múltiplos de 4, mereceu, em particular, uma cuidada revisão em ambos os guiões de “Encontros e desencontros”. Outros aspetos como, por exemplo, o tempo estimado ou a possibilidade de tornar facultativos os propósitos das tarefas foram sugestões integradas nos instrumentos para recolha de dados, para discussão e validação na #3.

De acordo com a recomendação de aumentar a intensidade de interatividade *hands-on* em “Balaio há, balaio ê”, adaptaram-se os recursos materiais disponibilizados, nomeadamente incluíram-se estruturas axadrezadas, correspondentes aos esquemas visuais que constam no guião do utilizador. Esta alteração implicou também com a troca da ordem de dois desafios, no sentido do utilizador iniciar a tarefa com a análise das estruturas axadrezadas manipuláveis, utilizando a sensibilidade tátil, mas privado do sentido de visão, isto é, de olhos fechados.

No que respeita à potencial interligação de significados no contexto da cestaria, optou-se por se alterar a linguagem para clarificar o guião do utilizador de “À roda com o cesto” e, no respetivo guião do mediador, foi acrescentada uma secção com informação para uma possível discussão com utilizadores que revelem a dificuldade de transição entre a representação concreta e abstrata de estrela e espiral. A análise de informação acerca da interligação entre regularidades, técnica de cestaria e estética do produto final tornou também evidente a mais-valia de acrescentar informação escrita e gráfica no guião do utilizador de “Balaio há, balaio ê”.

Quanto à contextualização da cestaria da ilha do Príncipe, a palavra caniço mostrou não ser adequada. Em alternativa, andala, bansa e unha de palmeira surgiram como terminologia relacionada com cestaria, cujo significado careceu de ser confirmado na interação seguinte (#3) e junto do cesteiro. Da mesma forma, a palavra entrelaçar revelou ser mais significativa no contexto da cestaria da ilha do Príncipe do que a palavra enlear. A exigência de recolha e preparação da andala mostrou também ser uma fase do processo que merecia ser valorizada, pelo que os guiões de “Andala, para que te quero?” foram reformulados nesse sentido. No que respeita à exploração da funcionalidade do cesto, peneirar ou lavar izaquente revelou-se muito desafiante em termos de recursos materiais. Também veio a confirmar-se que o milho é peneirado no balaio e não no cesto de base em estrela, como sugerido no guião do utilizador de “À roda com os cestos”. Optou-se, por isso, por adaptar o texto e substituir a proposta de tarefa de forma a abranger outro tipo de sementes, nomeadamente as sementes de café, com base na utilidade dos cestos identificada por diferentes professores entrevistados.

Em termos de efetividade esperada, verificou-se uma tendência para reconhecer na EMcEsta potencial no sentido de sensibilizar os seus utilizadores para a matemática em contextos distintos, bem como para despertar uma perspetiva de cestaria à luz do conhecimento plural.

Dado o enfoque da #3 ser a efetividade, a informação analisada durante a #2 neste objeto constituiu num ponto de referência para a elaboração dos guiões dos grupos focais e entrevista na interação seguinte.

#3 | Primeiras reações à EMcEsta

Propósito

A efetividade esperada dos recursos EMcEsta foi o foco da terceira interação (#3). Aqui foram também analisados aspetos relativos à praticidade real, emergentes das reações dos participantes.

Critérios e seleção dos participantes

Participaram nesta interação sete indivíduos, seis dos quais como potenciais utilizadores da EMcEsta e uma académica, especialista em educação não formal e com conhecimento sobre os Trilhos de Ciência da ilha do Príncipe.

Potenciais utilizadores

Com o principal objetivo de selecionar participantes com perfil de potenciais utilizadores da EMcEsta, foi elaborado um inquérito por questionário (Anexo B3). Pretendeu-se aproximar os participantes de uma situação de procura da EMcEsta por livre iniciativa (*free choice*) e, consequentemente, baseada em alguma predisposição para a mesma, colocando-os numa situação, tão próxima quanto possível, da experienciarem a coleção. Foram, por isso, definidos como objetivos da sua administração: identificar nos inquiridos i) predisposição para a matemática e ii) predisposição para a cestaria, a partir de informações acerca do interesse, motivações, expectativas e convicções manifestadas. Além disso, iii) foram indagadas vivências dos inquiridos em contextos de ciência não formais e iv) averiguada a disponibilidade para explorarem os recursos EMcEsta. Foram administrados vinte e oito inquéritos por questionários, respondidos voluntária e não anonimamente, a residentes na ilha do Príncipe que se mostraram disponíveis para a sua leitura autónoma e preenchimento. No processo de seleção, sem qualquer pretensão de representatividade do público-alvo, optou-se por ter em consideração características que refletissem a diversidade de audiências a quem a EMcEsta se dirige. Assim, definiram-se duas etapas a partir da análise dos questionários preenchidos. A saber:

Etapas 1: Exclusão dos inquiridos que não revelaram recetividade à participação voluntária na EMcEsta (questão 7).

Etapas 2: Seleção de seis participantes com predisposição para a cestaria e com predisposição para a matemática, distribuídos em dois grupos, consoante a prevalência de disposição. Esta etapa foi concretizada nas seguintes subetapas:

- i) Identificação dos inquiridos com contacto com a cestaria (questões 1.3 e 1.4).
- ii) Identificação dos inquiridos que manifestam predisposição para a cestaria (questão 2).
- iii) Identificação dos inquiridos com contacto com a matemática (questão 3).
- iv) Identificação dos inquiridos que manifestam predisposição para a matemática (questão 4).

Utilizaram-se, complementarmente, os seguintes critérios:

- i) Existir participantes sentindo-se principenses e outros não principenses (questão 1.2).
- ii) Existir em ambos os grupos representação de participantes entre os 10 e 19 anos, dado que a proporção desta faixa etária na população residente na ilha do Príncipe ronda os 25% (INE, 2015) e a EMcEsta estar também direcionada para visitas de estudo (questão idade).
- iii) Garantir uma representação equitativa de género entre os participantes.
- iv) Diversificar o espectro de idades (questão idade).
- v) Valorizar a participação em atividades de educação científica em contexto não formal, em particular nos Trilhos de Ciência da ilha do Príncipe (questão 5, em particular 5.1.1).

Referente à etapa 1, foram excluídos quatro inquiridos que não se mostraram recetivos à participação na EMcEsta de forma livre e voluntária.

Dos restantes vinte e quatro inquiridos, nove revelaram ter tido contacto com cestaria. Entre estes, sete manifestaram-se predispostos para a cestaria e para a matemática e, por isso, potenciais participantes. O único inquirido que revelou ter confeccionado cestos foi selecionado. Procedeu-se posteriormente à identificação de perfis semelhantes e foram aplicados os critérios supramencionados. Daqui resultou a seleção de cinco participantes, dois do género masculino e três do género feminino. Entre eles, há dois em idade escolar e dois que não se sentem principenses.

Entre os quinze inquiridos que assumiram não terem contactado com a cestaria, selecionou-se um participante, satisfazendo, cumulativamente, os critérios: predisposição para a cestaria e para a matemática, não estar em idade escolar, ser género masculino e ter participado no Trilho de Ciência. Assim, foi selecionado um grupo de seis participantes predispostos para aprender sobre cestaria e matemática, com um espectro etário alargado, com jovens em idade escolar e com igualdade de género. A síntese dos perfis figura no quadro 23. A sombreado está destacada a prevalência de predisposição, no sentido de distribuir os participantes em dois grupos focais.

Quadro 23– Perfil dos potenciais utilizadores participantes na terceira interação, por grupo focal.

Participante	Predisposição para a cestaria	Predisposição para a matemática	Outras caraterísticas
Membros do Grupo Focal 1			
KIRA	Contacto com confeção de cestos. Interessada em voltar a experienciar a cestaria.	Muito interessada em saber mais sobre matemática. Não associa a matemática a dificuldade, à existência de solução única e à aprendizagem escolar, exclusivamente.	Feminino. 25 anos.
MAIKE	Contacto com cestaria. Interessado em experienciar a cestaria.	Muito interessado em saber mais sobre matemática. Questiona a aprendizagem matemática ser feita exclusivamente na escola.	Masculino. 39 anos.
SASHA	Contacto com cestaria. Interessada em experienciar a cestaria. Não associa a confeção de cestos a algo difícil.	Interessada em aprender mais sobre matemática. Não associa a matemática a algo difícil nem a uma solução única.	Feminino. 15 anos. Idade escolar. Não se sente principense.
Membros do Grupo Focal 2			
RENÉ	Confeção de cestos desperta-lhe interesse.	Interessado em saber mais sobre matemática, associada a uma visão escolar, difícil e de problemas de solução única.	Masculino. 33 anos. Participou nos trilhos de ciência da ilha do Príncipe.
ELIS	Contacto com cestaria. Interessada em experienciar a cestaria.	Disponível para saber mais sobre matemática, associada a uma visão de aprendizagem da matemática fora da escola.	Feminino. 40 anos. Não se sente principense.

			Estudou matemática até ao ensino superior. Participou nos trilhos de ciência da ilha do Príncipe.
JUCA	Contacto com cestaria. Confeção de cestos desperta-lhe interesse.	Interessado em aprender mais sobre matemática. Não associa os problemas de matemática a uma solução única.	Masculino. 16 anos. Idade escolar.

Especialista em Educação Não Formal

Foi selecionada uma académica de uma universidade pública portuguesa, especialista na área da educação não formal, com conhecimento em trilhos de ciência. A escolha deste perfil visou obter informação sobre perceções da entrevistada relativamente à praticidade e efetividade esperada da coleção EMcEsta, confrontando aspetos teóricos e práticos da abordagem educativa em contexto não formal, bem como da experimentação de trilhos de ciência no contexto da ilha do Príncipe.

Processo de avaliação

Nesta interação, a versão C dos recursos foi explorada em dois grupos focais, cada um com três potenciais utilizadores. Os grupos focais foram conduzidos online com mediação da investigadora. Os participantes de cada grupo focal partilharam o mesmo espaço físico na ilha do Príncipe, tendo acesso aos guiões do utilizador e aos recursos materiais necessários ao desenvolvimento das tarefas propostas. Reforça-se que as condições em que os grupos focais não correspondem às normais da utilização dos recursos EMcEsta, nomeadamente os recursos foram explorados dentro de uma casa e não nos locais das estações do trilho e a mediação desenvolveu-se a distância.

Já na posse da informação recolhida nos grupos focais, a terceira interação culminou com a entrevista a uma especialista da academia, a qual teve acesso prévio à mesma versão da coleção. No que respeita à efetividade, a exploração dos recursos EMcEsta foi alvo de análise apenas do ponto de vista da efetividade esperada, visto que a não implementação da intervenção na sua versão final inviabilizou a obtenção de informação em termos de efetividade real.

Análise da exploração dos recursos EMcEsta

Validade

Ainda que a validade não constituísse um foco desta interação, a emergência de informação considerada relevante para a reflexão e eventual reformulação da EMcEsta, durante a entrevista com a especialista da academia, justifica que esta tenha sido assumida como objeto de estudo.

Relevância

A visão de educação científica adotada neste estudo parece estar refletida na EMcEsta, segundo as características identificadas pela entrevistada especialista nesta área, nomeadamente a perspetiva interdisciplinar, a conjugação de diferentes dimensões de competência e a educação ao longo da vida.

NAIR: (...) o tema [cestaria] é muito interessante, é muito pertinente, é atual e integra diferentes áreas do saber. Diferentes conhecimentos, diferentes capacidades e atitudes e valores que são fundamentais para o desenvolvimento integral do cidadão, esteja ele a nível no seu percurso escolar, quer não esteja, porque somos sempre aprendizes ao longo de toda a nossa vida, e eu acho que é uma grande realidade destes, destes recursos. (EN)⁹⁶

A integração adequada e equilibrada de conhecimentos, capacidades, atitudes e valores promotores do desenvolvimento de educação científica é igualmente sugerida por NAIR.

NAIR: (...) tem aqui, repare, parte de conhecimento, que está aí claro. Tem parte de capacidades que são mobilizadas, também estão muito identificadas, até quando elencou os propósitos, não é? A capacidade de comunicar, de visualizar... E depois a questão das atitudes e valores, não é? Do gosto e do respeito pela ciência, do apreciar o conhecimento científico, a beleza do conhecimento científico. Eu penso que isso está muito bem conseguido. (EN)

Por sua vez, a presença da componente cultural e da componente matemática é identificada em qualquer das tarefas, ainda que a entrevistada sugira a integração da segunda na primeira, “(...) em todas elas [tarefas] conseguimos ver a parte cultural, a parte da componente de matemática. Embora eu veja aqui a matemática como fazendo parte da cultura” (EN). Esta visão de ciência como parte da cultura justifica que, quando questionada acerca da articulação entre estas componentes, argumente a favor da integração de ambas e reconheça que a sobrevalorização de uma em relação a outra será uma adaptação de exploração ao público-alvo, em cada momento.

INV: (...) Considera que existe um equilíbrio entre as componentes de experiência cultural e experiência matemática propostas nas tarefas?

NAIR: Bem, (...) essas três dimensões era algo que eu gostaria de refletir consigo, porque eu acho que elas se entrecruzam de tal forma que é difícil separá-las e, aliás, quando apresentou os propósitos divididos por essas três dimensões, eu tenho algumas dúvidas se tem vantagens em fazer essa divisão assim tão explícita. (...) Aliás, no documento orientador parece-me que é mais feliz aquela representação [circular] do que depois fazer um assumir de espartilhamento de propósitos, por cada uma delas. Elas estão muito inter cruzadas. Agora, parece-me que em termos das propostas que há algum equilíbrio, sim, dependendo depois da abordagem que se fizer. (...) não há uma única resposta, porque vai depender e, aliás, no guião do mediador também deixa isso claro, do tipo de abordagem

⁹⁶ EN significa Entrevista à académica NAIR.

que nós fizermos. Porque se fizermos uma abordagem mais aprofundada, se calhar vamos conseguir aí que a proporção da matemática se eleve mais. (...) Se fizermos uma abordagem mais superficial, se calhar fica, ficamos mais pelo nível cultural e experiencial em si, não é? (EN)

Ainda no que respeita à adequação a segmentos de públicos distintos, NAIR destaca como a integração entre fenómenos científicos e a realidade local propiciada pela EMcEsta pode ser estimulante, quer para públicos conhecedores da realidade local, quer para os visitantes.

NAIR: (...) estas duas perspetivas que é do visitante, enquanto visitante local, em que se vai identificar com aqueles desafios, com aqueles objetos, porque faz parte da sua cultura e, portanto, vai aprender sobre ciência, neste caso, em particular mais sobre matemática, mas é sobre a matemática na sociedade, sobre o mundo de objetos que o rodeia, mas de uma forma natural, que faz parte da sua cultura. E, portanto, é uma forma de envolver emocionalmente (...) que é muito importante para a parte da aprendizagem. (...) Depois para os outros visitantes, que porventura não conhecem aquela realidade. Para além de tudo o que o visitante local tem, estes desafios de podermos perceber como é que a matemática está ali e podemos conhecer alguns objetos de uma determinada cultura, permite-nos realmente estarmos imbuídos naquele local que estamos a visitar e permiti-lo conhecer de outra maneira. Eu acho que isso é muito, muito importante, que é: para além da aprendizagem matemática eu aprender sobre aquele local que estou a visitar. (EN)

Consistência interna

A análise da estrutura, a sequencialidade das tarefas e explorações propostas faz emergir a EMcEsta como um conjunto articulado de recursos, reforçando a existência do fio condutor já identificado por participantes na segunda interação.

NAIR: (...) há uma sequência que é muito clara pelo grau de dificuldade, mas também há uma sequência de interligação entre o próprio tema da tarefa. (...) estamos a trabalhar um determinado tipo de cesto e depois continuamos nesse, mas com um outro nível de complexidade. E eu penso que isso está muito bem pensado. (...) percebe-se que é um conjunto articulado, que não é um conjunto de recursos avulso que tem um chapéu interessante como tema. (EN)

Praticidade

Apresentação e informação dos guiões

Em termos de praticidade real, a leitura dos guiões foi reconhecida como fácil, o que corrobora a praticidade esperada manifestada pelos participantes da segunda interação. No entanto, a prática de mediação pode ter camuflado essa dificuldade, como alertado por participantes do segundo grupo focal.

INV.: (...) quando olharam para os enunciados acham que a linguagem que está é acessível, é de fácil leitura ou têm outras sugestões? (...) Menino que aprendeu a ler há menos tempo e que é mais novo, acha que as tarefas são de fácil leitura, ou não?

JUCA: Sim.

INV.: (...) Não sentiu necessidade de ler novamente? Aliás, a minha pergunta tem de ser um bocado ao contrário que é, teve que ler as perguntas ou acabou por não ler porque outras pessoas acabaram por fazer essa parte por si, porque estávamos a trabalhar em grupo?

ELIS: Eu acho que facilitou também o ser mediado. O facto de ter uma pessoa a mediar e a explicar algumas coisas também acabou por facilitar todo o processo. (GF2)⁹⁷

A informação incluída nos guiões do mediador foi considerada por NAIR como completa e didática, ainda que a simplificação de expressões pudesse melhorar a sua compreensão “alguma terminologia mais técnica, que obriga a ter alguma escolaridade (...) tem que se ter algum conhecimento, mesmo a nível matemático, para se entender algumas coisas” (EN). Além disso, esta entrevistada evidenciou a previsão de diferentes níveis de exploração pelo mediador, o que sugere que existiu uma melhoria na explicitação desta referência nos guiões relativamente à segunda interação.

NAIR: [se houver mediador] Ali tem informação toda que é necessária, e não só a nível de conhecimento de (...) conteúdo disciplinar, mas também tem muitas orientações e dicas de conhecimento didático. É isso que está lá previsto para várias situações. (EN)

A praticidade real veio confirmar a necessidade de reflexão acerca do tempo estimado, alertada na segunda interação. O tempo despendido para explorar qualquer dos guiões do utilizador foi ligeiramente superior ao indicado no guião, ainda que, novamente, as condições em que tal decorreu não tenham sido as ideais. Confrontada com a praticidade real, as recomendações da interação anterior e as recomendações da literatura, NAIR apontou a estratégia do tempo estimado ser apresentado em forma de intervalo para, deste forma, ser mais inclusivo do ponto de vista de ritmos de experienciação e de organização de grupos por parte dos públicos.

INV: (...) [As tarefas] estão a ser pensadas para serem adaptadas ao formato de Trilho. (...) Há alguma literatura que recomenda que estes trilhos não demorem mais que 2:00h, incluindo as tarefas e o próprio percurso. (...) [Além disso,] notei que os professores de matemática mostraram alguma preocupação (...) [porque] achavam que talvez os utilizadores precisassem de mais tempo do que aquele que está indicado. Considera que estas tarefas EMcEsta deveriam ser reformuladas [neste aspeto] (...)?

NAIR: Bem, eu penso que aqui há muitas variáveis em jogo. Primeiro, o que eu recomendaria era não indicar uma estimativa do tempo, mas um intervalo de tempo. Acho que é mais realista haver a recomendação no intervalo de tempo, porque isto tem muito a ver com o tipo de público-alvo.

⁹⁷ GF2 significa segundo Grupo Focal.

INV: Claro.

NAIR: Tem muito a ver com a forma como os próprios recursos que vão ser utilizados na atividade estão preparados, ou não. E também tem a ver com outro fator, tem a ver com a organização de grupos. (EN)

Natureza e níveis de interatividade

O acesso aos recursos materiais, indicados no guião do utilizador, foi identificado como promotor de interatividade *hands-on*.

INV.: (...) vocês tiveram necessidade de meter as mãos na massa, de experimentar (...) os materiais que tinham disponíveis para responder às tarefas ou conseguiram responder às tarefas sem ter os materiais disponíveis?

MAIKE: A verdade é que sim. Sente-se necessidade, sim. (GF1)⁹⁸

Neste âmbito, tal como na segunda interação, a visão e o tato foram os sentidos referidos de forma imediata. A audição foi associada à comunicação com a investigadora, ainda que o formato a distância tenha sido identificado como uma limitação do envolvimento sensorial dos participantes.

INV.: (...) A parte do tato, da visão, da audição, do paladar, do olfato, os cinco sentidos, o que é que acham que tiveram de utilizar para desenvolver estas tarefas?

JUCA: Três sentidos.

INV.: Quais são?

JUCA: A visão...

[RENÉ gesticula apontando para olhos, ouvidos, ...]

INV.: RENÉ, pode responder (...) vamos conversando normalmente... Visão?

RENÉ: Sendo que é uma coisa que estamos, neste momento, falando (...) à distância, quer dizer que o paladar e o cheiro não são assim muito [adequados]. Mas acho que a visão, o tato e a audição, estão sempre na base para este desenvolvimento. (GF2)

A limitação do envolvimento sensorial e emocional dos participantes nas tarefas, perante as condições de experimentadas, era, porém um constrangimento previsível. Tal foi reforçado por NAIR, “O facto de estar à distância, é lógico, aí também teve condicionamentos e isso também joga na dimensão afetiva, porque todo o nosso entusiasmo é totalmente diferente presencialmente, totalmente diferente no sentido do sentir” (EN). Esta entrevistada salienta ao nível da praticidade esperada, aquilo que RENÉ manifesta em termos de praticidade real.

NAIR: [é] totalmente diferente fazer isso, eu sei que teve de ser numa casa, do que no contexto real (...). Tem essa parte emocional, da ligação ao próprio contexto, (...) tem muito a ver com os sentidos em geral. É a audição, são os sons, são os cheiros que nos ficam, é aquilo que vimos, é aquilo que até o nosso paladar consegue perceber dos

⁹⁸ GF1 significa primeiro Grupo Focal.

materiais. Portanto, há aqui uma série de fatores, que devido a esta pandemia não podem ser no local e que também me parece que terão aí influência. (EN)

Em ambos os grupos focais, a presença do mediador foi entendida como benéfica. Um dos participantes do primeiro grupo focal acrescentou que a não existência dessa figura pode, inclusive, representar a subutilização dos recursos naturais disponibilizados: “(...) se é para dar o material a alguém, para ser autónomo, há muita gente que não sabe fazer. Eu acho que o material vai ser desperdiçado” (GF1). Foi ainda sugerido a formação de jovens em idade escolar na área da cestaria, para posteriormente, eles poderem assumir o papel de mediadores.

MAIKE: (...) acho que podia haver alguém focado [em] dar mais conhecimento aos miúdos. Ensinar como fazer. Se houver uma média de dez que já sabem fazer, quando os turistas passam lá, mesmo que não esteja o responsável, está alguém disponível para responder. (GF1)

Esta sugestão vai ao encontro do mencionado por NAIR, para quem a estratégia de envolver os jovens, entre 15 e 18 anos, como monitores se tem mostrado eficiente, em Portugal, para ultrapassar a dificuldade de trazer visitantes desta faixa etária a espaços de educação não formal. Além disso, a coadjuvação de mediadores é igualmente sugerida, potenciando o papel dos cesteiros nestes pares.

NAIR: (...) principalmente a partir dos 15 anos e até ao final do 12º ano, nós não conseguimos trazer os jovens como visitantes, conseguimos trazê-los, muitas vezes, como monitores voluntários (...) a estratégia teve de se reverter. (...) Penso que [os cesteiros] poderão vir a ser potenciais mediadores, depende, ou, pelo menos, de forma coadjuvada, acho que podia ser muito interessante terem aí pares coadjuvados, (...) um par de um cesteiro e outro com outro perfil, que não tem que ser necessariamente matemático mas que tenha conhecimentos de matemática e outros, e didáticos, porque se não tiver um conhecimento didático, também se vai perder tudo. (EN)

Quanto à interatividade entre o utilizador e o mediador, NAIR refere, à semelhança de ÍRIS na segunda interação, que a presença do mesmo está relacionada com a natureza da tarefa, mas salvaguarda que essa necessidade vem acompanhada de uma ação que não se coaduna com uma postura expositiva. A entrevistada sugere ainda ponderar a utilização, naquele contexto, de recursos digitais como possível estratégia para aceder a informação por mediação não humana, por exemplo, gravações áudio códigos QR.

NAIR: (...) se for um mediador muito transmissivo (...) claro que aí, nem vejo vantagens [na presença], muito pelo contrário, não é? Mas partindo do pressuposto que é um mediador com uma boa formação, quer conhecimento de conteúdo, quer disciplinar, quer didático, vejo como uma vantagem, face à natureza deste tipo de tarefas. Porque nós temos que pensar, que quando temos uma experiência de educação não formal, há tarefas de diferentes naturezas, e que a existência, ou não, do mediador justifica-se pela própria natureza da tarefa. Com os propósitos que aqui são apresentados, parece-me mais adequado a existência

do mediador, principalmente se querem atingir o nível mais complexo, ou mais completo dos propósitos que aqui são apresentados. (...) eu acho que isto era muito importante, para a parte do turista (...) alguma coisa digital também, que eu possa ter acesso com o telemóvel ou através de *QR code* (...) podia ser interessante, até por causa das traduções simultâneas que existem, (...) ter algum elemento áudio também que ajude, no próprio local, quase como aquelas áudio-visitas quando vamos a museus, não é? (...). (EN)

Na definição do papel do mediador, as indicações que emergem da entrevista de NAIR são explícitas, relativamente à componente disciplinar e didática da formação específica para monitores em contextos de educação não formal, bem como à articulação com o conhecimento curricular da educação formal. A formação está aliada a um perfil do mediador desejável, conforme características já avançadas por participantes das interações anteriores. Contudo, a essas é acrescentada a perspicácia para perceber o perfil dos públicos em cada momento e, de acordo com isso, personalizar a abordagem e gerir a sua presença.

NAIR: [o mediador] Precisa ter conhecimento, como eu dizia, do conteúdo disciplinar, mas um conhecimento do conteúdo didático e em particular no que diz respeito ao ensino da matemática, das ciências em contextos não formais, que é diferente do formal, portanto tem de haver aí uma formação específica. É importante que eles conheçam, claro que o currículo, por causa desta inter-relação que vão fazer depois também com, em casos de visitas de estudo...

INV.: Em visitas estudo, claro.

NAIR: Mas também saber que isto não é uma aula, que isto não é escola, que isto é outra linguagem, que temos aqui outras dimensões, porque se não também compromete a experiência. (...) Agora, eu penso que havendo um mediador bem formado, entusiasta, que tem aqui bastantes vantagens e não é só ser entusiasta é saber...

INV: Adaptar-se ao público, não é?

NAIR: Exato, e saber o seu tempo, saber dar espaço quando tem de dar espaço e saber estar lá, quando é preciso estar lá. Lançar as questões interessantes, estar como observador e ver quando é que necessita da interação. Portanto não é estar sempre ali necessariamente, só se o público assim o exigir, mas o poder fazer esta negociação, acho que aí pode ser uma boa vantagem. E perceber que, a dado ponto, se virmos que as pessoas preferem estar a trabalhar, a fazer a exploração de forma autónoma, saber deixar ir. (EN)

Interligações entre significados matemáticos e o contexto da cestaria

A identificação da estrutura de base em estrela não revelou ser uma dificuldade ao longo da experiência, tendo os participantes do segundo grupo focal optado pela sua reprodução para melhor visualizarem a espiral (figura 77).



Figura 77– Participantes do GF2 a entrelaçarem uma tira na estrutura em estrela em “À roda com os cestos”.

A proposta de sobrepor a curva da espiral foi algo que revelou ser eficaz para despertar diferentes graus de dificuldade associados ao desenho da espiral com uma ou outra mão (figura 78). Este procedimento, comum à técnica de cestaria e a uma técnica de diagnóstico na medicina, despertou curiosidade nos participantes, como foi exteriorizado por MAIKE: “A pergunta que eu gostaria de fazer é: como é que descobriram que uma construção de cestaria, também tem impacto na medicina?” (GF1).

Experimente também ... sobrepor o traçado desta curva segurando na mão o marcador.
Tente agora com o marcador na outra mão.

Tremeu?

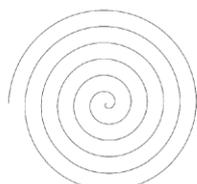


Figura 4 – Espiral uniforme. © Joana Latas.

Val precisar de:
Folha com a curva
desenhada.
Marcador.

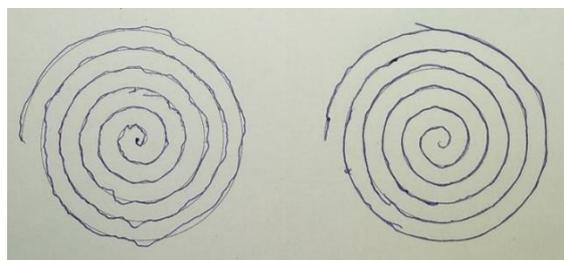


Figura 78 – Excerto do guião do utilizador de “À roda com os cestos” e espiral desenhada por um participante do GF1.

Desta forma, a interligação dos significados de estrela e de espiral no contexto da cestaria aponta para a utilidade e adequação desta exploração incluída nos recursos EMcEsta. O mesmo não se verificou com o esquema do método de base em estrela, no guião do utilizador de “Encontros e desencontros”, que, à semelhança das interações anteriores, continuou a revelar fragilidade. Tal foi assinalado por um participante do primeiro grupo focal, quando questionado acerca da necessidade sentida em ler a informação mais do que uma vez para perceber o que lhe era solicitado “Aquela parte de [KIRA procura a informação nas folhas das tarefas]. Esta parte aqui [mostra a tarefa junto à câmara com o esquema da decomposição dos movimentos da técnica de cestaria]” (GF1). Na sequência desta falta de clareza, a abordagem dos múltiplos de quatro surgiu como artificial para uns, ainda que para outros o conceito esteja associado ao passo do entrecruzamento. Na prática, a

técnica foi experimentada num cesto já iniciado que os participantes tinham ao seu dispor (figura 79).

INV.: Outra coisa que falámos aqui e que eu gostava de vos ouvir falar um bocadinho sobre isso que é: a tabuada do 4. SASHA, a tabuada do 4 aprendeu-a na escola, não foi?

SASHA: Sim.

INV.: E acha que esse conhecimento da tabuada do 4 lhe foi útil para desenvolver estas tarefas EMcEsta?

SASHA: Sim.

INV.: No quê, em particular? Consegue dar-me um exemplo?

SASHA: Não consigo.

INV.: (...) o MAIKE e a KIRA conseguem ajudar aqui um bocadinho a SASHA nesta questão da tabuada do 4, onde é que ela pode ser útil para confeccionar cestos?

MAIKE: Na base do cesto.

INV.: No quê em particular? Diga-me em que processo.

MAIKE: (...) No momento que estamos a organizar a base do cesto, com a base da estrela.

(...) Quando organizamos quatro, dois a dois. (...) para saber quantas voltas vai dar... (GF1)



Figura 79 – Participante do GF2 a entrelaçarem uma tira num cesto de base em estrela já iniciado em “Encontros e desencontros”.

Além da contagem presente nos múltiplos de quatro, este processo foi também utilizado para estimar a quantidade de tiras de andala para a confeção do cesto.

INV.: (...) vocês acham que o cesteiro desenvolve ou usa conhecimento matemático?

RENÉ: Claro, se não, não conseguia fazer o cesto.

INV.: Consegue-me dar um ou outro exemplo do que é que ele não conseguiria fazer se não utilizasse conhecimento matemático? (...)

RENÉ: De acordo com os tamanhos dos cestos, saber qual é a quantidade das tiras que são utilizadas para fazer um cesto, grande ou pequeno. Dependendo do tamanho, eles têm de

contabilizar bem as tiras. E mesmo para fazer a base, têm de saber que [os movimentos com] as bansas: em cima/em baixo, dentro/fora, é matemática. (GF2)

Uma outra atividade, medir, emergiu associada à noção de distância constante entre voltas da espiral na confeção da peneira.

INV: (...) nestas voltas [INV. aponta para o entrelaçamento em espiral], se não mantivermos sempre a mesma distância, o que é que vai acontecer?

MAIKE: Há buracos que ficam maiores e outros que ficam menores.

KIRA: E cesto fica menos apertado.

INV.: E continua a poder servir como peneira?

MAIKE e KIRA: Não.

INV.: Para servir como peneira o que é que tem, efetivamente, de acontecer?

KIRA: As distâncias têm de ser as mesmas. (GF1)

Em síntese, os significados de espiral, os múltiplos de 4 e a distância são exemplos de conceitos matemáticos que foram interligados com práticas de cestaria, recorrendo a atividades universais de Bishop: desenhar, contar e medir, respetivamente.

Na tarefa de “Balaio há, balaio ê”, a manipulação de estruturas e a reprodução da técnica de entrecruzamento pode, conforme sugerido na segunda interação, ter representado um acréscimo de significado e de familiarização com a técnica e, conseqüentemente, ter facilitado o processo de abstração para identificar a regularidade no esquema em papel. A regularidade do passo na técnica axadrezada e a direção da tira destacada na estrutura revelaram ser variáveis que influenciam a identificação do passo por parte dos participantes (figura 80 e 81). A consciencialização desta dificuldade contribui para que os utilizadores atribuam significado à preferência por passos regulares na confeção de cestos e, por isso, interliguem as dimensões técnica e científica da cestaria.

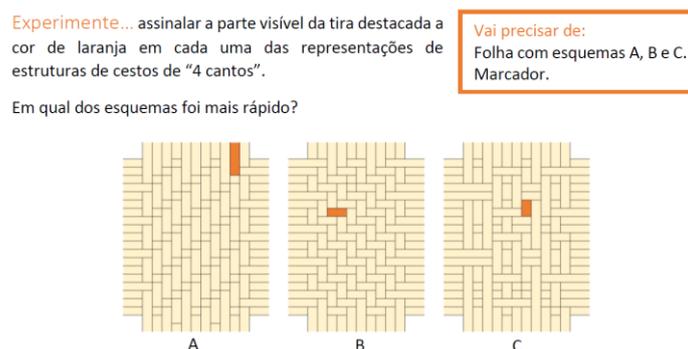


Figura 2- Representações de bases de cestos de “4 cantos”. © Joana Latas.

Figura 80 – Excerto do guião do utilizador de “Balaio há, balaio ê” (Versão C).

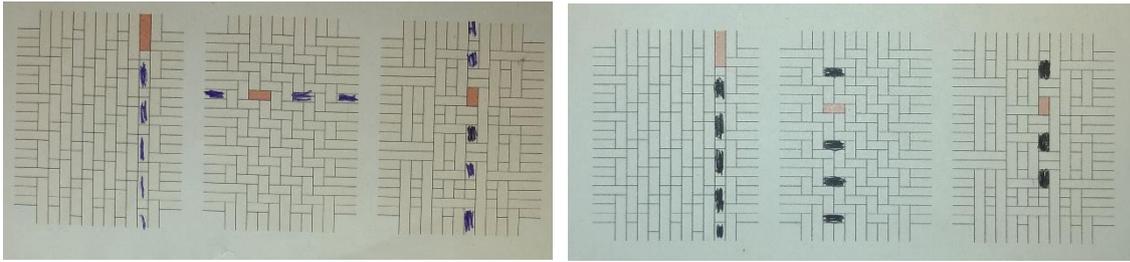


Figura 81 – Parte visível da fita pintada por dois participantes do GF1 em “Balaio há, balaio é”.

Além da componente prática associada à regularidade dos cestos, também nesta interação é sugerida a relação entre ciência e sensibilidade estética, interligando a dimensão científica e humanística do conhecimento.

NAIR: Eu acho que há aqui no seu trabalho, outra coisa que eu gostei muito, e que gosto, não só na matemática, mas nas ciências em geral, que é o apelo à beleza. À beleza da ciência, não é? (EN)

Contextualização da cestaria da ilha do Príncipe

A contextualização da cestaria continuou a revelar algumas fragilidades relativamente a práticas reais. Durante a experiencição, em particular no desenvolvimento das tarefas propostas em “Andala, para que te quero?”, a planificação do balaio sugerida no guião do utilizador revelou não corresponder ao cesto que os participantes tinham disponível. Tal foi alertado pelos participantes do primeiro grupo focal que evidenciaram o corte de tiras alternadas, na transição da base para a parede do cesto, que foi efetuado sem que o aspeto geral do cesto tivesse sofrido qualquer alteração (figura 82 e 83). Esta variação da técnica mostrou ter algumas vantagens: utiliza menos andala; rentabiliza a utilização de tiras de andala de menor comprimento; facilita o entrelaçamento da parede do cesto, porque a distância entre as tiras é maior, e diminui o tempo de confeção. Porém, em termos do produto em cestaria, as paredes do cesto ficam mais flexíveis e o entrelaçamento, das tiras finas, mais largo, podem ser consideradas como desvantagens da variante da técnica em causa.

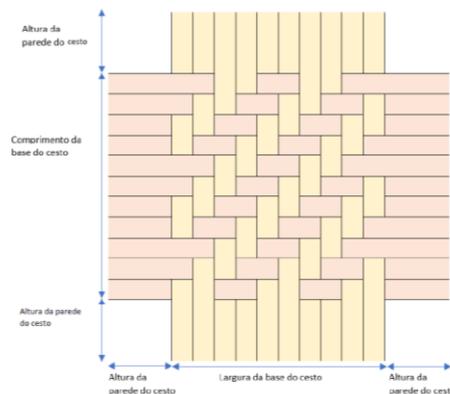


Figura 2- Esquema da estrutura de um cesto de “4 cantos”. © Joana Latas.

Figura 82 – Excerto do guião do utilizador “Andala, para que te quero?” (Versão C).

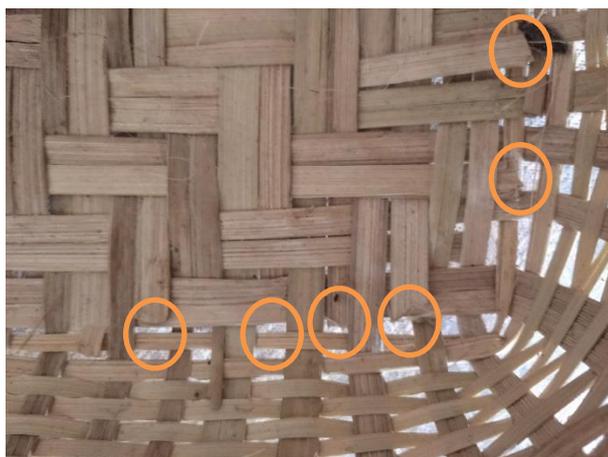


Figura 83 – Detalhe das tiras cortadas nas duas direções, na base do cesto de 4 cantos.

Por outro lado, transversalmente, a referência à andala da palmeira, como recurso material para a confecção dos cestos, e a pouca familiaridade com o termo caniço reforçou a necessidade de adaptar a linguagem das tarefas para estes termos. No segundo grupo focal, RENÉ menciona “(...) os cestos, normalmente, devem ser feitos apenas com andala e aquelas matérias de cana...” (GF2), frase que ELIS completa “Canhão” (GF2).

De uma maneira geral, a importância social atribuída à cestaria confirmou o que havia sido sugerido na segunda interação. Os potenciais utilizadores não identificaram a cestaria como um tema de interesse para os jovens, atribuindo ao deslumbramento pelo exterior, uma possível origem desta situação.

INV.: Como é que gostariam de ver a cestaria na ilha do Príncipe daqui a cinco anos? (...)

RENÉ: Eu acho que o número de pessoas que fazem cestos está a diminuir porque os jovens não estão a querer apostar nesta área. (...) [Mas] havendo um incentivo, eu acho que pode aumentar o número (...) de pessoas interessado nos cestos. Porque não vale a pena ter mais cestaria, se as pessoas não souberem qual é a importância do cesto, no seu dia a dia.

(...)

INV: (...) o que é que acha que está na origem desse desinteresse (...)?

RENÉ: (...) acho que talvez (...) nós copiarmos a realidade de outro país... e queremos sempre apostar no que vem de fora (...), não valorizamos o que é nosso. (GF2)

No entanto, esta percepção contradiz as expectativas enunciadas em relação à cestaria, a curto e médio prazo, na ilha do Príncipe, essencialmente ligadas à economia.

INV.: E acham que estas tarefas da EMcEsta podem contribuir para transformar a prática da cestaria da ilha do Príncipe?

MAIKE: Sim.

KIRA: Pode sim.

INV.: Têm alguma ideia que gostassem de ver implementada neste âmbito? O MAIKE já disse que gostava de ver aí três oficinas de cestaria a funcionar, não é?

MAIKE: Sim.

INV.: E acha que encontraríamos pessoas interessadas para participarem nessas oficinas?

MAIKE: Sim, aparece porque (...) vamos motivar pessoas. (...) Primeiro tem que se dizer qual é o motivo para abrir aquela oficina. Depois, qual é a vantagem que vai trazer. E isto vai abrir mercado, até de trabalho (...) espero que daqui a um ou dois anos a pandemia baixe e os turistas [regressem] (...). Com uma oficina no Príncipe, aumentamos o nosso rendimento. Mesmo a economia do Príncipe vai aumentar. (GF1)

Pelo exposto, inculir dinamismo nas práticas de cestaria requer uma alteração da imagem que a população tem da cestaria. A reflexão de KIRA corrobora a opinião dos principenses participantes na segunda interação, por considerar que a cestaria está associada a uma prática tradicional e a praticantes de uma faixa etária envelhecida.

KIRA: (...) primeiro é convencer as pessoas. Eu vejo que aqui no Príncipe, só a camada idosa confeciona cestos. E se essa ideia for mudada, tudo pode mudar entretanto. (GF1)

Esta entrevistada reconhece igualmente o potencial de resgatar a cestaria para desenvolver confiança cultural à comunidade em geral.

KIRA: Bom, eu espero que principalmente o Governo dê mais atenção nesta área porque (...) [a cestaria] por muito tempo ficou, tipo, abafada (...) [e] desmoralizou muitas pessoas que tinham tanta coisa para dar e que agora não estão mais aqui para ensinar. Mas espero que com estas pessoas que ainda estão vivas, possamos extrair alguma coisa para levar a cestaria mais para a frente. Quer seja comigo ou com os meus filhos... [risos]. (GF1)

Efetividade

Sensibilidade para alargar o conceito de matemática a diferentes contextos

O potencial da EMcEsta estimular uma visão integrada da matemática na sociedade é sugerido pelos participantes do segundo grupo focal. Nomeadamente, a consciencialização da espiral ter aplicação quer na cestaria quer na medicina foi considerado, unanimemente, como um aspeto interessante da EMcEsta. Expressões como “é preciso o uso da matemática para fazer cestos” e “ao confecionar um cesto, as espirais que são utilizadas na base são também utilizadas para o diagnóstico na medicina” (GF2) indiciam sensibilidade para alargar o conceito de matemática ao contexto da cestaria e, muito superficialmente, à medicina. A extrapolação do contexto da cestaria tornou-se mais evidente para reagir à tomada de decisões no dia a dia fundamentada na utilização da estimativa, por exemplo, para determinar a quantidade de alimentos para uma refeição de um número definido de pessoas ou o tempo necessário para percorrer uma determinada distância.

INV.: Já alguma vez tinham feito uma estimativa? (...)

MAIKE: Várias vezes.

INV.: Podem dar-me alguns exemplos?

MAIKE: (...) Para cozinhar (...), se estamos a fazer um “pintado”, temos que saber que quantidade de hortaliça vai ser usada. Já sabemos que temos que cozer feijão e peixe. [Para] quantas pessoas? Quanto peixe é que temos que fazer? (...)

KIRA: Eu faço uma estimativa de quanto tempo levo para sair de casa e chegar a tal lugar. (GF1)

Consequentemente, alargar o entendimento sobre o espectro no qual a matemática opera influi, potencialmente, no despertar do utilizador para estabelecer relações matemáticas no mundo à sua volta, conforme foi sugerido por alguns participantes da segunda interação e aqui reforçado pela académica entrevistada.

INV.: Que transformações, a curto, médio e longo prazo, se podem vislumbrar, quer no que respeita às práticas de cestaria, quer do ponto de vista da relação dos utilizadores com a matemática, a partir da EMcEsta?

NAIR: É assim, eu penso que na relação com a matemática, estas atividades vão despoletar um outro olhar sobre aquilo que os rodeia e ver a matemática em mais sítios e procurar: Onde é que está afinal aqui a matemática, que me tem estado a passar despercebida este tempo todo? Se calhar vão começar a tentar ver padrões, regularidades, quando cortam um fruto, quando começam a olhar para as coisas de outra forma, não é? Eu penso que ninguém vai ficar indiferente, depois de passar por uma experiência destas. (EN)

A consciencialização da relevância da matemática no contexto da cestaria, expectável por parte dos utilizadores em geral, foi destacada na comunidade de cesteiro. A apropriação social da matemática é aqui vista como uma forma de equilibrar a capacidade de agir com a capacidade de prever e inovar. Em particular, a autovalorização do conhecimento por parte dos cesteiros e o conseqüente desenvolvimento de confiança cultural, é, no mesmo sentido de YURI, referido nesta interação, por NAIR.

NAIR: (...) Do ponto de vista dos cesteiros, (...) [desde] a planificação do próprio cesto, eles vão estar já a ver ali a aplicação em si das regras, que se calhar eles aplicavam porque sabiam que tinha de ser assim, mas não sabiam o porquê, ou quais as relações que tinham com a matemática. Eventualmente, poderão até sentir-se tentados a procurar outros padrões e, se calhar, até a experimentar outras técnicas de entrelaçamento que, de alguma maneira, isto lhes possa despoletar.

INV: Desafiarem-se, exato.

NAIR: (...) Eles têm muito mais facilidade em visualizar como é que vai ficar [o produto final] do que nós que não fazemos isso no nosso dia-a-dia, e conseguem encontrar, mesmo não justificando matematicamente, ou prever algumas dificuldades (...) só que não tinham a consciência matemática do que é que estava ali em causa e, portanto, penso que vão estar de outra maneira. Também, certamente, como pais, mães, familiares, vão certamente tirar proveito disso, quase de certeza, para partilhar com a sua família que, afinal, eles também sabem de matemática e mostrar até onde é que está ali a matemática. (EN)

O estabelecimento de pontes entre o cidadão comum e a matemática mencionados contribuem para a humanização da matemática, a qual é igualmente incentivada pelo apelo à beleza da ciência. A apreciação da ciência do ponto de vista estético constitui, aliás, um potencial contributo dos espaços de educação não formal no desenvolvimento de atitudes de educação científica por parte do utilizador, como está confirmado pela investigação.

NAIR: (...) a ciência é algo que é belo, que é esteticamente bonito, e eu acho que isto também é fundamental, não é? Porque não é só a questão dos conhecimentos que está aqui em jogo, mas é a relação do utilizador perante a ciência. (EN)

Desta forma, incentivar a pluralidade de olhares matemáticos sobre a cestaria converge para as orientações internacionais de educação científica, numa perspetiva de ciência e sociedade. Tal é sugerido por NAIR como uma potencialidade da EMcEsta, com base também no significado que atribuiu a esta experiência.

INV.: Acha que a EMcEsta incentiva a diferentes olhares matemáticos sobre a cestaria por parte dos utilizadores?

NAIR: Sem dúvida nenhuma. Com certeza que sim. (...) está de acordo com todas as orientações nacionais e internacionais, desta questão da matemática realista, seja a matemática, seja as ciências em geral. Deixarmos de ter aquela perceção da ciência escolar, dos conceitos canónicos, e daquilo que nos rodeia.

INV.: Exatamente.

NAIR: E a matemática está em todo lado, faz parte da nossa vida. E não é aquele bicho papão que toda a gente tende a criar, no seu imaginário, e a perpetuar depois para os seus filhos e que são coisas que não interessa a ninguém, quando está aqui e, portanto, eu penso que faz toda a diferença. Eu própria, vou olhar para os cestos de outra maneira. (EN)

A valorização do conhecimento entrelaçado evidenciado é entendido como uma forma de aproximar a ciência do utilizador da EMcEsta.

Sensibilidade para perspetivar a prática cestaria à luz do entrecruzamento de dimensões culturais

Olhar a EMcEsta numa perspetiva holística permite identificar a sua interligação com diferentes áreas de saber, nomeadamente matemática, ciências naturais, sustentabilidade, arte, geografia, história, multiculturalismo e linguística.

NAIR: Mas, para além da matemática temos aqui a área das expressões (...). Tem também a área das Ciências Naturais. Quando eu estou a utilizar aqui os diferentes tipos de materiais, e que vou também apreciar as diferentes características dos materiais, porque são moldáveis, porque têm determinadas características. (...) A questão da sustentabilidade que também está muito visível no seu trabalho e acho que está, que é excelente e que está muito bem cruzado com os ODS [Objetivos de Desenvolvimento Sustentável] (...). A questão da arte (...) que está ali associada. Depois tem toda uma questão histórica, portanto também é aqui convocada a área da história. Geográfica, porque há determinados materiais

que só existem na Ilha do Príncipe e não noutros, (...) certamente que haverá também aqui um enriquecedor elenco linguístico, porque há uma linguagem muito específica dos povos e multiculturalismo aqui também, não é? Multilinguismo também, há palavras que só são daquele povo, não é? (...) isto realmente é um percurso com muito potencial (...) e que vem dar resposta àquela perspetiva integrada de educação que eu tanto defendo... (EN)

Esta experiência educacional apresenta assim uma estreita ligação com outras abordagens de organização do ensino das ciências e da matemática, que apelem à multi, inter e transdisciplinaridade, por exemplo o STEM [Science, Technology, Engineering and Mathematics] e o STEAM [Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics]. Em particular, nas interações entre a cestaria e a sociedade, a engenharia desempenha um papel crucial na relação entre a dimensão técnica, científica e a eficácia do produto, como é destacado por NAIR. Aliás, a comparação de técnicas de cestaria à engenharia é sugerida também por Shirley e Palhares (2016), enquadrada numa abordagem etnomatemática.

NAIR: (...) também podemos aqui entrelaçar estes diferentes conhecimentos, estas diferentes capacidades, ir buscar diferentes atores para fazer isto, porque podemos envolver aqui desde o artesão (...) até os *designers*, até a questão de engenharia (...) Isto também aponta muito para esta perspetiva dos STEM e STEAM e que aqui nós temos esquecido da parte da Engenharia, mas que (...) [está envolvida] em toda a parte da planificação, da resolução de problemas...

INV.: Da eficácia da forma, das técnicas, não é? Da eficácia da técnica, tem muito a ver com essa parte.

NAIR: E do uso que nós queremos para aquilo. Se queremos para peneirar determinada coisa (...) também tem aqui a parte da engenharia, (...) e que tem tudo a ver com a sociedade, porque quando nós olhamos à nossa volta, isto está lá. (EN)

Contudo, na prática, as reações dos participantes dos grupos focais remetem para o cariz utilitário da importância que a cestaria pode desempenhar na sociedade.

INV.: Qual a importância da cestaria na ilha do Príncipe?

[Silêncio]

Mais uma vez, isto é a vossa opinião que está em jogo, ok? É só a vossa opinião.

RENÉ: Eu acho que é para o desenvolvimento do nosso artesanato.

INV.: OK. É uma forma de arte, não é?

E isso tem alguma influência na economia, na sociedade, na cultura, na política? Acha que tem algum impacto nestas áreas (...)?

RENÉ: (...) nós utilizamos, às vezes, alguidares de plástico para transportar [bens, mas] (...) o cesto é mais leve e facilita essa atividade, por isso, apostar na cestaria já é uma grande ajuda.

[INV. assente]

ELIS: Porque cá, praticamente toda a gente tem cestos em casa.

[RENÉ assente]

ELIS: E toda a gente sabe usar os diferentes tipos de cestos. (...) Quem não conhece estranha e pode (...) ver os cestos com outros olhos. Porque, [aqui] uma pessoa tem izaquente para lavar, então vai lavar izaquente, mas não vê o cesto de outra maneira. [A EMcEsta] é uma outra perspetiva sobre o cesto. Se calhar não só em relação à matemática, mas também a outras áreas de saber...(GF2)

Particularmente, as preocupações sociais, incluindo saúde mental, e económicas foram aquelas que motivaram a procura de um sentido para as práticas de cestaria, conforme sugerido por KIRA: “Na atualidade, (...) com a pandemia, muitas pessoas ficaram paradas, sem nada para fazer. (...) [a cestaria] é uma forma de estar sempre ocupado e também traz dinheiro” (GF1).

Também a consciência ambiental dos participantes dos grupos focais enfatiza a já identificada harmonia entre a Natureza e a Humanidade, a qual é confirmada com a sugestão de se procurarem recursos naturais alternativos para não colocar em causa o equilíbrio dos ecossistemas.

ELIS: Se calhar podem-se também arranjar matérias-primas alternativas, não? Mas que vai ter impacto, vai. E não é só no Homem. É nos animais, em todo o ambiente e habitats junto às palmeiras. Sei lá, os papagaios comem andim. Se a gente começa a dar cabo das palmeiras todas, lá se vão os papagaios. Digo eu, não sei... (...)

RENÉ: (...) No Príncipe, nós fazemos muito uso de plástico. De garrafas e etc. (...) Em vez de utilizar andala, [podíamos] transformar o plástico e fazer essas tiras (...) ou talvez misturar (...) para poupar as nossas palmeiras que estão ficando velhas. (GF2)

A mesma sugestão de reutilizar o plástico, referida por estes participantes, é reforçada por NAIR, no âmbito da exploração de entrelaçamentos com diferentes materiais.

NAIR: podemos extrapolar as questões da cestaria, (...) [ou] entrelaçar através da reutilização do plástico (...) mas podemos fazer depois aqui saltos para outros entrelaçares, com outros materiais (...) (EN)

No que respeita a um expeável impacte da EMcEsta em termos de práticas de cestaria, é apontada a possibilidade da comunidade de cesteiros criar novos objetos. Num cenário mais abrangente, é sugerida a integração destes recursos educativos em iniciativas culturais, para despertar interesse e gosto pela prática em causa.

INV.: (...) [Disse-me] que estas tarefas podem ajudar a contribuir para transformar a cestaria, (...) qual pode ser o impacte destas tarefas na cestaria?

RENÉ: É incutir nos cesteiros a ideia de mudar: de transformação, de criatividade. É criar novos modelos. Utilizar a técnica dos cestos e fazer outros objetos, outras coisas.

INV.: Ok. E acha que os cesteiros vão fazer estas tarefas?

RENÉ: Sim, mas, para isso, eles devem estar incentivados para tal.

ELIS: E pode-se, se calhar, fazer estas atividades em outros contextos. Fazer atividades que incluam estas tarefas...

RENÉ: Ateliers, feiras... (...)

ELIS: (...) Pode ser nas feiras, pode ser em mostras que haja na cidade. (...) Oficinas esporádicas, que não seja só os cesteiros.

RENÉ: Ter aquele centro para que outros criem interesse de aprender aquele gosto. (GF2)

Também nesta interação, e à semelhança das recomendações anteriores, a inovação surgiu integrada na sustentabilidade.

NAIR: Portanto, talvez ligar (...) também às questões da moda, ao empreendedorismo e, claro, aqui o desenvolvimento da criatividade, mas eu vejo (...) a cestaria com muito potencial atual, quer para dar respostas em questões de sustentabilidade, claro que também de uma forma sustentável, não é? (EN)

A criatividade associada ao *design* de novos produtos estabelece ligações entre o pensamento científico e a sensibilidade artística, no sentido de serem tomadas decisões fundamentadas também na ciência. Assim, em conformidade com o que foi apresentado, a análise dos dados recolhidos aponta para que a EMcEsta incentive o cidadão comum a aproximar-se da ciência.

Como sugestões para a futura implementação destes recursos enquadrados no formato de trilho, NAIR sugeriu a inclusão da componente de gamificação, utilizando por exemplo crachá (*badges*), passaportes, carimbos ou registo fotográfico, com o intuito de potenciar o envolvimento dos utilizadores. Esta possibilidade está de acordo com as orientações para um trilho orientado-pela-cultura, sugerido no capítulo 4.

NAIR: (...) eventualmente, [incluir] um processo de gamificação, (...) [por exemplo,] se eu passar pelas quatro estações, ter um comprovativo de que lá estive, seja carimbo, seja uma fotografia...

INV.: Sim, sim, “eu percorri o trilho ...” (...)

NAIR: Exatamente, faz aquele passaporte ou os *badges* (...) mas eu tenho que dar uma evidência. (...) qualquer coisa (...) que ajude a envolver mais o visitante (...). (EN)

No mesmo âmbito, foi destacado o papel da avaliação da experiência educacional pelos seus utilizadores, como forma de a melhorar continuamente. Para tal, foi sugerido o recurso a ferramentas digitais para a recolha de dados, como os códigos *QR* ou *google forms*, e a incidência de alguns indicadores a considerar nesses instrumentos, nomeadamente o grau de satisfação, sentimentos despertados, bem como alguns dados pessoais, como a faixa etária ou local de origem.

NAIR: É sempre importante nós monitorizarmos a experiência dos visitantes e recolhermos dados sobre essas experiências (...) por exemplo, ter um sítio com um cartaz informativo, (...) onde apelassem para [os utilizadores] deixarem o seu contributo. Este contributo podia ser deixar algo escrito numa caixa, (...) pode ter um *QR code* para dar acesso a um questionário muito rápido, aqueles do *google forms* (...) era importante serem formulários muito simples mas, eventualmente, que consigam saber qual é a faixa etária, (...) de onde é que eles vêm, para saber que tipo de visitantes é que temos (...). Depois a questão do

grau de satisfação, de como é que de se sentiram, se recomendam ou não (...) [e] a questão das sugestões. (...) podem, eventualmente, ter formulários diferentes para a situação de visita de estudo.

Discussão e reformulação da versão C

A terceira interação incidiu na versão C dos recursos EMcEsta e a sua análise permitiu acrescentar-lhes perspetivas de potenciais utilizadores e de uma académica com experiência em trilhos de ciência. O resultado desta originou a versão D da coleção.

As reflexões resultantes das interações com a académica acerca da articulação entre as experiências matemática, cultural e interativa motivaram uma revisão do quadro concetual, com consequências na abordagem educacional orientada-pela-cultura, no âmbito da validade da EMcEsta.

Ao nível da praticidade esperada, a convergência das recomendações sugeridas por um potencial utilizador e pela académica entrevistada levaram a equacionar a coadjuvação da mediação das tarefas por jovens principenses com formação em cestaria. Ainda neste âmbito, e após confrontar dados da praticidade esperada e real com as recomendações da literatura, a opção de indicação de intervalo de tempo previsto para cada uma das tarefas pareceu ser a opção mais inclusiva e realista, dada a diversidade de públicos a quem a coleção se dirige.

Em termos de praticidade real, o esquema e linguagem do guião do utilizador de “Encontros e desencontros” foram revistos e acrescentada uma imagem gráfica, com o intuito de fazer a ligação entre o esquema e a imagem do cesto. Quanto a “Balaio há, balaio ê”, as reações e desempenho dos participantes nos grupos focais evidenciaram ser mais adequado prolongar a experiência sensorial com as estruturas entrecruzadas antes de passar para a sua abstração em papel. Dada a variante da técnica de confeção do balaio, identificada por estes potenciais utilizadores, foi incluída informação sobre esta no guião do utilizador de “Andala, para que te quero?”. Além disso, após validação, a palavra caniço foi substituída em toda a coleção por andala.

As primeiras reações dos participantes sugerem que o contacto com a EMcEsta sensibilizou, por um lado, para alargar o conceito de matemática a diferentes contextos onde esta opera, sendo o mais evidente o contexto da cestaria, mas, por outro, para olhar a cestaria como uma prática na qual concluem diferentes saberes, entre os quais científicos, técnicos e humanísticos. Numa perspetiva de ciência e sociedade, estas dimensões de competência constituem-se como potenciais contributos para o desenvolvimento de atitudes de educação científica. Contudo, ainda que os grupos focais indiquem que a EMcEsta desperta para uma melhor relação do utilizador com a ciência, as condições em que decorreram, muito distintas do que se prevê no funcionamento normal, mostraram-se inibidoras de um envolvimento mais efetivo dos participantes nas tarefas propostas. Assim, as considerações tecidas relativamente à efetividade esperada devem ser interpretadas tendo em consideração esta limitação.

Nesta interação, emergiram ainda orientações para a futura implementação do trilho EMcEsta, referente a: formação e perfil de mediador; inclusão da componente digital na gamificação e monitorização do mesmo. Tais recomendações foram incluídas no Apêndice B.

Capítulo 9 – Conclusões

No presente capítulo, procura-se elaborar uma reflexão sobre a análise e interpretação dos dados recolhidos, essencialmente, da que decorreu do processo de avaliação dos recursos EMcEsta, quanto à sua validade, praticidade e efetividade. Pretende-se que tal reflexão esteja enquadrada no âmbito do desenvolvimento de um trilho e seja capaz de responder às questões orientadoras do estudo, que se voltam a relembrar:

- i) quais as orientações para operacionalizar uma abordagem educacional em contexto não formal, que interligue a incidência matemática do conhecimento com práticas culturalmente contextualizadas?;
- ii) como desenhar tarefas, no âmbito do desenvolvimento de um trilho, que integrem interações etnomatemáticas contextualizadas na cestaria da ilha do Príncipe? e
- iii) como se caracteriza a exploração dos recursos educativos produzidos, ao nível das atitudes de educação científica esperadas?

Para lhes dar resposta, foi desenvolvido um processo de *design research*. Tal consistiu na conceptualização de uma abordagem educacional e respetiva implementação no desenho de recursos, no âmbito do desenvolvimento de um trilho, contextualizado na cestaria da ilha do Príncipe e com o propósito de aproximação mútua entre o cidadão e a ciência. Neste sentido, a elaboração de princípios de *design* pretendeu desenvolver linhas orientadoras, de cariz teórico e prático, capazes de modificar a realidade de modo inovador e, simultaneamente, responder a um problema educativo (Akker, 1999, 2013; Plomp, 2013). A par da compreensão da teoria referente ao desenvolvimento de trilhos orientados-pela-cultura, emergente dos princípios de *design*, resultou da intervenção o produto “EMcEsta”.

O processo foi dinâmico e decorreu em quatro ciclos. Especificamente, o (re)desenho dos recursos envolveu duas dezenas de especialistas ao longo de três ciclos de avaliação formativa. Neste âmbito, a exploração dos recursos pelos participantes foi caracterizada quanto às atitudes de educação científica esperadas. A EMcEsta, enquanto resultado do contexto em estudo, pode constituir um exemplo inspirador, sem qualquer pretensão de ser replicável fora deste, e os resultados da sua experimentação não são generalizáveis para uma grande escala, uma vez que não é possível, nem desejável, manipular os contextos culturais e sociais (McKenney & Reeves, 2019; Pereira & Oliveira, 2020).

Análise dos princípios de *design*

Segundo Plomp (2013), a fase final de cada *design research*, em particular daqueles que têm orientações de estudos de desenvolvimento, como é o caso do presente estudo, consiste de uma

reflexão sistemática e documentada para produzir os princípios de *design*. É este o propósito desta reflexão.

Os princípios de *design* de referência foram propostos no capítulo 6, categorizados nas diferentes fases do desenvolvimento dos recursos educativos e destacado o seu contributo, quer para o conhecimento sobre características da intervenção, quer para o conhecimento procedimental. No capítulo 7, foi descrito como estes foram incorporados nos recursos e alinhados com as orientações para o desenho dos mesmos. No capítulo 8, a avaliação da validade dos recursos educativos fez emergir informação diretamente relacionada com estes princípios, que é sintetizada de seguida.

Relativamente à relevância, focada na conceptualização da EMcEsta, foram identificadas características nos recursos consonantes com uma visão interdisciplinar de educação científica, a qual é partilhada neste estudo. Concretamente, os especialistas salientaram a complementaridade entre diferentes áreas das ciências, o que está de acordo com as orientações da UNESCO (2010, 2012), mas também estabeleceram a interligação entre as ciências e as singularidades culturais, conforme defendido por Aikenhead (2009) e Gerdes (2012b). A presença destas características na coleção confirma que a EMcEsta espelha os princípios de *design* quatro, cinco e dez (PD4, PD5e PD10).

No âmbito das perspetivas integradas de educação científica, os especialistas destacaram também a integração entre fenómenos científicos com a realidade local, propiciada pela EMcEsta, como algo estimulante, quer para públicos conhecedores dessa realidade, quer para os visitantes. Tal está de acordo com as orientações para o desenho dos recursos em causa, em particular referentes à contextualização cultural. Além disso, a relevância da contextualização é extensível também a outras dimensões de integração sugeridas por Rodrigues (2011, 2016), que são reiteradas nos princípios de *design* um, dois, três, cinco, sete, dez e onze (PD1, PD2, PD3, PD5, PD7, PD10 e PD11).

A conjugação de diferentes dimensões de competência, na educação científica e ao longo da vida, foram características reconhecidas nos recursos educativos em causa que estão coerentes com a perspetiva de ciência como cultura adotada, conforme defendida por M. Santos (2001, 2009).

Verificou-se que a coleção EMcEsta reflete a articulação, de forma potencialmente inovadora, entre perspetivas da etnomatemática educacional e de educação científica em contexto não formal. Na verdade, a relação entre experiências matemática, cultural e interativa, prevista no princípio de *design* sete (PD7), evoluiu ao longo do estudo, tendo a integração destas experiências assumido a componente nuclear na abordagem educativa conceptualizada⁹⁹. Um aspeto em que se concretizou essa integração está relacionado com os níveis de interatividade previstos por Wagensberg (2001, 2005), que figuram no princípio de *design* oito (PD8). Estes foram interligados ao modelo contextual de aprendizagem de Falk e Dierking (1992, 2013), que está subjacente à abordagem educacional conceptualizada, acrescentando-lhe diferentes naturezas da interatividade, resultantes

⁹⁹ Tal evolução foi sintetizada na incorporação das recomendações da avaliação nos recursos EMcEsta, no capítulo 7.

da relação do utilizador com o objeto, com o mediador, com os contextos e particularmente com o período temporal. Outro aspeto refere-se à ênfase da natureza social e (pré)matemática das atividades universais de Bishop (1988, 2005), contempladas no princípio de *design* dois (PD2), que reforçou a permeabilidade de conhecimento entre as experiências matemática e cultural, nomeadamente na interligação de significados matemáticos em práticas contextualizadas.

A visão do Espaço Ciência Sundry foi reconhecida, pelos decisores políticos, no cariz inclusivo e empreendedor na EMcEsta, estabelecendo, desta forma, ligação com os objetivos do plano de desenvolvimento “Príncipe 2030”. Estas características apontam para a pertinência da EMcEsta no contexto e convergem com a previsão de responsabilidade social das ações em prol da comunidade, contemplada no princípio de *design* seis (PD6). A pertinência dos recursos ao contexto a que se dirigem confere-lhes relevância (Nieveen & Folmer, 2013).

Quanto à consistência interna, foi identificado na EMcEsta um fio condutor em termos de estrutura, de clareza e coerência dos propósitos com as tarefas propostas e da sequencialidade entre tarefas, o que lhe atribui a consistência de conjunto articulado de recursos.

Assim sendo, a informação referente à avaliação da coleção EMcEsta espelha a incorporação de pilares teóricos e princípios de *design* que a sustentam, justifica-a no contexto ao qual pretende dar resposta e as componentes dos recursos educativos estão coerentes. Desta forma, podemos concluir a validade da EMcEsta.

Em termos de implicação da informação obtida na revisão dos princípios de *design*, destaca-se:

- i) O estabelecimento de relação entre experiências matemática, cultural e interativa foi concretizado como “integração” e tal refletiu-se na redação do sétimo princípio de *design* referente (PD7);
- ii) A componente social das atividades universais, potencialmente promotoras de desenvolvimento de competência matemática, refletiu-se na eliminação da palavra “matemática” da redação do segundo princípio de *design* para manter a coerência com este pressuposto (PD2) e
- iii) A variação da natureza da interatividade foi evidenciada ao longo das interações com os especialistas, pelo que optou-se por acrescentar esta dimensão no oitavo princípio de *design* (PD8).

No quadro 24, constam os princípios de *design* revistos.

Quadro 24 – Princípios de *design* e sua relação com os constructos do presente estudo.

Princípio de <i>Design</i>
PD1. Incentivar os públicos a pensar e a agir sobre práticas contextualizadas culturalmente, numa perspetiva dinâmica de interações com o passado, presente e futuro;
PD2. Proporcionar a integração e interação de atividades universais (contar, medir, localizar, desenhar, jogar e comunicar), assentes numa perspetiva de desenvolvimento do conhecimento culturalmente contextualizado e como atividade social;
PD3. Promover o contacto dos públicos com objetos e técnicas efetivas, bem como com a linguagem e termos locais utilizados pelos praticantes da prática(s) contextualizada(s) culturalmente;

PD4. Incentivar os públicos a estabelecerem comunicação entre ideias matemáticas operacionalizadas em contextos distintos;
PD5. Estimular nos públicos representações múltiplas da matemática associadas a práticas culturalmente contextualizadas e outras aplicações;
PD6. Prever a responsabilidade social das ações em prol da comunidade.
PD7. Estimular vivências que incentivem uma participação ativa por parte do visitante, promovendo a integração entre a experiência interativa e as experiências cultural e matemática por meio dos conhecimentos e experiências prévios, interesses e expectativas ativados pelos indivíduos em ação;
PD8. Potenciar níveis de interatividade variável e de diferente natureza, privilegiando a interatividade <i>minds-on</i> . O contexto é ele mesmo potenciador da interatividade <i>hearts-on</i> ;
PD9. Prever a mediação da experiência do visitante facilitada pelo diálogo, no sentido dessa experiência poder ser potenciada em termos de significado, autenticidade e personalização;
PD10. Estimular experiências com base em práticas contextualizadas na cultura que respondam a preocupações sociais, políticas e culturais dos públicos;
PD11. Estimular reflexões e discussões que promovam interações entre a ciência/matemática e a sociedade;
PD12. Envolver especialistas de diferentes áreas, incluindo o público-alvo, no desenvolvimento de recursos educativos através de processos iterativos.

Abordagem educacional orientada-pela-cultura

Os princípios de *design* enunciados, individualmente poderão incutir a interligação entre os propósitos de educação científica em contexto não formal numa perspetiva de ciência como cultura e as orientações didáticas de inspiração etnomatemática neles incluídas. Porém, a sua explicitação requer a interpretação conjunta de tais princípios. Neste sentido, o desenvolvimento dos olhares matemáticos e da abordagem educacional orientada-pela-cultura pretendeu sustentar a interligação que, sucintamente, se fundamenta na permeabilidade do conhecimento entre as experiências, cultural e matemática. Esta concretiza-se através de interações etnomatemáticas que decorrem da experiência interativa num contexto não formal de aprendizagem.

A implementação da abordagem educacional em causa na intervenção do presente estudo consistiu na transposição deste modelo para a conceptualização dos recursos EMcEsta com características específicas, fazendo emergir as dimensões da praticidade que aqui se relembram: apresentação e informação dos guiões, natureza e níveis de interatividade, interligações de significados matemáticos e o contexto da cestaria e contextualização da cestaria da ilha do Príncipe, conforme descrito no capítulo 5, metodologia.

Pelo exposto, a abordagem educacional conceptualizada reflete, numa relação estreita e dinâmica, os princípios de *design* e os olhares matemáticos operacionalizam-na no desenho de recursos. Tal corrobora o papel dos princípios de *design* na consolidação do conhecimento sobre as características da intervenção e na fundamentação dos procedimentos que se verificam eficazes (McKenney & Reeves, 2019; Nieveen & Folmer, 2013; Plomp, 2013).

Contributos para a resposta à primeira questão do estudo

Na presente reflexão discutiu-se como é que os princípios de *design* foram refinados a partir da avaliação dos recursos EMcEsta. Estes incluem conhecimento sobre características da intervenção,

por exemplo ao nível da (re)contextualização da singularidade cultural, da interatividade ou da mediação das tarefas a propor, e conhecimento procedimental, por exemplo ao nível do processo iterativo do desenho dos recursos ou da previsão da responsabilidade social das ações desenvolvidas. Por apresentarem estas características, de acordo com Akker (2013) e McKenney e Reeves (2019), sem a garantia de que funcionem, estes princípios de *design* poderão ser replicáveis, isto é, podem ser considerados como orientações para operacionalizar uma abordagem educacional em contexto não formal. Particularmente, nesta investigação foi conceptualizada e validada uma abordagem educacional para integrar os princípios de *design*, e posteriormente foi implementada no âmbito da EMcEsta. Desta forma, a abordagem educacional orientada-pela-cultura constituiu-se como uma possibilidade de resposta à necessidade de interligar a incidência matemática do conhecimento com práticas culturalmente contextualizadas.

Características dos recursos EMcEsta

A concretização da abordagem educacional orientada-pela-cultura na produção dos recursos EMcEsta fez emergir orientações para o desenho dos mesmos que apontam três características desejáveis para tais recursos: estimular a interatividade; incentivar a atribuição de significado matemático no contexto da cestaria e (re)contextualizar práticas de cestaria para estilos de vida atuais.

A apreciação dos especialistas, quanto às características e utilização dos recursos, pretendeu averiguar a praticidade da coleção EMcEsta. Parte dessa informação contribuiu para a reformulação das versões dos recursos educativos. A síntese da evolução do *design* de cada tarefa, bem como da incorporação das recomendações dos especialistas, explanada no capítulo 7, destaca quatro aspetos da praticidade. A reformulação de três deles contribuiu para facilitar a utilização e a de outro aumentou o realismo da contextualização da cestaria nos recursos.

A presente reflexão centra-se na análise de aspetos relacionados com a presença e possibilidade de utilização das três características supramencionadas, independentemente do momento ou do processo decorrido até serem identificadas.

Relativamente à apresentação e informação dos guiões na versão final dos recursos, a linguagem foi considerada clara e acessível e o aspeto gráfico apelativo. Porém, em termos de praticidade real, a experimentação, fora das condições normais, poderá ter disfarçado a eventual dificuldade de leitura por parte dos utilizadores. A introdução de organizadores prévios relativos ao tempo e aos recursos materiais necessários pretendeu adequar a EMcEsta à exatável diversidade de experiências e de organização de grupos por parte dos públicos. Nomeadamente, a indicação do tempo estimado como intervalo temporal incentiva a uma gestão autónoma do tempo por parte do utilizador, o que constitui uma característica de contextos de aprendizagem por livre escolha (Falk & Dierking, 2013, 2019), conforme se pretende para o contexto de implementação destes recursos. Verificou-se um fio condutor entre o guião do utilizador e o respetivo guião do mediador, que evidencia a consistência interna entre a informação dos dois documentos. A previsão de diferentes níveis de exploração nos guiões foi reforçada ao longo das versões, no sentido de atribuir ao

mediador a responsabilidade de decidir e gerir os propósitos de cada tarefa, de acordo com o perfil de público, em cada momento. Aliás, a capacidade de adaptação e de personalização das explorações são competências desejáveis para um mediador apontadas pelos especialistas participantes neste estudo e que corroboram orientações da literatura (Katrikh, 2018; Stone, 2016). Em termos de apresentação e informação, os recursos, a linguagem clara e acessível, o aspeto gráfico apelativo, a indicação do tempo estimado num intervalo de tempo e a consistência interna entre a informação de cada par de guiões são características presentes e consideradas úteis no contexto.

Em questões de interatividade, todos os níveis previstos por Wagensberg (2001, 2005) foram identificados pelos participantes, sendo a *hands-on* aquela que mais destacam, devido ao contacto com as práticas reais de cestaria. Além disso, a experiência sensorial prolongada sugeriu atribuir significado às técnicas de cestaria e facilitar a sua abstração. Esta relação entre os níveis *hands-on* e *minds-on* emergiu da exploração das estruturas axadrezadas em “Balaio há, balaio, ê”. Relativamente a este último, o desafio das tarefas foi adaptado ao longo das versões reforçando a sua natureza exploratória, o que potenciou o envolvimento intelectual dos participantes. As competências de pensamento lógico foram aquelas que os participantes considerarem serem estimulada pela EMcEsta. Por sua vez, o contexto atuou como um elemento facilitador do envolvimento emocional, *hearts-on*, quer pela predisposição para a cestaria, quer pela predisposição para a matemática. Também o contacto prévio com a cestaria relevou estimular este nível de interatividade, resultante da relação do utilizador com os contextos físico, pessoal e sociocultural, em particular na articulação entre experiências passadas e presentes.

A referência à componente prática das tarefas e a experiências dos participantes sugere que os recursos materiais e o contacto com práticas reais de cestaria estimularam o envolvimento sensorial e emocional dos participantes na experiência, conjugando assim os níveis *hands-on* e *heart-on*. De facto, a utilização do objeto real, desde que acessível, deve ser a opção privilegiada, uma vez que estimula um envolvimento ativo e prolongado por parte do utilizador (Falk & Dierking, 2013 e Wagensberg, 2005). Ainda assim, a limitação do envolvimento sensorial e emocional dos participantes nas tarefas, dadas as condições em que decorreu a experimentação, foi um constrangimento, o que era previsível.

Neste estudo, a interatividade entre o utilizador e o mediador foi também sugestiva do envolvimento emocional dos públicos e destacada como uma potencial estratégia para incentivar a EMcEsta a constituir-se como um espaço de partilha e prolongar o contacto no pós-visita. A necessidade de presença de mediador foi identificada desde a primeira interação e reforçada nas seguintes, assente na natureza exploratória das tarefas propostas ao utilizador. Não obstante, a formação específica para monitores de contextos de educação não formal surgiu como uma recomendação crucial e de forma transversal ao longo das interações. Estes resultados são convergentes com as perspetivas de autores (Rodrigues, 2016; Stone, 2016) que consideram a interação do mediador com os públicos como uma oportunidade para estimular e motivar o

utilizador a envolver-se na experiência e reiteram a importância da adequação do perfil e da formação específica do mediador para o exercício das suas funções.

Em síntese, a experimentação dos recursos EMcEsta, do ponto de vista da praticidade real, ativou interatividade *minds-on*, *hearts-on* e *hands-on*, conjugando-as. Quanto à sua natureza, resultou da relação do utilizador com: o objeto, o mediador e os contextos, em particular com o passado e presente. As interações com o mediador estabeleceram-se, essencialmente, ao nível da praticidade esperada. Conclui-se, assim, que interatividade é uma característica vincada neste conjunto de recursos, o que sugere o estímulo da participação ativa do utilizador (Falk & Dierking, 2013; NRC, 2009) e converge com a centralidade das interações nas orientações do desenho dos recursos, como forma de integrar as experiências matemática, cultural e interativa.

Ao nível das interligações entre significados matemáticos e o contexto da cestaria, o contacto dos participantes com a EMcEsta evidenciou representações da matemática, atividades universais e a interligação de dimensões culturais do conhecimento, as quais se enquadram nas características pretendidas dos recursos EMcEsta. Em particular, em “À roda com os cestos”, a exploração dos conceitos de espiral e de estrela no contexto da cestaria despoletou para representações matemáticas em contextos distintos e propiciou o despertar para a identificação ou para a representação de padrões no meio envolvente, proporcionando a navegação entre escalas de culturas locais. Uma exploração neste âmbito, ao nível da linguagem matemática, é convergente com a ação que Devlin (2000a) define como “tornar o invisível, visível” (p. 10)¹⁰⁰, o que corresponde à navegação entre escalas locais e a escala global da cultura (M. Santos, 2009).

Além disso, a contagem, a medição, o desenho e a comunicação foram processos transversalmente utilizados pelos participantes na exploração da coleção EMcEsta, que remetem para quatro das seis atividades universais de Bishop (1988). O estabelecimento de interligação entre significados matemáticos e o contexto de cestaria, proporcionada pela EMcEsta por meio destas atividades, mostrou-se especialmente profícuo no reconhecimento da apropriação da matemática, socialmente e independentemente da sua intencionalidade.

Na exploração de “Balaio há, balaio ê”, as reflexões despoletadas sobre a relação entre a utilização de regularidades nas técnicas de cestaria, o conseqüente tempo despendido na sua confeção e a harmonia do produto final, evidenciaram a interligação entre as dimensões científica, técnica e humanística do conhecimento, o que evidencia a navegação entre as dimensões da cultura (M. Santos, 2009).

Resumindo, os participantes, ao relacionarem representações matemáticas (NCTM, 2007; UNESCO, 2012), ao integrarem atividades universais e ao interligarem dimensões e escalas culturais do conhecimento com incidência matemática (Gerdes, 2012b), atribuíram significado matemático no contexto da cestaria. Assim, a exploração dos recursos EMcEsta contribuiu para desmistificar a matemática pela sua proximidade a assuntos mundanos e desmistificar práticas de cestaria pela sua integração numa ação educativa socialmente abrangente. O papel que as interações

¹⁰⁰ No original em Inglês [*mathematics*] *makes the invisible visible*.

desempenharam ao longo das entrevistas, especialmente entre participantes e investigadora, sugeriu que os significados matemáticos discutidos permitiram estabelecer ligação entre contextos, atribuindo-lhe características das interações etnomatemáticas. O estabelecimento de tais canais de comunicação está de acordo com os cruzamentos de culturas (Aikenhead, 2009).

Por último, ao nível da contextualização da cestaria da ilha do Príncipe, as artificialidades de terminologia, técnica e procedimental, reformuladas ao longo das versões dos recursos, deram lugar a práticas reais de cestaria, reconhecidas pelos participantes.

A cestaria revelou exercer um papel limitado na sociedade. Por um lado, a informação recolhida sugere um desinteresse generalizado dos jovens pela cestaria, relevando ser uma prática em desuso no quotidiano e a sua confeção estar associada a pessoas idosas. Por outro, os entrevistados residentes na ilha do Príncipe apontam para o seu valor social, cultural, económico e ambiental. Em parte, tal situação pode estar relacionada com a manifestada predisposição para a cestaria por parte dos participantes selecionados ou resultar dos entrevistados adequarem a resposta ao que consideram ser as expectativas sociais da entrevistadora. No entanto, a adequação da centralidade que a temática “cestaria da ilha do Príncipe” assume no presente estudo é justificada pela expectativa manifestada quanto à sua (re)invenção superar o aparente desinteresse juvenil.

A EMcEsta impulsionou reflexões sobre cestaria, com base no que representou no passado, pensada à luz de estilos de vida atuais. Em particular, as tarefas de “Balaio há, balaio ê” e “Andala, para que te quero?” geraram discussões que fizeram emergir a valorização da cestaria de forma sustentável e criativa. Por exemplo, utilizar objetos em cestaria como alternativa à utilização de produtos plásticos, mas também apostar na reutilização de plástico para combinar materiais para aplicar as técnicas de cestaria na confeção de cestos ou outros objetos. Ou seja, os recursos EMcEsta (re)contextualizam a cestaria da ilha do Príncipe, naquele local e no tempo presente, perspetivando o futuro (Alangui, 2020; Parra, 2018).

As expectativas enunciadas dos participantes, sugeriram que alavancar as práticas de cestaria aos estilos de vida atuais requer a alteração da imagem que a população tem da cestaria. Os entrevistados mencionaram o potencial de resgatar a cestaria para de(sen)volver confiança cultural à comunidade em geral e antecipam que a sua projeção no presente e para o futuro passe por uma estratégia educativa, na qual a EMcEsta assuma um papel basilar.

A coleção, do ponto de vista da forma e conteúdo, foi considerada de fácil utilização e apelativa. Os participantes envolveram-se interativamente nas tarefas, atribuíram significados matemáticos em diferentes contextos, estabelecendo relações entre estes, e os recursos proporcionaram-lhes práticas reais da cestaria. Verificando-se, além da presença das características, a possibilidade de serem utilizadas no contexto da ilha do Príncipe, podemos concluir que a EMcEsta é prática. É igualmente expectável que a sua utilização integrada num trilho mantenha ou, tendencialmente, potencie as características aqui verificadas.

Sugestões metodológicas

Os olhares matemáticos orientados-pela-cultura são interligações que, simultaneamente, navegam pelas dimensões e pelas escalas da cultura, estabelecendo canais de comunicação entre contextos, com base na incidência matemática do conhecimento. O desenvolvimento destes foi integrado na abordagem educacional, com particular ênfase nas interações que deram origem às diferentes versões dos recursos EMcEsta. Abstraindo o contexto e singularidade cultural da EMcEsta, a reflexão sobre o processo decorrido é sugestiva de diferentes fases. A primeira fase consiste na delimitação do contexto educativo a intervir, por iniciativa ou em resposta a uma proposta, na definição dos propósitos de educação científica e no público-alvo dessa intervenção. De seguida, tem lugar a observação participante e ativa em interação com o(s) participante(s) do estudo que seja(m) praticante(s) e conhecedor(es) das singularidades culturais em causa. Esta observação pode ser precedida de uma delimitação da(s) especificidade(s) cultural/ais do grupo a focar, em simultâneo e de acordo com a identificação e interesses de potenciais participantes. A leitura de especificidades(s) cultural/ais por lentes matemáticas, em interação com matemático(s) profissionais, é a fase seguinte. As lentes matemáticas consistem em relacionar as práticas observadas com processos ou práticas matemáticas, por exemplo comparação, classificação, quantificação, medida, comunicação, generalização, e articulá-los com conceitos ou estruturas de matemática oriundas da formação académica de quem efetua a leitura. A análise da informação recolhida nas fases mencionadas contribui para o desenho de uma versão preliminar dos recursos didáticos, enquadrados nos contextos, propósitos e público-alvo, previamente definidos, estabelecendo a participação dos especialistas, por exemplo como colaboradores ou coautores. Segue-se então uma fase de diálogo com diferentes atores, por exemplo, etnomatemáticos, matemáticos, cidadãos comuns, praticantes, educadores, comunicadores de ciência, decisores políticos, no sentido de averiguar a validade, a praticidade e a efetividade das relações propostas. A esquematização destas sugestões metodológicas para o desenvolvimento de olhares matemáticos integrados numa abordagem educacional orientada-pela-cultura está na figura 84.

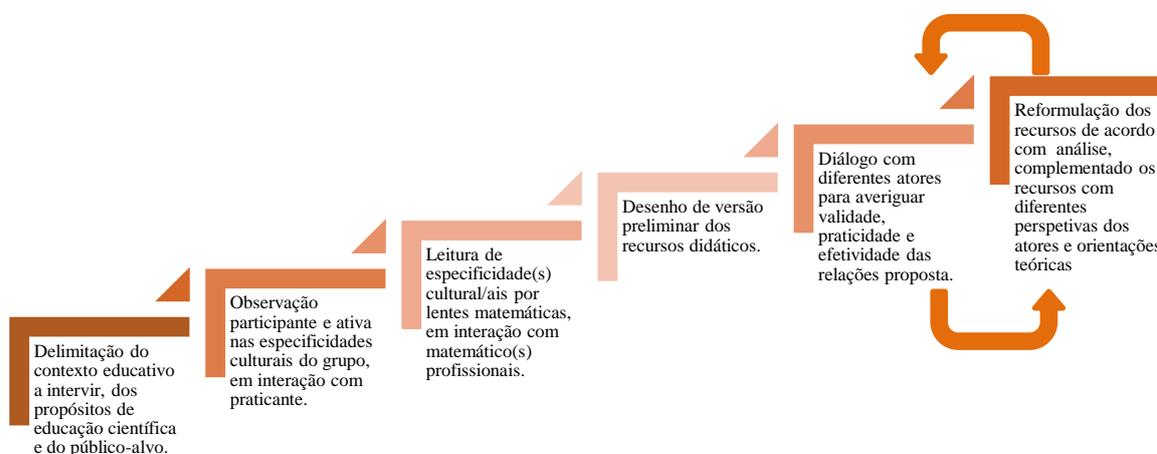


Figura 84 – Sugestões metodológicas para o desenvolvimento de olhares matemáticos integrados numa abordagem educacional orientada-pela-cultura.

Contributos para a resposta à segunda questão do estudo

As características dos recursos EMcEsta revelaram que a contextualização cultural dos mesmos se coaduna com experiências que estimulam interatividade, que atribuem significado matemático no contexto da cestaria e que (re)contextualizam práticas de cestaria para estilos de vida atuais.

Os olhares matemáticos orientados-pela-cultura definiram o caminho da conceptualização dos recursos EMcEsta, na operacionalização da abordagem educacional integrada num processo de *design research*. Por assentarem em abordagens e modalidades gerais, as sugestões metodológicas apresentadas constituem-se como orientações para desenvolver tarefas para um trilho orientado-pela-cultura, passíveis de serem consideradas em diferentes contextos.

A metodologia pressupõe inspirações de metodologias etnomatemáticas. Nomeadamente, a conjugação entre orientações relacionadas com o processo de “descongelar a matemática” (Gerdes, 1997, 2012b) e o papel das interações em metodologias tendencialmente participativas, no sentido de estabelecer um espectro alargado de interações entre a comunidade científica e especialistas de singularidades culturais (Alangui, 2010, 2020; Parra, 2018). Assim, a leitura de uma singularidade cultural específica por lentes matemáticas está inevitavelmente associada a uma postura etnocêntrica controlada e consciente, de acordo com a bagagem individual de quem faz a leitura. Contudo, esta é desvanecida pela complementaridade metodológica entre comparar e relativizar, processo presente em práticas antropológicas desde os finais do séc. XX (Cuche, 2003; Gusmão, 2008). Também o diálogo mútuo e as relações de interculturalidade que se estabelecem aproximam culturas (Saillant, 2017) e, conseqüentemente, propiciam a participação ativa dos intervenientes. Esta participação é um elemento fortemente recomendado em contextos não formais (NRC, 2009), pelo que as metodologias participativas centradas na cultura e na comunidade coadunam-se com o conceito destes trilhos. Finalmente, a reformulação dos recursos, de acordo com a análise dos diálogos mantidos com os diferentes intervenientes, traz diferentes perspetivas dos atores e orientações teóricas. O processo dinâmico e iterativo das últimas duas etapas prolonga-se até ao momento em que se considerem que os recursos reúnem os requisitos pretendidos, de acordo com as características do *design research* (McKenney & Reeves, 2019).

Tais sugestões metodológicas vão ao encontro das implicações da investigação sobre a aprendizagem em contexto não formal (Rennie & Johnston, 2004), as quais apelam a uma visão holística do conhecimento.

Além disso, as orientações em causa estão em consonância com o desenvolvimento de um trilho orientado-pela-cultura e, particularmente, relacionadas com as primeiras cinco das sete fases: i) levantamento de questões a explorar; ii) estabelecimento de contactos e integração de instituições ou elementos-chave da comunidade para responder à questão; iii) seleção do público-alvo; iv) definição do percurso e local das estações e v) (co)criação das estações.

Potencial desenvolvimento de educação científica

Após confirmadas a validade e a praticidade da EMcEsta, a efetividade, cingida à esperada, trata de compreender como é que a presença das características identificadas nos recursos contribui para os propósitos de educação científica que lhe estão subjacentes.

Tendo a efetividade esperada sido o foco da terceira interação, a exploração dos recursos EMcEsta pelos grupos focais e pela académica permitiu, por um lado, complementar a exploração dos primeiros à luz da uma reflexão sobre a ação por parte da segunda e, por outro, identificar reiterar ou reafirmar informação relativas a interações anteriores. A síntese da informação referente à efetividade, ao longo das interações com os diferentes especialistas, aponta direções acerca do potencial de desenvolvimento de atitudes de educação científica propiciado pelos recursos EMcEsta¹⁰¹.

No que respeita à sensibilidade para alargar o conceito de matemática a diferentes contextos no qual opera, a consciencialização da matemática (Gerdes, 2007a, 2012b) foi evidenciada pelo contacto dos participantes com a EMcEsta. Por exemplo, a exploração do conceito de espiral foi associada ao contexto da cestaria e ao contexto da medicina na discussão das tarefas propostas em “À roda com os cestos” e o conceito de estimativa, trabalhado igualmente no contexto da cestaria ao longo da tarefa “Andala, para que te quero?”, foi extrapolado para outras situações do quotidiano.

Quanto a despertar os cesteiros para relações entre matemática e práticas de cestaria, destacou-se como potencial consequência uma ação consciente e fundamentada das suas práticas assim como a autovalorização do seu trabalho, bem como do seu conhecimento, a qual evidencia o desenvolvimento da confiança cultural (Gerdes, 2007a, 2012b).

Os participantes destacaram na EMcEsta a perspetiva integrada de experiências, cultural e matemática, bem como as orientações de inspiração etnomatemática. Nos recursos evidenciaram a natureza exploratória das tarefas, o que está de acordo com os pressupostos em que assenta. Nestas condições, consideraram a articulação com práticas da educação matemática formal adequada e manifestaram expectativa da experiência EMcEsta contextualizar a aprendizagem e estimular nos alunos a consciencialização da relevância da matemática, em diferentes práticas e situações na sociedade.

Neste estudo, a consciencialização da relevância da matemática foi sugestiva de influenciar a relação do utilizador com a matemática. Entre expectativas enunciadas e evidências destacam-se: o estímulo de uma visão da matemática integrada na sociedade, ao nível da imagem; o despertar de motivações, interesses e expectativas em relação à matemática e um aumento de interesse por ela. Foi sugerido que, para o interesse ser consolidado, sejam proporcionadas experiências afins, o que

¹⁰¹ Da apreciação dos especialistas quanto à efetividade, emergiram também recomendações para a implementação e sustentabilidade dos recursos enquadrados no formato de trilho que foram sintetizadas na secção *dos recursos ao trilho EMcEsta*, no capítulo 7, e integradas na proposta de trilho EMcEsta, no apêndice B.

está de acordo com as orientações do modelo contextual de aprendizagem (Falk & Dierking, 2013). Verificou-se também potencial de “Balaio há, balaio é” para estimular o estabelecimento de relações entre a dimensão científica e a estética do cesto e, conseqüentemente, contribuir para o utilizador apreciar a beleza da ciência.

Pelo exposto, é expetável que a experiência educacional desenvolva no utilizador uma melhor atitude em relação à matemática. Aliás, a melhoria da atitude relativamente à ciência está entre os benefícios dos contextos de educação não formal na promoção de educação científica (Delicado, 2013; Falk & Dierking, 2013, 2019; Rodrigues, 2011, 2016; Stocklmayer et al., 2010). Assim, também esta característica vincula a EMcEsta a um cariz de educação científica em contexto não formal, conforme desejável.

O potencial que a EMcEsta revelou para sensibilizar os seus utilizadores a alargarem o conceito de matemática a diferentes contextos, foi igualmente sugestivo da incompletude do conhecimento científico abrindo a possibilidade do conhecimento ser alargado a outras dimensões além da científica. Nomeadamente, a emergência de conhecimento científico, técnico e humanístico, imbuído em valores sociais e culturais na análise de aspetos da cestaria, parece estar na base do potencial desenvolvimento de confiança cultural.

Relativamente à sensibilidade para perspetivar a prática de cestaria à luz do entrecruzamento de dimensões culturais, destaca-se o potencial contributo da EMcEsta estimular uma visão holística do conhecimento. Para isso contribui a interligação desta com diferentes áreas do saber (matemática, ciências naturais, sustentabilidade, arte, geografia, história, multiculturalismo e linguística) e a sua coerência com perspetivas multi/inter e transdisciplinares de educação, concretamente com a referência ao STEM e STEAM, salientadas ao longo das entrevistas. Ainda neste âmbito, particularizou-se o entrelaçamento do conhecimento científico e técnico na análise da engenharia de produção de cestos, reiterando essa sugestão em abordagens etnomatemáticas (Shirley & Palhares, 2016) e destacando a interligação das dimensões culturais do conhecimento (M. Santos, 2009) no contexto da cestaria.

A EMcEsta foi também considerada como potencial impulsionadora de transformações nas práticas de cestaria na ilha do Príncipe. Em particular, a reinvenção das práticas de cestaria revelou-se previsivelmente fértil na interligação entre o pensamento científico e a sensibilidade estética, fundamentando a criatividade e inovação na confeção de objetos em cestaria.

Estes resultados apontam para o potencial de despertar nos utilizadores uma perspetiva da cestaria na confluência do conhecimento, incluindo científico, o que foi sugestivo destes atribuírem mais relevância à cestaria, e conseqüentemente, melhorarem a sua relação com ela. Não obstante as expectativas enunciadas, foram as razões de cariz utilitário que se assumiram como preponderantes na escolha de estratégias e sugestões propostas pelos participantes para relevar a cestaria na ilha do Príncipe.

Nesta investigação, a cestaria atuou como elemento basilar para os participantes alargarem o espectro de atuação da matemática naquele e, eventualmente, em outros contextos. A consciencialização da matemática e conseqüente confiança cultural (Gerdes, 2012b) foram

apontadas como formas de valorizar a matemática em contexto e a sua apropriação social com base no conhecimento plural. Tal reiterou, por um lado, a mensagem de que a “matemática está em todo o lado” e, por outro, salientou que o conhecimento e as práticas são multidimensionais.

Além destes, outros resultados deste estudo, ao nível da praticidade real, apontam para a potencial efetividade da EMcEsta. Nomeadamente, a atribuição de significado matemático, no contexto da cestaria, interligou diferentes dimensões e escalas culturais do conhecimento e, na relação com outros contextos, estabeleceram-se pontes culturais entre o utilizador e a ciência. Isto enquadra-se nos propósitos de educação científica, numa perspetiva de ciência como cultural, e o conhecimento plural daqui resultante é parte da cultura científica (M. Santos, 2009; UNESCO, 2005a, 2005b). Ainda ao nível da interligação de significados matemáticos no contexto da cestaria, a desmistificação da matemática é uma forma de aproximar a ciência do utilizador.

Estes resultados são convergentes com as perspetivas de autores (Aikenhead, 2009; M. Santos, 2009, 2011) que consideram que aproximar a ciência do cidadão é um caminho para valorizar a cultura científica, que a assumem como conhecimento plural que atribui significado ao conhecimento científico entrelaçado com outras dimensões da cultura. Desta forma, espera-se que a implementação dos recursos EMcEsta contribua para aproximar a ciência, matemática em particular, dos seus utilizadores.

As reações dos participantes, que revelam uma tendência para fundamentar na matemática potenciais tomadas de decisão, apontam para a aproximação dos utilizadores à matemática e coincide com a perspetiva de M. Santos (2005), que afirma que o cidadão que sente uma ciência próxima dos assuntos mundanos reage com a valorização e a transmissão desse conhecimento que se aplica a situações do seu quotidiano.

Contributos para a resposta à terceira questão do estudo

Primeiramente destaca-se que os participantes que experienciaram os recursos EMcEsta terminaram com mais questões de que quando a iniciaram. Segundo Wagensberg (2001), quando um indivíduo sai com mais questões do que quando entrou, é porque a experiência cumpriu o seu papel, no sentido de ter estimulado alguma mudança. Esse impacto é inequívoco.

A exploração dos recursos apontou também para expectativas de desenvolvimento de atitudes promotoras de educação científica. Por um lado, ao nível da melhoria da atitude do utilizador em relação à matemática e à cestaria. Por outro, na aproximação mútua entre a ciência e o cidadão, em particular pela consciencialização da matemática e o desenvolvimento da confiança cultural despertados pela sensibilidade para alargar o seu entendimento a diferentes contextos no qual opera, mas também pela sensibilidade para perspetivar a prática de cestaria à luz do entrecruzamento de dimensões culturais sugerir uma visão plural de conhecimento científico.

Verificou-se também expectativa em relação ao impacto da EMcEsta na educação formal e na educação ao longo da vida na ilha do Príncipe. No entanto, o local em que decorreu a experiência, bem como a mediação a distância atuaram, conforme previsível, como fatores inibidores do envolvimento dos participantes nas tarefas propostas, reiterado nas interações e pela teoria. Assim,

será expetável que, em condições normais, a experimentação destes recursos propicie um o envolvimento mais efetivo dos utilizadores com os recursos e com o meio envolvente, potenciando os resultados iniciados pela experiência levada a cabo.

Finalmente, as relações entre ciência e sociedade, sugeridas ao longo da análise da efetividade esperada, convergem para os propósitos educacionais que motivaram o trilho contextualizado na cestaria da ilha do Príncipe. Neste sentido, a integração dos recursos em causa no formato de trilho orientado-pela-cultura poderá potenciar os resultados obtidos.

Considerações relativas à finalidade do estudo

Este estudo visou desenvolver um trilho partindo da cultura – cestaria da ilha do Príncipe –, e tendo como propósito a cultura – aproximação entre o cidadão e a ciência –, integrado numa perspetiva de educação científica em contexto não formal, coerente com perspetivas múltiplas da etnomatemática.

A **Experiência** educacional para a integração de perspetivas múltiplas da etno**Matemática** no contexto da **cEstaria** da ilha do Príncipe – EMcEsta – foi desenvolvida para lhe dar resposta. Ao longo de um processo de *design research*, a EMcEsta revelou-se válida, prática e a exploração dos recursos educativos indiciou uma efetividade quanto ao desenvolvimento de atitudes de educação científica esperadas. Estas, por sua vez, revelaram contribuir para a aproximação mútua entre ciência e sociedade, ou seja, convergem para os propósitos de educação científica que lhe estão subjacentes.

Os produtos desta investigação, que abaixo se enunciam, permitiram desenvolver conhecimento conceptual e operacional em procedimentos considerados essenciais para o desenvolvimento de qualquer trilho, tendo a cultura como princípio e propósito:

- i) Dois quadros teóricos de referência, um focado em etnomatemática e outro sobre educação científica em contexto não formal;
- ii) Quadro conceptual da abordagem educacional orientada-pela-cultura, a qual interliga propósitos de educação científica em contexto não formal, numa perspetiva de ciência como cultura com orientações didáticas de inspiração etnomatemática. Neste âmbito, os trilhos orientados-pela-cultura especificam o contexto não formal e são sugeridas sete fases para o seu desenvolvimento;
- iii) Caracterização da cestaria da ilha do Príncipe constituída por uma parte dos olhares matemáticos orientados-pela-cultura. Nela estão incluídas o olhar da investigadora sobre as perspetivas do cesteiro e do matemático;
- iv) Recomendações para o desenvolvimento de abordagens educacionais orientados-pela-cultura, constituídas pelos doze princípios de *design* que incluem conhecimento sobre características da intervenção e procedimental;
- v) Orientações para o desenho de tarefas de trilhos orientados-pela-cultura, sistematizadas em seis sugestões metodológicas que emergiram da operacionalização dos olhares matemáticos integrados numa abordagem educacional orientada-pela cultura;

- vi) Coleção EMcEsta, que consiste em quatro pares de guiões, um dirigido ao utilizador e outro dirigido ao mediador. Estes recursos caracterizam-se por: estimularem a interatividade; incentivarem a atribuição de significado matemático no contexto da cestaria e (re)contextualizarem práticas de cestaria para estilos de vida atuais e
- vii) Proposta de trilho. Dado que a avaliação assumiu a integração dos recursos no formato de trilho, emergiram, por parte dos participantes, recomendações que preconizam a implementação deste. Pela fertilidade da informação recolhida, elaborou-se uma proposta para a integração dos recursos educativos no trilho EMcEsta.

Atendendo aos resultados do presente estudo, considera-se que os mencionados produtos podem promover a integração da educação científica com incidência matemática e perspectivas etnomatemáticas educacionais, em particular, em contexto não formal. Tal afigura-se relevante no cenário educativo internacional, no qual as orientações da UNESCO apontam para uma abordagem holística do indivíduo, dos fenómenos e dos contextos, mas também por se perspetivar o trilho como promotor do desenvolvimento de cultura científica suscitada pela experiência integrada propiciada por este formato. Além disso, a produção de recursos integrada nas fases de desenvolvimento de trilhos proposta pode incitar a emergência destes, norteados por princípios e propósitos de cultura, e atentos à construção de tarefas com características em conformidade. Desta forma, a investigação desenvolvida espera contribuir para o desenvolvimento de trilhos orientados-pela-cultura que propiciem tarefas contextualizadas culturalmente.

Limitações do estudo

Uma limitação deste estudo consistiu nas condições de desenvolvimento da exploração dos recursos, mais sentida na terceira interação com os grupos focais a decorrerem a distância. Esta situação trouxe constrangimentos acrescidos em termos de mediação dos grupos focais e mediação das tarefas, mas também devido ao contexto em que os participantes se encontravam ser distinto das condições normais de implementação dos recursos EMcEsta. Relacionada com esta, destaca-se também a impossibilidade de todos os participantes no estudo terem tido acesso aos recursos materiais previstos para o desenvolvimento das tarefas.

Outra limitação deste estudo foi o encerramento do Espaço Ciência Sundy durante o período em que esta investigação se desenvolveu. O seu funcionamento poderia ter desvanecido dificuldades logísticas, potenciado o trabalho colaborativo e permitido rentabilizar o tempo, nomeadamente no que respeita à avaliação dos recursos.

Finalmente, mas não menos importante, referir que a dificuldade de acesso ao terreno, exponencialmente agravado pela pandemia da COVID-19, limitou a possibilidade de implementar o projeto inicial que sofreu duas adaptações metodológicas estruturais ao longo do tempo.

Implicações e sugestões para futuras investigações

No panorama global, o carácter inovador da abordagem educacional despertou para relações entre perspectivas etnomatemáticas e de educação científica em contexto não formal, que poderão ser exploradas e aprofundadas em novas investigações. Quais são, afinal, as potencialidades de integrar perspectivas etnomatemáticas em contextos de educação não formal? Essa integração é desejável? E é necessária?

Em particular, em termos da ilha do Príncipe, a implicação mais evidente deste estudo é garantir a implementação da EMcEsta e integrá-la na oferta educativa do Espaço Ciência Sundy. Esta integração, além de ser uma vontade manifestada pela respetiva Comissão de Gestão, poderá trazer sinergias de retroalimentação nas dinâmicas entre ambas. No contexto da implementação do trilho, a avaliação em larga escala para aferir a efetividade real poderá ser considerada.

Em termos de efetividade esperada, este estudo reiterou a melhoria de atitudes perante a ciência, o que está de acordo com o esperado desenvolvimento de atitudes de educação científica em contextos não formais. No entanto, as experiências de cariz não formal conduzem também a aprendizagens em ciência e sobre ciência, que poderão ocorrer posteriormente à experiência (Rennie & Johnston, 2004; Rodrigues, 2016; Stocklmayer et al., 2010; Stocklmayer & Rennie, 2017). Assim, relativamente ao público da EMcEsta, será também de investigar as competências de educação científica desenvolvidas, isto é, ir para além das atitudes e considerar igualmente os conhecimentos e capacidades que começaram a despontar nas conclusões deste estudo, em estudo, tendencialmente longitudinais. Até que ponto a EMcEsta constitui uma estratégia de aproximar ciência e o cidadão comum? Que implicações representa ao nível do exercício de uma cidadania autónoma e responsável?

Relembra-se que a conceptualização da EMcEsta preconiza a integração na investigação. Assim, a continuidade desta se constituir como um objeto de estudo abre perspectivas do seu melhoramento contínuo. Em particular, numa ilha em que oferta de educação não formal é escassa, será de compreender quem são os públicos que procuram esta experiência, adequar estratégias que os fidelize e experimentar outras direcionadas a cativar diferentes segmentos, estimulando a educação científica desde a infância e ao longo da vida (Harlen, 2018; UNESCO 2005a, 2010). Considera-se igualmente oportuno experimentar e avaliar estratégias de complementaridade da EMcEsta com a educação formal, uma vez que experiências de aprendizagem que combinam os vários contextos têm sugerido melhoria da qualidade da aprendizagem e um ensino mais eficaz (Falk & Dierking, 2019; Rodrigues, 2016). Também o envolvimento de membros da comunidade em investigação que permita dar resposta aos problemas gerados naquele contexto, pode ser complementar (NRC, 2009). Para isso, e de acordo com orientações que se mostraram bem conseguidas em outros contextos (NRC, 2009; Rodrigues, 2016), o enquadramento da EMcEsta em projetos de Investigação e Desenvolvimento (I&D), constituído por uma equipa multidisciplinar de elementos, pode reunir condições e conhecimento para responder a estas e outras questões.

Referências bibliográficas

- AAAS – American Association for the Advancement of Science (1989). *Project 2061: Science for all Americans*. <https://www.aaas.org/resources/science-all-americans>
- Acevedo, J. A. (2004). Reflexiones sobre las finalidades de la enseñanza de las ciencias: educación científica para la ciudadanía. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 1(1), 3–16. http://dx.doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2004.v1.i1.01
- Adam, N. A. (2011). *Weaving mathematics and culture: an evaluation of mutual interrogation as a methodological process in ethnomathematical research* [Tese de Doutorado, University of Auckland]. Repositório da University of Auckland. <http://hdl.handle.net/2292/6654>
- Adam, N. A., Alangui, W., & Barton, B. (2010). Bright lights and questions: Using mutual interrogation. *For the learning of Mathematics*, 30(3), 10–16.
- Adam, S., Alangui, W., & Barton, B. (2003). A comment on Rowlands and Carson ‘Where would formal academic mathematics stand in a curriculum informed by ethnomathematics? A critical review’. *Educational Studies in Mathematics*, 52(3), 327–335. <https://doi.org/10.1023/A:1024308220169>
- Agostinho, A., & Bandeira, M. (2017). Línguas nacionais de São Tomé e Príncipe e ortografia unificada. *RILP - Revista Internacional em Língua Portuguesa*, 31, 209–229. <https://doi.org/10.31492/2184-2043.RILP2017.31/pp.209-229>
- Aikenhead, G. (2009). *Educação científica para todos*. Edições Pedagogo.
- Akker, J. (1999). Principles and methods of development research. Em J. Akker, R. Branch, K. Gustafson, N. M. Nieveen, & T. Plomp (Eds.), *Design approaches and tools in education and training* (pp. 1–14). Kluwer Academic Publishers.
- Akker, J., Gravemeijer, K., McKenney, S., & Nieveen, N. (2006). Introducing educational design research. Em J. Akker, K. Gravemeijer, S. McKenney, & N. Nieveen (Eds.), *Educational design research* (pp. 3–7). Routledge.
- Alangui, W. (2010). *Stone walls and water flows: Interrogating cultural practice and mathematics* [Tese de Doutorado, University of Auckland]. Repositório da University of Auckland. <http://hdl.handle.net/2292/5732>
- Alangui, W. (2020). Beyond songs and dances: Ethnomathematics and the challenge of culture. *Revista Latinoamericana de Etnomatemática*, 13(3), 88–107. <https://doi.org/10.22267/relatem.20133.63>
- Albanese, V. (2014). *Etnomatemática sen artesanías de trenzado y concepciones sobre las matemáticas en la formación docente* [Tese de Doutorado, Universidad de Granada]. Repositório da Universidad de Granada. <http://hdl.handle.net/10481/35195>

Referências bibliográficas

- Alrø, H., Skovsmose, O., & Valero, P. (2009). Inter-viewing foreground: students' motives for learning in a multicultural setting. Em M. César & K. Kumpulainen (Eds.), *Social interactions in multicultural settings* (pp. 13–37). Sense publishers.
- Amado, J. (2014). *Manual de investigação qualitativa em educação* (2ª ed.). <https://doi.org/10.14195/978-989-26-0879-2>
- Amundson, R. (1982). Science, Ethnoscience, and Ethnocentrism. *Philosophy of Science*, 49(2), 236–250.
- APA – American Psychological Association. (2017). *Ethical Principles of Psychologists and Code of Conduct*. <https://www.apa.org/ethics/code/index>
- Areia, M., Martins, M. R., & Miranda, M. A. (1988a). *Cestaria tradicional em África*. Instituto de Antropologia da Universidade de Coimbra.
- Areia, M., Martins, M. R., & Miranda, M. A. (1988b). *Cestaria tradicional em África - catálogo*. Instituto de Antropologia da Universidade de Coimbra.
- Aroca, A. (2012). Las formas de orientación espacial de los pescadores de Buenaventura, Colombia. *Revista U.D.C.A. Actualidad Y Divulgation Científica*, 15(2), 457–465.
- Aroca, A. (2013). Algunas concepciones espaciales de los pescadores de Buenaventura, Pacífico colombiano. *Revista Amauta*, 21, 47–61.
- Ascher, M., & Ascher, R. (1994). Ethomathematics. Em I. Grattan-Guinness (Ed.). *Companion Encyclopedia of the History and Philosophy of the Mathematical Sciences: Vol. 2* (pp. 1545–1554). Routledge.
- Ascher, M., & Ascher, R. (1997). Ethomathematics. Em A. Powell & M. Frankenstein (Eds.), *Ethnomathematics: Challenging eurocentrism in mathematics education* (pp. 25–50). State University of New York Press.
- Ascher, M. (2002). *Mathematics elsewhere: An exploration of ideas across cultures*. Princeton University Press.
- Babbie, E. (2007). *The practice of social research* (12ª ed.). Wadsworth.
- Bandeira, F. (2012). Pedagogia etnomatemática: uma proposta para o ensino de matemática na educação básica. *Revista Latinoamericana de Etnomatemática*, 5(2), 21–46. <https://www.revista.etnomatematica.org/index.php/RevLatEm/article/view/44>
- Bang, M., Medin, D., Washinawatok, K., & Chapman S. (2010). Innovations in Culturally Based Science Education Through Partnerships and Community. Em M. Khine & I. Saleh (Eds.), *New Science of Learning* (pp. 569–592). Springer. https://doi.org/10.1007/978-1-4419-5716-0_28
- Barab, S., & Squire, K. (2004). Design-Based Research: Putting a Stake in the Ground. *Journal of the Learning Sciences*, 13(1), 1–14. https://doi.org/10.1207/s15327809jls1301_1
- Barbosa, A., & Vale, I. (2016). Math Trails: Meaningful Mathematics Outside the Classroom With Pre-Service Teachers. *Journal of the European Teacher Education Network*, 11, 49–63. <https://etenjournal.com/2020/02/07/math-trails-meaningful-mathematics-outside-the-classroom-with-pre-service-teachers/>

Referências bibliográficas

- Barbosa, E. (2019). *Práticas de um professor, participação dos alunos e pensamento algébrico numa turma de 7.º ano de escolaridade* [Tese de Doutoramento, Universidade de Évora]. Repositório da UE. <https://dspace.uevora.pt/rdpc/handle/10174/25606>
- Barton, B. (1996). Making sense in Ethnomathematics: Ethnomathematics is making sense. *Educational Studies in Mathematics*, 31(1–2), 201–233. <https://doi.org/10.1007/BF00143932>.
- Barton, B. (1999). Ethnomathematics and Philosophy. *ZDM – The International Journal on Mathematics Education*, 31(2), 54–58. <https://doi.org/10.1007/s11858-999-0009-7>
- Barton, B. (2008). *The language of mathematics: Telling mathematical tales*. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-0-387-72859-9>
- Bernales, M., & Powell, A. (2018). Descolonizing Ethnomathematics. *Ensino Em Re-Vista*, 25(3), 565–587. <https://doi.org/10.14393/ER-v25n3a2018-3>
- Bishop, A. J. (1988) *Mathematical enculturation: A cultural perspective on mathematics education*. Kluwer.
- Bishop, A. (1990). Western Mathematics: The secret weapon of cultural imperialism. *Race & Class*, 32(2), 51–65. <https://doi.org/10.1177/030639689003200204>
- Bishop, A. (1994). Cultural conflicts in mathematics education: developing a research agenda. *For the Learning of Mathematics Journal*, 14(2), 15–18.
- Bishop, A. (2005). *Aproximación sociocultural a la educación matemática*. Universidad del Valle.
- Blanco-Álvarez, H. (2017). *Elementos para la formación de maestros de matemáticas desde la etnomatemática* [Tese de Doutoramento, Universidad de Granada]. Repositório da Universidad de Granada. <http://hdl.handle.net/10481/47630>
- Boaler, J. (1993) The role of contexts in the mathematics classroom: do they make mathematics more “real”? *For the Learning of Mathematics*. 13(2), 12-17.
- Bogdan, R., & Biklen, S. (1994). *Investigação qualitativa em educação: Uma introdução à teoria e aos métodos*. Porto Editora.
- Borrvalho, A., Fialho, I., & Cid, M. (2015). A Triangulação Sustentada de Dados como Condição Fundamental para a Investigação Qualitativa. *Revista Lusófona de Educação*, 29, 53–69. <https://revistas.ulusofona.pt/index.php/rleducacao/article/view/5094>
- Borrvalho, A., Silvestre, M. J., Barbosa, E., & Latas, J. (2019). *Plano de intervenção: melhorias das competências dos alunos em Língua Portuguesa e Matemática*. IMVF/Camões, IP.
- Bucchi, M., & Trench, B. (2014). Science communication research: themes and challenges. Em M. Bucchi & B. Tranch (Eds.), *Routledge Handbook of Public Communication of Science and Technology* (2ª ed., pp. 1–13). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9780203483794>
- Buescu, J. (2002). *O Mistério do Bilhete de Identidade e Outras Histórias – Crónicas das Fronteiras da Ciência* (4ª ed.). Gravida.
- Cachapuz, A. (2016). Cultura científica e a defesa da cidadania. *Campo Abierto*, 35(1), 3–12.
- Cachapuz, A., Praia, J., & Jorge, M. (2004). Da educação em ciência às orientações para o ensino das ciências: um repensar epistemológico. *Ciência & educação*, 10(3), 363–381.

- Cahyono, A., & Ludwig, M. (2019). Teaching and learning mathematics around the city supported by the use of digital technology. *EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 15(1), em 1654. <https://doi.org/10.29333/ejmste/99514>
- Cahyono, A., Ludwig, M., & Marée, S. (2015). Designing mathematical outdoor tasks for the implementation of The MathCityMap – Project in Indonesia. Em Vistro-Yu, C. (Ed.), *In pursuit of quality mathematics education for all: Proceedings of the 7th ICMI-East Asia Regional Conference on Mathematics Education* (pp. 151–158). Philippine Council of Mathematics Teacher Educators (MATHTED)
- Caldeira, A., Viamonte, A. J., Figueiredo, I., & Brás, H. (2020). Using Math Trails as a Travel Guide. Em M. Ludwig, S. Jablonski, A. Caldeira, & A. Moura (Eds.), *Research on Outdoor STEM Education in the digiTal Age* (pp. 197–200). WTM. <https://doi.org/10.37626/GA9783959871440.0.24>
- Campos, M. (2002). Etnociência ou etnografia de saberes, técnicas e práticas? Em M. C. Amorozo; L. Ming & S. Silva (Orgs.). *Métodos de coleta e análise de dados em etnobiologia, etnoecologia e disciplinas correlatas*. (pp. 47–92). Universidade Estadual Paulista (UNESP).
- Carletti, C. (2016). *Mediadores de centro e museus de ciência brasileiros: quem são esses atores-chave na mediação entre a ciência e o público?*. [Tese de Doutorado, Instituto Oswaldo Cruz] Repositório Institucional da Fiocruz. <https://www.arca.fiocruz.br/handle/icict/17693>
- Carmo, H., & Ferreira, M. (2008). *Metodologia da investigação. Guia para auto-aprendizagem* (2ª ed.). Lisboa: Universidade Aberta.
- Carraher, T., Carraher, D., & Schlieman, A. (1993). *Na Vida, Dez; na Escola Zero* (7ª ed.). São Paulo: Cortez.
- Chaleyat-Maurel, M. (2012). WMY 2000: Ten years on... Em E. Behrends, N. Crato & J. Rodrigues (Eds.), *Raising Public Awareness of Mathematics* (pp. 215–228). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-642-25710-0_16
- Chaves, E. (2004). Conceito de educação: a filosofia da educação e a análise de conceitos educacionais. http://www.educadores.diaadia.pr.gov.br/arquivos/File/2010/artigos_teses/filosofia_da_educacao.pdf
- Cherinda, M. (2012). Weaving exploration in the process of acquisition and development of mathematical knowledge. *Proceedings of the 12th International Congress on Mathematics Education – ICME 12: Vol. 2. Regular Lectures* (pp. 5–8). Seoul, South Korea: ICMI.
- Chieus, G. (2009). A Braça da Rede , uma Técnica Caiçara de Medir. *Revista Latinoamericana de Etnomatemática*, 2(2), 4–17. <http://www.etnomatematica.org/v2-n2-agosto2009/chieus.pdf>
- Chripino, A. (2017). *Introdução aos Enfoques CTS – Ciência, Tecnologia e Sociedade – na educação e no ensino. Documentos de trabalho de iber-ciencia*, 4. OEI – Iber-ciencia e Consejería de Economía, Innovación, Ciencia y Empleo de la Junta de Andalucía. <https://aia-cts.web.ua.pt/?p=1502>

- Civil, M. (2016). STEM learning research through a funds of knowledge lens. *Cultural Studies of Science Education*, 11, 41–59. <https://doi.org/10.1007/s11422-014-9648-2>
- Clementes, M., Bishop, A., Keitel, C., Kilpatrick, J., & Frederick, L. (Eds.) (2013). *The third International Handbook of Mathematics Education*. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-1-4614-4684-2>
- CNU – Comissão Nacional da UNESCO (2015). *Ciência para um futuro sustentável*. <https://unescoportugal.mne.gov.pt/pt/temas/ciencia-para-um-futuro-sustentavel>
- Cobern, W., & Loving, C. (2001). Defining ‘science’ in a multicultural world. *Science Education*, 85(1), 50–67. [https://doi.org/10.1002/1098-237X\(200101\)85:1<50::AID-SCE5>3.0.CO;2-G](https://doi.org/10.1002/1098-237X(200101)85:1<50::AID-SCE5>3.0.CO;2-G)
- Cortes, D., Orey, D., & Rosa, M. (2018). Etnomodelos como uma ação pedagógica: um produto educacional com sugestões para a prática docente em salas de aula. *BOEM – Boletim online de Educação Matemática*, 6(10), 40–60. <https://doi.org/10.5965/2357724X06102018040>
- Costa, A. F., Ávila, P., & Mateus, S. (2002). *Públicos da Ciência em Portugal*. Gradiva.
- Costa, N., Lopes, B., Lucas, M., Cabrita, I., Gonçalves, M. & Diogo, S. (2017). *Relatório Final do Estudo de Avaliação Externa à reforma do Ensino Secundário de São Tomé e Príncipe (2009-2016)*. IMVF/Camões, IP.
- Costa, R. & Oliveira, C. (2019). Etnomatemática e formação inicial de professores que ensinam matemática: um olhar sobre a produção científica no Brasil. *Hipátia*, 4(1), 143–152.
- Crato, N. (2008). *A Matemática das Coisas* (2ª ed.). Gradiva.
- Creswell, J. W. (2014). *Research Design: Qualitative, Quantitative and Mixed Methods Approaches* (4ª ed.). Sage.
- CSJCA – Centre for Social Justice and Community Action (2012). *Community-based participatory research: A guide to ethical principles and practice*. National Co-ordinating Centre for Public Engagement.
- Cuche, D. (2003). *A noção de cultura nas ciências sociais*. (M. Pereira, Trad.; 2ª ed.). Fim de século – edições.
- D’Ambrósio, U. (1983). Successes and failures of mathematics curricula in the past two decades: A developing society viewpoint in a holistic framework. Em M. Zweng, T. Green, J. Kilpatrick, H. Pollak & M. Suydam (Eds.), *Proceedings of fourth International Congress of Mathematical Education (ICME-4)* (pp. 362–364). Birkhäuser.
- D’Ambrósio, U. (1985). Ethnomathematics and its place in the history and pedagogy of Mathematics. *For the learning of Mathematics*, 5(1), 44–48.
- D’Ambrósio, U. (1987). Reflections on ethnomathematics. *International Study Group on Ethnomathematics Newsletter*, 3(1). <https://web.nmsu.edu/~pscott/isgem31.htm>
- D’Ambrósio, U. (1988). Ethnomathematics: a research program in the history of ideas and in cognition. *International Study Group on Ethnomathematics Newsletter*, 4(1). <https://web.nmsu.edu/~pscott/isgem41.htm>
- D’Ambrósio, U. (1992). Reflexões sobre história, filosofia e matemática. *BOLEMA - Boletim de Educação Matemática*, 7(especial 2), 42–60.

Referências bibliográficas

- D'Ambrósio, U. (2005). Sociedade, cultura, matemática e seu ensino. *Educação e Pesquisa*, 31(1), 99–120.
- D'Ambrósio, U. (2009). Etnomatemática e História da Matemática. Em M. C. Fantinato (Org.) *Etnomatemática: novos desafios teóricos e pedagógicos* (2ª ed., pp. 17–28). Editora da Universidade Federal Fluminense.
- D'Ambrósio, U. (2016). *Etnomatemática: elo entre a tradição e a modernidade* (5ª ed.-ePub). Autêntica.
- Damerow, P., Dunkley, M. E., Nebres, B. F., & Werry, B. (1984). *Mathematics for All*. UNESCO.
- Davis, P. J., & Hersh, R. (1995). *A experiência matemática*. Gradiva.
- Delicado, A. (2006). Os museus e a promoção da cultura científica em Portugal. *Sociologia, Problemas e Práticas*, 51, 53–72.
- Delicado, A. (2013). O papel educativo dos museus científicos: públicos, atividades e parcerias. *Ensino Em Re-Vista*, 20(1), 43–56. <http://www.seer.ufu.br/index.php/emrevista/article/view/23208>
- Devlin, K. (2000a). *The language of mathematics: making the invisible visible*. W. H. Freeman and Company.
- Devlin, K. (2000b). *The math gene*. Basic books.
- Devlin, K. (2002). *Matemática. A ciência dos padrões*. Porto editora.
- Dias, D. (2016). *Estudo etnomatemático sobre o grupo étnico Nyaneka-nkhumbi do Sudoeste de Angola. Aplicações à Educação Matemática* [Tese de Doutorado, Universidade do Minho]. Repositório da Universidade do Minho. <http://hdl.handle.net/1822/42586>
- Dias, D., Costa, C., & Palhares, P. (2015). Sobre as casas tradicionais de pau-a-pique do grupo étnico Nyaneka-nkhumbi do Sudoeste de Angola. *Revista Latinoamericana de Etnomatemática*, 8(1), 10–28. <https://revista.etnomatematica.org/index.php/RevLatEm/article/view/171>
- Dias, D., Costa, C., & Palhares, P. (2017). Sobre os cestos tradicionais manufaturados pelas mulheres Nyaneka-nkhumbi de Angola. *Revista Latinoamericana de Etnomatemática*, 10(1), 75–87. <https://www.revista.etnomatematica.org/index.php/RevLatEm/article/view/358>
- Dias, M. (1968). Contribuição para o estudo da cestaria em Gaza – Moçambique. *Geographica: Revista da Sociedade de Geografia de Lisboa*, 13, 3–19.
- Dias, M. I. (1994). *O inquérito por questionário: problemas teóricos e metodológicos gerais*. Universidade do Porto.
- Dierking, L., & Falk, J. H. (1992, 24 maio). *Redefining the museum experience: The Interactive Experience Model*. CAISE: Informal Science. <https://www.informalscience.org/redefining-museum-experience-interactive-experience-model>
- Dierking, L. (2005). Lessons without limit: how free-choice learning is transforming science and technology education. *História, Ciências, Saúde-Manguinhos*, 12(Suppl), 145–160. <https://doi.org/10.1590/S0104-59702005000400008>

Referências bibliográficas

- Domite, M. C. (2006). Da compreensão sobre formação de professores e professoras numa perspectiva etnomatemática. Em M. C. Fantinato (Org.) *Etnomatemática: novos desafios teóricos e pedagógicos* (2ª ed., pp. 419-431). Editora da Universidade Federal Fluminense.
- Dowling, G. (1994). *Corporate reputations: strategies for developing the corporate brand*. Kogan Page.
- Druken, B., & Frazin, S. (2018). Modeling with math trails. *Ohio Journal of School Mathematics*, 79, 43–53. <https://library.osu.edu/ojs/index.php/OJSM/article/view/6282>
- Durbin, J. (2000). *Modern Algebra: An introduction* (4ª ed.). John Wiley & Sons, Inc.
- EC – European Commission (2015). *Science Education for Responsible Citizenship*. European Union. www.doi.org/10.2777/12626.
- Eglash, R. (2000). Anthropological perspectives on ethnomathematics. Em H. Selin (Ed.), *Mathematics across cultures: the history of non-Western mathematics* (pp. 13–22). Kluwer Academic Publishers.
- Eglash, R., Bennett, E., O'Donnell, C., Jennings, S & Cintorino, M. (2006). Anthropology and Education. *American Anthropologist*, 108(2), 347–362.
- Ellenbogen, K. (2013), The Convergence of Informal Science Education and Science Communication. *Curator*, 56(1), 11–14. <https://doi.org/10.1111/cura.12002>
- English, L., Humble, S., & Barnes, V. (2010). Trailblazers. *Teaching Children Mathematics*, 16(7), 402–409.
- Essentia (2011). Plano e Agenda de Desenvolvimento Sustentável da ilha do Príncipe: Relatório I – Caracterização e diagnóstico. Essentia.
- Falk, J. H., & Dierking, L. (1992). *The museum experience*. Whalesback Books.
- Falk, J. H., & Dierking, L. (2000). *Learning from museums: visitor experiences and the making of meaning*. AltaMira Press.
- Falk, J. H., & Dierking, L. (2013). *The museum experience revisited*. Routledge.
- Falk, J. H., & Dierking, L. (2019). Reimagining public science education: the role of lifelong free-choice learning. *Disciplinary and Interdisciplinary Science Education Research*, 1–10. <https://doi.org/10.1186/s43031-019-0013-x>
- Falk, J. H., & Storksdieck, M. (2005). Learning science from museums. *História, Ciências, Saúde-Manguinhos*, 12(Suppl), 117–143. <https://doi.org/10.1590/S0104-59702005000400007>
- Fauzan, A. (2002). *Applying realistic mathematics education (RME) for teaching geometry in Indonesian primary schools*. [Tese de Doutorado, Universiteit Twente]. Repositório da Universiteit Twente. <https://research.utwente.nl/en/publications/applying-realistic-mathematics-education-rme-in-teaching-geometry>.
- Fazenda, M. J. (2016). Da reflexão teórica sobre a dança ao trabalho de campo e vice-versa. Em S. Almeida & R. Cachado (Orgs.), *Os arquivos dos antropólogo* (pp. 49–58). Palavrão, Associação Cultural.

Referências bibliográficas

- Fernandes, D. (2016). Ensino e avaliação no ensino superior: reflexões a partir da pesquisa realizada no âmbito do projeto AVENA. *Cadernos CEDES*, 36(99), 223–238. <https://doi.org/10.1590/CC0101-32622016160370>
- Fernandes, D., Borralho, A., Vale, I., Gaspar, A., & Dias, R. (2011). *Ensino, avaliação e participação dos alunos em contextos de experimentação e generalização do novo programa de matemática do ensino básico*. Instituto de Educação da Universidade de Lisboa.
- Fernandes, D., Rodrigues, P., & Nunes, C. (2012). Uma investigação em ensino, avaliação e aprendizagens no ensino superior. Em C. Leite & M. Zabalza (Coords.), *Ensino superior: Inovação e qualidade na docência* (pp. 932–944). Centro de Investigação e Intervenção Educativas da Faculdade de Psicologia e de Ciências da Educação da Universidade do Porto.
- Fernandes, F., Vale, I., & Palhares, P. (2017). A resolução de tarefas matemáticas em contextos não formais por alunos do 1º CEB. Em L. Menezes, A. Ribeiro, H. Gomes, A. P. Martins, F. Tavares & H. Pinto (Eds.), *Atas do XXVIII Seminário de Investigação em Educação Matemática* (pp. 202–216). APM.
- Ferreira, E. (2009). “Desencantamento do mundo” – estaria a Etnomatemática contribuindo para ele?. Em M. C. Fantinato (Org.) *Etnomatemática: novos desafios teóricos e pedagógicos* (2ª ed., pp. 53-58). Editora da Universidade Federal Fluminense.
- Fessakis, G., Karta, P., & Kozas, K. (2018). Designing math trails for enhanced by mobile learning realistic mathematics education in primary education. *International Journal of Engineering Pedagogy (iJEP)*, 8(2), 49–63. <https://online-journals.org/index.php/i-jep/article/view/8131>
- Fuentes, C. (2019). Articulación de la etnomatemática y las propuestas decoloniales: Una invitación a la reexistencia. *Revista Latinoamericana de Etnomatemática*, 12(3), 59–82. <https://www.revista.etnomatematica.org/index.php/RevLatEm/article/view/524>
- Gago, M. (1992). Ciência e saber comum. Em Gabinete de Filosofia do Conhecimento (Org.), *A Ciência como Cultura* (pp. 27–44). Imprensa Nacional – Casa da Moeda.
- Gavarrete, M. E., & Albanese, V. (2015). Etnomatemáticas de signos culturales y su incidencia en la formación de maestros. *Revista Latinoamericana de Etnomatemática*, 8(2), 299–315. <https://www.revista.etnomatematica.org/index.php/RevLatEm/article/view/213>
- Gavarrete, M. E. (2012). *Modelo de aplicación de Etnomatemáticas en la Formación de Profesores para Contextos Indígenas de Costa Rica* [Tese de Doutorado, Universidad de Granada]. Repositório da Universidad de Granada. <http://repositorio.conicit.go.cr:8080/xmlui/handle/123456789/231>
- Geertz, C. (1983). *Local Knowledge: Further essays in interpretive anthropology*. Basic Books.
- Geertz, C. (1988). *Works and lives: The anthropologist as author*. Stanford University Press.
- Gerdes, P. (1988). *Exemplos de aplicações da Matemática na agricultura e na veterinária* (2ª ed.). Tlanu – brochura nº 3. Universidade Eduardo Mondlane.
- Gerdes, P. (1997). On culture, geometrical thinking and mathematics education. Em A. Powell & M. Frankenstein (Eds.), *Ethnomathematics: Challenging eurocentrism in mathematics education* (pp. 223–247). State University of New York Press.

Referências bibliográficas

- Gerdes, P. (1998). On culture and mathematics teacher education. *Journal of mathematics teacher education*, 1, 33–53.
- Gerdes, P. (2001). Ethnomathematics as a new research field, illustrated by studies of mathematical ideas in African history. Em J.J. Saldaña (Ed.), *Cuadernos de Quipu: Vol. 5. Science and Cultural Diversity: Filling a gap in the History of Science* (pp. 11–36). Sociedad Latinoamericana de História de las Ciencias y la Tecnología.
- Gerdes, P. (2007a). *Etnomatemática: Reflexões sobre matemática e diversidade cultural*. Edições Húmus.
- Gerdes, P. (2007b). *Geometria e Cestaria dos Bora na Amazônia Peruana* (reed.). Lulu.
- Gerdes, P. (2008). *Jogo dos Bisos: puzzles e divertimentos*. Lulu.
- Gerdes, P. (2009). *Sipatsi: Basketry and Geometry in the Tonga Culture of Inhambane (Mozambique, Africa)*. Lulu.
- Gerdes, P. (2010). *Da etnomatemática a arte-design e matrizes cíclicas*. Autêntica Editora.
- Gerdes, P. (2011a). *Aventuras no mundo das matrizes*. Lulu.
- Gerdes, P. (2011b). *Pitágoras Africano: Um estudo em cultura e educação matemática* (reed.). Lulu.
- Gerdes, P. (2012a). *Etnogeometria: Cultura e o despertar do pensamento geométrico* (reed.). Instituto Superior de Tecnologias e Gestão.
- Gerdes, P. (2012b). *Etnomatemática - Cultura, Matemática, Educação: Colectânea de Textos 1979-1991* (reed.). Instituto Superior de Tecnologias e Gestão.
- Gerdes, P. (2012c). *Othava: Fazer Cestos e Geometria na Cultura Makhuwa do Nordeste de Moçambique* (reed.). Instituto Superior de Tecnologias e Gestão.
- Gerdes, P. (2012d). *Lusona: Recreações geométricas em África* (3ª ed.). Lulu.
- Gerdes, P. (2013). *Desenhos de Angola: Viver a Matemática*. Edições Húmus.
- Gerdes, P. (2014). *Ethnomathematics and Education in Africa* (reed.). Instituto Superior de Tecnologias e Gestão.
- Gerdes, P. (Org.) (1994). *Explorations in Ethnomathematics and Ethnoscience in Mozambique*. Universidade Pedagógica.
- Gilbert, J. (2014). Science education through contexts: is it worth the effort? Em M. Watts (Ed.) *Debates in Science Education* (pp. 145–157). Routledge.
- Gonçalves, A. (2017). *Moçambique, da reflexão da cultura material ao desenvolvimento do design* [Dissertação de Mestrado, Universidade de Lisboa]. Repositório Institucional da Universidade de Lisboa. <http://hdl.handle.net/10451/30311>.
- Gondwe, M., & Longnecker, N. (2015). Objects as Stimuli for Exploring Young People's Views about Cultural and Scientific Knowledge. *Science, Technology & Human Values*, 40(5), 766–792. <https://doi.org/10.1177/0162243915577452>
- Gravemeijer, K., & Cobb, P. (2013). Design reseacr from the learning design perspective. Em T. Plomp & N. Nieveen (Eds.), *Educational design research Part A: an introduction* (pp. 72–113). Netherlands Institute for Curriculum Development (SLO).

Referências bibliográficas

- Gurjanow, I., Oliveira, M., Zender, J., Santos, P. A., & Ludwig, M. (2019). Mathematics Trails: Shallow and Deep Gamification. *International Journal of Serious Games*, 6(3), 65–79. <https://doi.org/10.17083/ijsg.v6i3.306>
- Gurjanow, I., Zender, J., & Ludwig, M. (2020). MathCityMap – Popularizing Mathematics around the Globe with Math Trails and Smartphone. Em M. Ludwig, S. Jablonski, A. Caldeira, & A. Moura (Eds.), *Research on Outdoor STEM Education in the digiTal Age* (pp. 103–110). WTM. <https://doi.org/10.37626/GA9783959871440.0.13>
- Gusmão, N. (2008). Antropologia, Estudos Culturais e Educação: desafios da modernidade. *Pro-Posições* 19(3), 47–82. <https://doi.org/10.1590/S0103-73072008000300004>
- Hansen, V. (2012). Keeping Mathematical Awareness Alive. Em E. Behrends, N. Crato & J. Rodrigues (Eds.), *Raising Public Awareness of Mathematics* (pp. 387–396). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-642-25710-0_27
- Harlen, W. (2018). *The teaching of science in primary schools* (7ª ed.). Routledge.
- Heath, T. L. (1897). *The Works of Archimedes*, edited in Modern Notation with Introductory Chapters by T. L. Heath. Cambridge University Press. Biblioteca eletrónica de Wellesley College Library. <https://archive.org/details/worksofarchimede00arch>
- Heath, T. L., (2011). *Archimedes. Men of Science*. EBook #35550. <http://www.gutenberg.org/ebooks/35550> (trabalho original publicado em 1920)
- Herrington, J., McKenney, S., Reeves, T., & Oliver, R. (2007). Design-based research and doctoral students: Guidelines for preparing a dissertation proposal. Em C. Montgomerie & J. Seale (Eds.), *Proceedings of World Conference on Educational Multimedia, Hypermedia and Telecommunications* (pp. 4089–4097). AACE.
- Horsthemke, K., & Schäfer, M. (2007). Does ‘African’ mathematics facilitate Access to mathematics? Towards an ongoing critical analysis of ethnomathematics in a South African Context. *Pythagoras*, 65, 2–9. <https://doi.org/10.4102/pythagoras.v0i65.85>
- Hurd, P. (1998) Scientific Literacy: New Minds for a Changing World. *Science Education*, 82, 407–416. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1098-237X\(199806\)82:3<407::AID-SCE6>3.0.CO;2-G](https://doi.org/10.1002/(SICI)1098-237X(199806)82:3<407::AID-SCE6>3.0.CO;2-G)
- INE – Instituto Nacional de Estatística (2013). *Resultados Distritais do IV Recenseamento Geral da População e da Habitação, 2012*. Instituto Nacional de Estatística da República Democrática de São Tomé e Príncipe.
- INE – Instituto Nacional de Estatística (2015). *Projeções Demográficas de S. Tomé e Príncipe no Horizonte 2035*. Instituto Nacional de Estatística da República Democrática de São Tomé e Príncipe.
- Islands Diversity for Science Education (s.d.). IDiverSE: criando trilhos da ciência. <https://idiverse.eu/>
- Jablonski, S., Lázaro, C., Ludwig, M., & Recio T. (2020). MathCityMap – Paseos Matemáticos através de dispositivos móveis. *Revista Uno*, 87(1), 47–54.

Referências bibliográficas

- <https://portugal.grao.com/es/producto/mathcitymap-paseos-matematicos-a-traves-de-dispositivos-moviles-un08797755>
- Jacobucci, D. (2008). Contribuições dos espaços não-formais de educação para a formação da cultura científica. *Revista Em Extensão*, 7(1), 55–66. <http://www.seer.ufu.br/index.php/revextensao/article/view/20390>
- Jegede, J., & Aikenhead, G. (1999). Transcending Cultural Borders: Implications for Science Teaching. *Journal for Science & Technology Education*, 17(1), 45–66. <https://doi.org/10.1080/0263514990170104>
- Joseph, G. G. (1997). Foundations of eurocentrism in mathematics. Em A. Powell & M. Frankenstein (Eds.), *Ethnomathematics: Challenging eurocentrism in mathematics education* (pp. 61–81). State University of New York Press.
- Katrikh, M. (2018). Creating Safe(r) Spaces for Visitors and Staff in Museum Programs. *Journal of Museum Education*, 43(1), 715. <https://doi.org/10.1080/10598650.2017.1410673>
- Keitel, C., & Vithal, R. (2008). Mathematical Power as Political Power – The Politics of Mathematics Education. Em P. Clarkson & N. Presmeg (Eds.), *Critical Issues in Mathematics Education* (pp. 167–188). Springer.
- Kelly, A. (2006). Quality criteria for design research: evidence and commitments. Em J. Akker, K. Gravemeijer, S. McKenney, & N. Nieveen (Eds.), *Educational design research* (pp. 107 – 118). Routledge.
- Kim, S., & Irving, K. (2010). History of Science as an Instrumental Context: Student Learning in Genetics and Nature of Science. *Science & Education*, 19(2), 187–215. <https://doi.org/10.1007/s11191-009-9191-9>
- Knijnik, G. (2012). Differentially positioned language games: ethnomathematics from a philosophical perspective. *Educational Studies in Mathematics*, 80(1-2), 87–100.
- Knijnik, G., Wanderer, F. & Oliveira, C. (Org.) (2004). *Etnomatemática, currículo e formação de professores*. Editora da Universidade de Santa Cruz do Sul.
- Knijnik, G., Wanderer, F., Giongo, I., & Duarte, C. (2019). *Etnomatemática em movimento* (3ª ed. - ePub). Autêntica.
- Laraia, R. B. (2001). *Cultura, um conceito antropológico* (14ª ed.). Jorge Zahar Editor, Ltda.
- Latas, J. (2011). *O reconhecimento e a exploração da Matemática cultural: Uma abordagem etnomatemática com alunos do 7.º ano de escolaridade* [Dissertação de Mestrado, Universidade de Évora]. Repositório Institucional da Universidade de Évora. <http://dspace.uevora.pt/rdpc/handle/10174/10422>
- Latas, J. (2019). A pedra fundamental de um legado no Príncipe, 100 anos depois. *Gazeta de Física*, 42(2), 30–31.
- Latas, J. (2021). Eddington@Sundy: bringing All together. Em M. Sotiriou, O. Heggland & O. Ben-Horin (Eds.), *Proceedings of CASE and GSO4SCHOOL International conference – STEAM Approach in Science Education* (pp. 28–29). Science View. [271](http://www.project-</p></div><div data-bbox=)

Referências bibliográficas

- case.eu/wp-content/uploads/2020/CASE_CONFERENCE/STEAM_Conference_Proceedings_FINAL.pdf
- Latas, J., & Moreira, D. (2013). Explorar conexões entre a matemática local e matemática global. *Revista Latinoamericana de Etnomatemática*, 6(3), 36–66. <https://www.revista.etnomatematica.org/index.php/RevLatEm/article/view/93>
- Latas, J., & Rodrigues, A. (2015). Trilho da Ciência: Um percurso de Educação Científica na ilha do Príncipe. *Revista Latinoamericana de Etnomatemática*, 8(2), 53–75. <https://www.revista.etnomatematica.org/index.php/RevLatEm/article/view/178>
- Latas, J., & Rodrigues, P. (2015). Sequencialidade educativa entre o Ensino Básico e o Ensino Secundário na disciplina de Matemática: o caso ilha do Príncipe. Em *Atas do II Colóquio Cabo-verdiano de Educação – CEDU 2015: Políticas e práxis da Educação nas perspetivas e em contextos pós-coloniais* (pp. 361–374). Edições Uni-CV.
- Latas, J., Pape, D., & Simões, A. (2020). Where exactly did A. S. Eddington observe the total solar eclipse of 29 May 1919?. *Journal of Astronomical History and Heritage*, 23(3), 614–627.
- Latas, J., Prazeres, M. J., Doran, R. & Fernandes, J. (2020). Eddington at Sundy: From history to legacy. *Communicating Astronomy with the Public Journal*, 28, 29–32.
- Leal, J. (2016). Diários de campo: Modos de fazer, modos de usar. Em S. Almeida & R. Cachado (Orgs.), *Os arquivos dos antropólogos* (pp. 143–154). Palavrão, Associação Cultural.
- Lee, H., Kyunghye, C., Kim, S., Jungsook, Y., Krajcik, J. S., Herman, B. C., & Zeidler, D. L. (2013). Socioscientific issues as a vehicle for promoting character and values as global citizens. *International Journal of Science Education*, 35(12), 2079–2113. <https://doi.org/10.1080/09500693.2012.749546>
- Lewenstein, B. (2015). Identifying what matters: Science education, science communication, and democracy. *JRST – Journal of Research in Science Teaching*, 52(2), 253–262. <https://doi.org/10.1002/tea.21201>
- Lloyd, R., Neilson, R., King, S., & Dyball, M. (2012). *Review of informal science learning*. Wellcome Trust.
- Lockwood, E. H. (1961). *A book of curves*. Cambridge University Press.
- Lorenzoni, C. (2010). *Cestaria Guarani do Espírito Santo numa perspectiva etnomatemática* [Tese de Doutorado, Universidade Federal do Espírito Santo]. Universidade Federal do Espírito Santo. <https://educacao.ufes.br/pos-graduacao/PPGE/detalhes-da-tese?id=8149>
- Macedo, M. (2016). Standard Cocoa. Transnational networks and technoscientific regimes in West African Plantations, *Technology and Culture*, 57(3), 557–585.
- Marques, L. (2019). A Educação em Ciências: Potencialidades dos Ambientes Exteriores à Sala de Aula. Em I. Martins (Org.), *Percursos de Investigação em Educação no CIDTFF: um itinerário pelas lições de agregação* (pp. 295–350). Universidade de Aveiro Editora. Repositório Institucional da Universidade de Aveiro. <https://ria.ua.pt/handle/10773/26273>

Referências bibliográficas

- Martins, I. P. (2006). Educação em Ciência, Cultura e Desenvolvimento. Em M. F. Paixão (Coord.), *Educação em Ciência, Cultura e Cidadania – Encontros em Castelo Branco* (pp. 9–30). Alma Azul.
- Martins, I. P. (2015). Ciência, Público e Compreensão Pública da Ciência. *Interações*, 11(39), 36–48. <https://doi.org/10.25755/int.8721>
- Martins, I. P. (2016). Educação científica e perspectivas atuais do ensino das ciências. Em F. Gouveia & G. Pereira (Org.), *Didática e Matemática* (pp. 9–22). Centro de Investigação em Educação – CIE-Universidade da Madeira.
- Martins, I. P. (2019). Literacia Científica e contributos do ensino formal para a compreensão pública da ciência. Em I. Martins (Org.), *Percursos de Investigação em Educação no CIDTFF: um itinerário pelas lições de agregação* (pp. 177–224). Universidade de Aveiro Editora. Repositório Institucional da Universidade de Aveiro. <https://ria.ua.pt/handle/10773/26273>
- Martins, I. P. (2020). Revisitando Orientações CTS|CTSA na Educação e no Ensino das Ciências. *APeDuC Revista / APeDuC Journal*, 1(1), 13–29.
- Martins, I. P., & Paixão, M. F. (2011). Perspectivas atuais Ciência-Tecnologia-Sociedade no ensino e na investigação em educação em ciência. Em W. L. P. Santos & D. Auler (Orgs.), *CTS e educação científica: desafios, tendências e resultados de pesquisas* (pp. 135–160). Editora Universidade de Brasília.
- Massarini, L., Fazio, M., Rocha, J., Dávila, A., Espinosa, S., & Bognanni, F. (2019). La interactividad en los museos de ciencias, pivote entre expectativas y hechos empíricos: el caso del Centro Interactivo de Ciencia y Tecnología Abremate (Argentina). *Ciência & Educação (Bauru)*, 25(2), 467–484. <https://doi.org/10.1590/1516-731320190020012>
- Matt, A. (2012). IMAGINARY and the *Open Source* Math Exhibition Platform. Em E. Behrends, N. Crato & J. Rodrigues (Eds.), *Raising Public Awareness of Mathematics* (pp. 167–185). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-642-25710-0_13
- McKenney, S., & Reeves, T. (2019). *Conducting Educational Design Research* (2ª ed.). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781315105642>
- Miarka, R., & Viggiani, M. A. (2012). Matemática e/na/ou Etnomatemática? *Revista Latinoamericana de Etnomatemática*, 5(1), 149–158. <https://www.revista.etnomatematica.org/index.php/RevLatEm/article/view/40>
- Miarka, R. (2011). *Etnomatemática: do ôntico ao ontológico* [Tese de Doutorado, Universidade Estadual Paulista]. Repositório Institucional da Universidade Estadual Paulista. <https://repositorio.unesp.br/handle/11449/102101>
- Millroy, W. L. (1992). An ethnographic study of the mathematical ideas of a group of carpenters. *Journal for Research in Mathematics Education. Monograph*, 5, 1–210.
- Moreira, D. (2004). A Etnomatemática e a Formação de Professores. *Revista Discursos*, 2, 27–38.
- Moreira, D. (2007). Filling the gap between global and local mathematics. Em D. Pitta-Pantazi & G. Philippou (Eds.). *Proceedings of the Fifth International Conference of the European Society*

Referências bibliográficas

- for *Research in Mathematics Education (CERME-5)* (pp.1587–1596). University of Cyprus e ERME.
- Moreira, D. (2008, 6–13 julho). *Explorations between ethnomathematics and anthropology in relation to mathematics education*. [Comunicação oral]. 11th International Congress on Mathematics Education (ICME-11), Monterrey, Mexico.
- Moreira, D. (2009). Etnomatemática e mediação de saberes matemáticos na sociedade global e multicultural. Em M. C. Fantinato (Org.), *Etnomatemática: novos desafios teóricos e pedagógicos* (2ª ed., pp. 59–68). Editora da Universidade Federal Fluminense.
- Morin, E. (2002). *Cultura de massas no século XX* (9ª ed.). Editora Forense Universitária.
- Morris, R. (Ed.) (1987). *Studies in Mathematics Education: Vol. 6. Out-of-school mathematics education*. UNESCO.
- Mukhopadhyay, S. (2009). The decorative impulse: Ethnomathematics and Tlingit basketry. *ZDM – The International Journal on Mathematics Education*, 41(1), 117–130.
- Müller, Francis. (2021). *Design Ethnography: Epistemology and Methodology*. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-60396-0>
- Navas, J. (2019). Seminario federal: Paseos matemáticos. *SUMA*, 90, 119–125. https://revistasuma.fespm.es/sites/revistasuma.fespm.es/IMG/pdf/s90-seminario_paseos.pdf
- NCTM (2007). *Princípios e normas para a Matemática escolar*. APM.
- NCTM (2017). *Princípios para a Ação. Assegurar a todos o sucesso em Matemática*. APM.
- NESH – (Norwegian) National Committee for Research Ethics in the Social Sciences and the Humanities. (2019). *Guidelines for Research Ethics in the Social Sciences, Humanities, Law and Theology*. <https://www.forskningsetikk.no/en/guidelines/social-sciences-humanities-law-and-theology/guidelines-for-research-ethics-in-the-social-sciences-humanities-law-and-theology/>
- Nieveen, N., & Folmer, E. (2013). Formative Evaluation in Educational Design Research. Em T. Plomp & N. Nieveen (Eds.), *Educational design research Part A: an introduction* (pp. 152–169). Netherlands Institute for Curriculum Development (SLO).
- Nogueira, S. (2014). *Exploração matemática de módulos interativos de ciências: um estudo de caso no "Jardim da Ciência" em articulação com a sala de aula com alunos do 1º ciclo do ensino básico* [Tese de Doutoramento, Universidade de Aveiro]. Repositório Institucional da Universidade de Aveiro. <http://hdl.handle.net/10773/13814>
- NRC – National Research Council (2009). *Learning Science in Informal Environments: People, Places, and Pursuits*. The National Academies Press. <https://doi.org/10.17226/12190>
- NRC – National Research Council (2015). *Identifying and supporting productive STEM programs in out-of-school settings*. The National Academies Press. <https://doi.org/10.17226/21740>
- Oliveira, A. F. (2000). *Notas do curso de Álgebra I* (documento policopiado não publicado). Universidade de Évora.
- Oliveras, M. L. (1996). *Etnomatemáticas. Formación de profesores e innovación curricular*. Comares.

- Omar, Y. (2012). Promoting the Public Awareness of Mathematics in Developing Countries: A Responsibility and an Opportunity. Em E. Behrends, N. Crato & J. Rodrigues (Eds.), *Raising Public Awareness of Mathematics* (pp. 269–278). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-642-25710-0_20
- Orey, D. (2011). Projeto: a Trilha Matemática de Ouro Preto como ação pedagógica. TRIMOP. <https://sites.google.com/site/trilhadeouropreto/>
- Orey, D., & Rosa, M. (2018). Explorando a abordagem dialógica da etnomodelagem: Traduzindo conhecimentos matemáticos local e global em uma perspectiva sociocultural. *Revista Latinoamericana de Etnomatemática*, 11(1), 179–210. <https://www.revista.etnomatematica.org/index.php/RevLatEm/article/view/485>
- Osborne, J., & Dillon, J. (2007). Research on learning in informal contexts: advancing the field?. *International Journal of Science Education*, 29(12), 1441-1445. <https://doi.org/10.1080/09500690701491122>
- Osborne, J., & Dillon, J. (2008). *Science Education in Europe: Critical Reflections*. The Nuffield Foundation. <https://www.nuffieldfoundation.org/about/publications/science-education-in-europe-critical-reflections>
- Pagnotta, M., & Resende, B. (2013). A controvérsia em torno da atribuição de cultura a animais não humanos: uma revisão crítica. *Estudos de Psicologia*, 18 (4), 569-577.
- Pais, A. (2011). Criticism and contradictions of ethnomathematics. *Educational Studies in Mathematics*, 76(2), 209–230.
- Pais, A. (2013). Ethnomathematics and the limits of culture. *For the Learning of Mathematics*, 33(3), 2–6.
- Paixão, F. (2007). Relevância social da educação científica e suas implicações curriculares. Em J. M. Sousa (Org.), *Actas do IX Congresso da Sociedade Portuguesa de Ciências da Educação - Educação para o Sucesso: Políticas e Actores* (pp. 1–11). SPCE.
- Paixão, F. (2019). Integração da História da Ciência na Educação em Ciência: Fundamentos e Propostas. Em I. Martins (Org.), *Percursos de Investigação em Educação no CIDTFF: um itinerário pelas lições de agregação* (pp. 635–671). Universidade de Aveiro Editora. Repositório Institucional da Universidade de Aveiro. <https://ria.ua.pt/handle/10773/26273>
- Paixão, F., & Jorge, F. (2015). Desenvolver o conhecimento para ensinar matemática na interação entre contextos formais e não formais. Em A. Canavarro, L. Santos, C. Nunes & H. Jacinto (Eds.), *Atas do XXVI Seminário de Investigação em Educação Matemática* (pp. 92–106). APM.
- Palhares, P. (2012). Mathematics Education and Ethnomathematics. A Connection in Need of Reinforcement. *REDIMAT – Journal of Research in Mathematics Education*, 1(1), 79–92. <http://doi.org/10.4471/redimat.2012.04>
- Pape, D. (2016). As roças de São Tomé e Príncipe – um património da Lusofonia. *Estudo prévio*, 9, 1–18.

Referências bibliográficas

- Parra, A. (2011). *Etnomatemática e educação própria* [Dissertação de Mestrado, Universidade Estadual Paulista]. Repositório Institucional da Universidade Estadual Paulista. <https://repositorio.unesp.br/handle/11449/90222>
- Parra, A. (2015). Intellectual property in ethnomathematics. *Revista Latinoamericana de Etnomatemática*, 8(2), 398–414. <https://www.revista.etnomatematica.org/index.php/RevLatEm/article/view/217>
- Parra, A. (2018). *Curupira's Walk: prowling ethnomathematics theory through decoloniality* [Tese de Doutorado, Aalborg Universitet]. Repositório de Aalborg Universitet. <https://vbn.aau.dk/en/publications/curupiras-walk-prowling-ethnomathematics-theory-through-decolonia>
- Pattison, S., Rubin, A., & Wright, T. (2017, 3 junho). *Mathematics in informal learning environments: A summary of the literature (updated)*. CAISE: Informal Science. <https://www.informalscience.org/mathematics-informal-learning-environments-summary-literature>
- PDSRAP (2020). Plano de Desenvolvimento Sustentável da Região Autónoma do Príncipe – “Príncipe 2030” (Anexo do Decreto Legislativo Regional n.º 3/2020). Diário da República de São Tomé e Príncipe: Série I, n.º 90/2020.
- Peña-Rincón P., Tamayo-Osorio, C., & Parra, A. (2015). Una visión latinoamericana de la etnomatemática: tensiones y desafíos. *Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa*, 18(2), 137–150. <http://dx.doi.org/10.12802/relime.13.1820>
- Pereira, A., & Oliveira, I. (2020). Design-based research e investigação-ação: Dois olhares que se entrecruzam. *New Trends in Qualitative Research*, 2, 336–350. <https://doi.org/10.36367/ntqr.2.2020.336-350>
- Peters, M. (2002). Cultural Postmodernity in Aotearoa/New Zealand: Biculturalism, Multiculturalism and Transculturalism. *Access: contemporary issues in education*, 21(1), 18–31.
- Plomp, T. (2013). Educational design research: an introduction. Em T. Plomp & N. Nieveen (Eds.), *Educational design research Part A: an introduction* (pp. 10–51). Netherlands Institute for Curriculum Development (SLO).
- Ponte, J. P. (2005). Gestão curricular em Matemática. In GTI (Ed.), *O professor e o desenvolvimento curricular* (pp. 11–34). Lisboa: APM.
- Powell, A. (2009). Respecting mathematical diversity: an ethnomathematical perspective. *Acta Scientiae*, 11 (2), 39–52.
- Powell, A. (2015). Communication: A Luta Continua! An ethnomathematical appreciation of Paulus Pierre Joseph Gerdes. *For the Learning of Mathematics*, 35, 30–32.
- Powell, A. & Frankenstein, M. (Eds.) (1997). *Ethnomathematics: Challenging Eurocentrism in Mathematics Education*. State University of New York Press.
- Praia, J. (2019). Epistemologia da Ciência: Um contributo para uma fundamentação em Educação em Ciência. Em I. Martins (Org.), *Percursos de Investigação em Educação no CIDTFF: um*

Referências bibliográficas

- itinerário pelas lições de agregação* (pp. 225–264). Universidade de Aveiro Editora. Repositório Institucional da Universidade de Aveiro. <https://ria.ua.pt/handle/10773/26273>
- Quigley, C., Herro, D., & Jamil, F. (2017). Developing a Conceptual Model of STEAM Teaching Practices. *School Science and Mathematics*, 117: 1–12. <https://doi.org/10.1111/ssm.12201>
- Reeves, T. (2006). Design research from a technology perspective. Em J. Akker, K. Gravemeijer, S. McKenney, & N. Nieveen (Eds.), *Educational design research* (pp. 52–66). Routledge.
- Reis, P. (2006). Ciência e Educação: que relação?. *Interações*, 2(3), 160–187. <https://doi.org/10.25755/int.314>
- Reis, P. (2013). Da discussão à ação sócio-política sobre controvérsias sócio-científicas: uma questão de cidadania. *Ensino de Ciências e Tecnologia em Revista*, 3(1), 1–10. <http://srvapp2s.santoangelo.uri.br/seer/index.php/encitec/article/view/1028>
- Rennie, L., & Johnston, D. (2004). The Nature of Learning and its Implications for Research on Learning from Museums. *Science Education*, 88, 4-16. <https://doi.org/10.1002/sc.20017>
- Richardson, K. M. (2004). Designing math trails for the elementary school. *Teaching Children Mathematics*, 11(1), 8–14.
- Rist S., & Dahdouh-Guebas F. (2006). Ethnoscience: A step towards the integration of scientific and indigenous forms of knowledge in the management of natural resources for the future. *Environment Development and Sustainability*, 8, 467–493.
- Rivera, F., & Becker, J. (2007). Ethnomathematics in the global episteme: Quo vadis?. Em B. Atweh et al. (Eds.), *Internationalisation and globalisation in Mathematics and Science Education* (pp. 209–225). Springer.
- Robles-Piñeros, J., Ludwig, D., Baptista, G., & Molina-Andrade, A. (2020). Intercultural science education as a trading zone between traditional and academic knowledge. *Studies in History and Philosophy of Science Part C: Studies in History and Philosophy of Biological and Biomedical Sciences*, 84, 1–10. <https://doi.org/10.1016/j.shpsc.2020.101337>.
- Rocard, M., Csermely, P., Jorde, D., Lenzen, D., Walberg-Henriksson, H., & Hemmo, V. (2007). *Science Education Now: a Renewed Pedagogy for the Future of Europe*. Comissão Europeia. <https://www.eesc.europa.eu/en/documents/rocard-report-science-education-now-new-pedagogy-future-europe>.
- Rodrigues, A. (2005). *Ambientes de Ensino Não Formal de Ciências: Impacte nas Práticas de Professores do 1º CEB* [Dissertação de Mestrado, Universidade de Aveiro]. Repositório Institucional da Universidade de Aveiro. <http://hdl.handle.net/10773/1278>.
- Rodrigues, A. (2011). *A educação em ciências no Ensino Básico em ambientes integrados de formação* [Tese de Doutoramento, Universidade de Aveiro]. Repositório Institucional da Universidade de Aveiro. <http://hdl.handle.net/10773/7226>.
- Rodrigues, A. (2016). *Perspetiva Integrada de Educação em Ciências – da teoria à prática*. UA Editora. <http://hdl.handle.net/10773/15416>
- Rodrigues, A., Galvão, C., Faria, C., Costa, C., Cabrita, I, Chagas, I., & João, P. (2015). Práticas integradas de educação formal e não-formal de ciências nos cursos de formação inicial de

Referências bibliográficas

- professores. Em Ministério da Educação e Ciência, *Experiências de inovação didática no ensino superior* (pp. 129–148). Secretaria de Estado do Ensino Superior.
- Rodrigues, A., & João, P. (2016). Práticas Integradas de Educação em Ciências: um Programa de Formação Contínua para Professores com Cariz CTS. *Revista CTS*, 33(11), 181–202.
- Rohrer, A. V. (2010). *Ethnomathematics: New approaches to its theory and application* [Tese de Doutorado, Universität Bielefeld]. Repositório de Universität Bielefeld. <https://pub.uni-bielefeld.de/record/2301791>
- Rosa, M., & Orey, D. (2012). O campo de pesquisa em etnomodelagem: As abordagens êmica, ética e dialética. *Educação e Pesquisa*, 38(4), 865–879.
- Rosa, M., & Orey, D. (2013). The mathematics of the curves on the wall of the Colégio Arquidiocesano and its mathematical models: A case for ethnomodeling. *Journal of Mathematical Modelling and Application*, 1(8), 42–62.
- Rosa, M., & Orey, D. (2016). Innovative Approaches in Ethnomathematics. Em M. Rosa, L. Shirley, U. D'Ambrosio, D. Orey, W. Alanguí, P. Palhares, M. E. Gavarrete (Orgs.), *Current and Future Perspectives of Ethnomathematics as a Program* (pp. 18–23). Springer Open. https://doi.org/10.1007/978-3-319-30120-4_3
- Rosa, M., & Orey, D. (2018). Reflecting on glocalization in the contexts of the local and global approaches through ethnomodelling. *Educação Matemática Pesquisa*, 20(2), 171–201. <https://doi.org/10.23925/1983-3156.2018v20i2p171-201>
- Rosa, M., Shirley, L., Gavarrete, M. E., & Alanguí, W. (2017). *Ethnomathematics and its Diverse Approaches for Mathematics Education*. Springer.
- Rowlands, S., & Carson, R. (2002). Where would formal, academic mathematics stand in a curriculum informed by ethnomathematics? A critical review. *Educational Studies in Mathematics*, 50, 79–102.
- Rowlands, S., & Carson, R. (2004). Our response to Adam, Alanguí and Barton's "A comment on Rowlands and Carson 'Where would formal academic mathematics stand in a curriculum informed by ethnomathematics? A critical review'", *Educational Studies in Mathematics*, 56, 329–342.
- Saillant, F. (2017). *Diversity, Dialogue and Sharing...Online resources for a more resourceful world*. UNESCO.
- Santos, A. (2009). *S. Tomé e Príncipe: problemas e perspectivas para o seu desenvolvimento*. Edições colibri.
- Santos, B. S., & Meneses, M. P. (2009). Introdução. Em B.S. Santos & M. P. Meneses (Eds.), *Epistemologias do Sul* (pp. 9–20). Almedina.
- Santos, B. S. (2009). Para além do Pensamento Abissal: das linhas globais a uma ecologia de saberes. Em B.S. Santos & M. P. Meneses (Eds.), *Epistemologias do Sul* (pp. 23–71). Almedina.
- Santos, B. S. (2016). Para uma nova visão da Europa: aprender com o Sul. *Sociologias*, 43, 24–56.
- Santos, B. S. (2018). As ecologias dos saberes. Em M. Meneses, J. Nunes, C. Añón, A. Bonet, & N. Gomes (Eds.), *Boaventura de Sousa Santos: Vol. 1. Construindo as Epistemologias do Sul*

Referências bibliográficas

- Para um pensamento alternativo de alternativas* (pp. 223–260). Conselho Latino-americano de Ciências Sociais: CLACSO. <https://doi.org/10.2307/j.ctvt6rkt3.9>
- Santos, M. E. (2001). *A Cidadania na “Voz” dos Manuais Escolares. O que temos? O que queremos?*. Livros Horizonte.
- Santos, M. E. (2005). Cidadania, conhecimento, ciência e educação CTS. Rumo a “novas” dimensões epistemológicas. *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad – CTS*, 2(6), 137–157. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=92420606>.
- Santos, M. E. (2009). Ciência como cultura: paradigmas e implicações epistemológicas na educação científica escolar. *Química Nova*, 32(2), 530–537.
- Santos, M. E. (2011). Trânsitos e conexões entre Educação Ambiental e Cidadania Ambiental. *Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental*, 3(3), 335–344.
- Santos, M. E. (2014). *Que escola? Que educação? Para que cidadania? Em que escola?*. Alfarroba.
- Sawyer, W. W. (1955). *Prelude to mathematics*. Penguin books.
- Severino, A., & Tavares, M. (2020). Por um projeto insurgente e resistente de decolonialidade na universidade da América-latina. *Revista Lusófona de Educação*, 48, 99–116. <https://revistas.ulusofona.pt/index.php/rleducacao/article/view/7319>
- Shirley, L., & Palhares, P. (2016). Ethnomathematics and its diverse pedagogical approaches. Em M. Rosa, L. Shirley, U. D'Ambrosio, D. Orey, W. Alanguí, P. Palhares, M. E. Gavarrete (Orgs.), *Current and Future Perspectives of Ethnomathematics as a Program* (pp. 13–17). Springer Open. https://doi.org/10.1007/978-3-319-30120-4_3
- Shoaf, M., Pollak, H., & Scheider, J. (2004). *Math trails*. COMAP.
- Silva, I., Veloso, A., & Keating, J. (2014). Focus group: Considerações teóricas e metodológicas. *Revista Lusófona de Educação*, 26, 175–190. <https://revistas.ulusofona.pt/index.php/rleducacao/article/view/4703>
- Simões, A. (2019). *Einstein, Eddington e o Eclipse. Um encontro improvável, duas expedições memoráveis*. Universidade de Lisboa.
- Simões, A., & Sousa, A. M. (2019). *Einstein, Eddington e o Eclipse. Impressões de Viagem*. Associação Chili Com Carne.
- Snow, C. P. (2015). *As Duas Culturas e uma Segunda Leitura* (2ª ed.). Editora da Universidade de São Paulo.
- Sousa, F. (2010). *A intervenção do design no artesanato: estudo da atividade cesteira em Portugal* [Dissertação de Mestrado, Universidade do Porto]. Repositório Aberto da Universidade do Porto. <http://hdl.handle.net/10216/61475>.
- Souza, V., Bonifácio, V., & Rodrigues, A. (2017). A avaliação da aprendizagem em museus de ciências: uma revisão sistemática da literatura. Em A. Peixoto, J. Oliveira, J. Gonçalves, L. Neves & R. Cruz (Eds.), *Educação em Ciências em múltiplos contextos - Atas do XVII Encontro Nacional de Educação em Ciências, XVII ENEC, I Seminário Internacional de Educação em*

Referências bibliográficas

- Ciências, I SIEC* (pp. 254–260). Instituto Politécnico de Viana do Castelo. Escola Superior de Educação. http://apeduc.ipcb.pt/XVIIENEC_ATAS.pdf
- Spaulding, D. (2014). *Program Evaluation in Practice: Core Concepts and Examples for Discussion and analysis* (2ª ed.). Jossey Bass.
- SPCE (2014). Instrumento de Regulação Ético-Deontológica. Carta Ética. SPCE. <http://www.spce.org.pt/PDF/CARTAETICA.pdf>
- Stathopoulou, C., & Appelbaum, P. (2016). Dignity, recognition, and reconciliation: forgiveness, ethnomathematics, and mathematics education. *RIPEM – Revista Internacional de Pesquisa em Educação Matemática*, 6(1), 26–44.
- Steen, L. A. (1988). The Science of Patterns. *Science*, 240(4852), 611–616.
- Stein, M., & Smith, M. (1998). Mathematical Tasks as a Framework for Reflection: From Research to Practice. *Mathematics Teaching in the Middle School*, 3 (4), 268–275. <https://doi.org/10.5951/MTMS.3.4.0268>
- Stockmayer S. & Rennie L. (2017). The Attributes of Informal Science Education: A Science Communication Perspective. Em P. Patrick (Ed.), *Preparing Informal Science Educators*. Springer (pp. 527–544). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-319-50398-1_26
- Stockmayer, S., Rennie, L. & Gilbert, J. (2010). The roles of the formal and informal sectors in the provision of effective science education, *Studies in Science Education*, 46(1), 1–44. <https://doi.org/10.1080/03057260903562284>
- Stone, B. (2016, 9-11 junho). *Facilitation – the who, the how, the why and why not!*. [Comunicação oral]. ECSITE Conference 2016, Graz, Áustria. <https://www.ecsite.eu/annual-conference/programme/shaping-future-facilitation-science-museums-day-1>
- Sturtevant, W. (1964). Studies in Ethnoscience. *American Anthropologist*, 66(3), 99–131. <https://doi.org/10.1525/aa.1964.66.3.02a00850>
- Sufiatti, T., Dos Santos Bernardi, L. & Glavam Duarte, C. (2013). Cestaria e a história de vida dos artesãos indígenas da Terra Indígena Xapecó. *Revista Latinoamericana de Etnomatemática*, 6(1), 67–98. <https://www.revista.etnomatematica.org/index.php/RevLatEm/article/view/56>
- Tan, M. (2020). Contexts matter in Science Education. *Cultural Studies of Science Education*, 15, 853–859. <https://doi.org/10.1007/s11422-020-09971-x>
- Tornero, J., & Varis, T. (2010). *Media Literacy and New Humanism*. UNESCO. <https://iite.unesco.org/pics/publications/en/files/3214678.pdf>
- Trench, B. (2008). Towards an analytical framework of science communication models. Em D. Cheng, M. Claessens, T. Gascoigne, J. Metcalfe, B. Schiele & S. Shi (Eds.), *Communicating science in social contexts* (pp. 119–133). Springer.
- UNESCO (2000). *The Dakar Framework for Action: Education for All Meeting our Collective Commitments*. UNESCO. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000121147>
- UNESCO (2005a). *A ciência para o século XXI: uma nova visão e uma base de ação* (3ª ed.). UNESCO Brasil. https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000131550_por

Referências bibliográficas

- UNESCO (2005b). *Década das Nações Unidas da Educação para um Desenvolvimento Sustentável, 2005–2014: documento final do esquema internacional de implementação*. UNESCO Brasil. https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000139937_por
- UNESCO (2005c). *Education for All: Literacy for life; EFA global monitoring report, 2006*. UNESCO. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000141639>
- UNESCO (2006). *Synergies between formal and non-formal education: an overview of good practices*. UNESCO. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000146092>
- UNESCO (2010). *Current challenges in basic science education*. UNESCO. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000191425>
- UNESCO (2012). *Challenges in basic mathematics education*. UNESCO. https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000191776_eng
- UNESCO (2014a). *UNESCO Roadmap for Implementing the Global Action Programme on Education for Sustainable Development*. UNESCO. <https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/1674unescoroadmap.pdf>
- UNESCO (2014b). *Global citizenship education: Preparing learners for the challenges of the 21st century*. UNESCO. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000227729>
- UNESCO (2020). *Education for Sustainable Development: a roadmap*. UNESCO. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000374802>
- UNESCO (s.d.). *Code of conduct social science research*, Paul de Guchteneire. http://www.unesco.org/new/fileadmin/MULTIMEDIA/HQ/SHS/pdf/Soc_Sci_Code.pdf
- Unidade de Gestão de Reserva da Biosfera (2019). *Relatório anual Reserva da Biosfera e Parque Natural do Príncipe - 2018 / 2019*. Secretaria Regional do Ambiente e Desenvolvimento Sustentável.
- Vale, I., & Barbosa, A. (2020). Os trilhos matemáticos na formação inicial de professores. Em A. Silva & A. Vieira (Orgs.), *Prospecção de problemas e soluções nas ciências matemáticas 2* (pp. 87–98). Atena Editora. <https://doi.org/10.22533/at.ed.620200809>
- Veloso, E. (1998). *Geometria – Temas Actuais*. Instituto de Inovação Educacional.
- Veloso, E. (2012). *Simetria e Transformações Geométricas – Textos de Geometria para professores*. APM
- Veloso, E. (2017). Uma curva de cada vez... A espiral de Arquimedes. *Educação e Matemática*, 141, 13–15.
- Vergani, T. (1999). Ethnomathematics and symbolic thought: The culture of Dogon. *ZDM – The International Journal on Mathematics Education*, 31(2), 66–70.
- Vieira, L., Palhares, P., & Sarmiento, M. (2008). Etnomatemática: estudos de elemento geométricos presentes na cestaria. Em P. Palhares (Coord.), *Etnomatemática: Um Olhar sobre a Diversidade Cultural e a Aprendizagem Matemática* (pp. 291–351). Edições Húmus.
- Vilela, D. (2010). Discussing a philosophical background for the ethnomathematical program. *Educational Studies in Mathematics*, 75, 345–358.

Referências bibliográficas

- Visscher-Voerman, I., Gustafson, K., & Plomp, T. (1999). Educational Design and Development: An Overview of Paradigms. Em J. Akker, R. Branch, K. Gustafson, N. M. Nieveen, & T. Plomp (Eds.), *Design approaches and tools in education and training* (pp. 15–28). Kluwer Academic Publishers.
- Vithal, R., & Skovsmose, O. (1997). The end of innocence: A critique of ethnomathematics. *Educational Studies in Mathematics*, 34(2), 131–157.
- Wagensberg, J. (2001). Los principios fundamentales de la museología científica moderna. *Cuaderno central*, 55, 22–44
- Wagensberg, J. (2005). The “total” museum, a tool for social change. *História, Ciências, Saúde--Manguinhos*, 12(Suppl), 309–321. <https://doi.org/10.1590/S0104-59702005000400015>
- Washburn, D., & Crowe, D. (1988). *Symmetries of culture: Theory and practice of plane pattern analysis*. University of Washington Press.
- Welsch, W. (1999). Transculturality: The Puzzling Form of Cultures Today. In M. Featherstone & S. Lash (Eds.), *Spaces of Culture: City, Nation, World* (pp. 194–213). Sage.
- Wolcott, H. (1994) *Transforming qualitative data: description, analysis, and interpretation*. Sage.
- Yakman, G. (2008). STΣ@M Education: an overview of creating a model of integrative education. Em M. Vries (Ed.), *Pupils Attitudes Towards Technology (PATT) 17 and PATT 19 Proceedings* (pp. 335–358). PATT Foundation. <https://www.iteea.org/File.aspx?id=86752&v=75ab076a>
- Yin, R. (1993). *Applications of Case Study Research*. Newbury Park, CA: Sage Publishing.
- Zaslavsky, C. (1989). People who live in round houses. *Arithmetic Teacher*, 37, 18–21.
- Zaslavsky, C. (1994). Mathematics in Africa: Explicit and implicit. Em I. Grattan-Guinness (Ed.), *Companion Encyclopedia of the History and Philosophy of the Mathematical Sciences: Vol. 1* (pp. 85–92). Routledge.
- Zaslavsky, C. (1999). *Africa Counts: Number and Pattern in African Cultures* (3ª ed.). Lawrence Hill Books.
- Zeidler, D. (2016). STEM education: A deficit framework for the twenty first century? A sociocultural socioscientific response. *Cultural Studies of Science Education*, 11(1), 11–26. <https://doi.org/10.1007/s11422-014-9578-z>
- Zeidler, D., Herman, B., & Sadler, T. (2019). New directions in socioscientific issues research. *Disciplinary and Interdisciplinary Science Education Research*, 1(1), 1–9. <https://doi.org/10.1186/s43031-019-0008-7>
- Ziegler, G., & Vogt, T. (2012). Mathematics for the People. Em E. Behrends, N. Crato & J. Rodrigues (Eds.), *Raising Public Awareness of Mathematics* (pp. 37–46). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-642-25710-0_4

Anexos

Anexo A – Parâmetros de avaliação e sua relação com a matriz de investigação

Anexo B – Questionários aos participantes

Anexo B1 – Questionários dirigidos aos especialistas da academia e análise de respostas

Anexo B2 – Questionários dirigidos aos especialistas do espaço Ciência Sundy e análise de respostas

Anexo B3 – Guião e questionário de seleção de potenciais utilizadores

Anexo C – Guiões de entrevista aos participantes

Anexo C1 – Guião da entrevista a professores potenciais utilizadores

Anexo C2 – Guião da entrevista a professores potenciais mediadores

Anexo C3 – Guião da entrevista a especialista em ENF e educação matemática

Anexo C4 – Guião da moderação de grupos focais a potenciais utilizadores

Anexo C5 – Guião da entrevista a especialista em ENF e Trilhos de Ciência

Anexo D – Pedido de consentimento de participação e autorização para recolha de imagens áudio e vídeo (menores de 18 anos)

Anexo E – Manifestação de interesse na implementação do trilho EMcEsta e respetiva integração no Espaço Ciência Sundy

Anexos

Anexo A – Parâmetros de avaliação e sua relação com a matriz de investigação.

RELAÇÃO ENTRE PARÂMETROS DE AVALIAÇÃO DA #1 E A MATRIZ DE INVESTIGAÇÃO

Quadro 1 – Relação entre objetos de estudo, dimensões de análise e parâmetros de avaliação para especialistas da academia.

Objetos	Dimensões	Parâmetros
Validade	Relevância	1 Adequação da estrutura do documento contextualizador
		3 Explicitação da integração dos conhecimentos culturais e estruturas matemáticas formais na proposta de experiência de educação científica
		4 Clareza dos conceitos de experiência cultural, experiência matemática e experiência interativa
		5 Explicitação da relação entre linhas teóricas da ENF ¹⁰² e a conceção das tarefas
		15 Adequação da abordagem cultural da prática de cestaria
		18 Potencialidade das situações propostas promoverem a integração da experiência matemática e experiência cultural por meio de uma experiência interativa
	Consistência interna	2 Adequação da organização das tarefas
		16 Adequação da estrutura da tarefa a um ambiente de ENF de Ciências
		21 Explicitação dos temas e propósitos abordados na tarefa
		22 Adequação dos propósitos específicos às orientações teóricas de base
		23 Adequação das sugestões de atuação às linhas teóricas subjacentes
Praticidade	Apresentação e dos guíões	10 Atratividade do aspeto gráfico
		14 Correção científica da linguagem
		17 Adequação da linguagem ao público-alvo
		24 Correção científica do conteúdo
		25 Clareza da linguagem e dos modos de trabalho a promover
		11 Adequação da linguagem do ponto de vista da comunicação da ciência
		20 Adequação da estrutura do documento ao mediador
	Contextualização da cestaria da ilha do Príncipe	8 Ênfase nas técnicas de cestaria
	Interligação entre significados matemáticos e a cestaria	7 Ênfase em atividades matemáticas universais
		13 Adequação das relações estabelecidas entre representações matemáticas
	Natureza e níveis de interatividade	6 Ênfase na interatividade
		9 Potencialidade de envolvimento dos públicos com a Matemática
		12 Potencialidade das tarefas serem desafiadoras
19 Potencialidade das situações apresentadas promoverem interações em grupo		

Legenda: Azul, parâmetros relativos ao documento contextualizador;

Castanho, parâmetros relativos aos guíões do utilizador;

Verde, parâmetros relativos aos guíões do mediador.

¹⁰² ENF – Educação Não Formal.

Quadro 2– Relação entre objetos de estudo, dimensões de análise e parâmetros de avaliação para especialistas do Espaço Ciência Sundy.

Objetos	Dimensões	Parâmetros	
Validade	Relevância	1	Adequação dos princípios da EMcEsta ao enquadramento do Espaço Ciência Sundy no Príncipe 2030 (objetivos 3, 5, 7 e 8) ¹⁰³ .
		2	Potencial contributo dos princípios das tarefas para tornar o Espaço Ciência Sundy uma atração turística na ilha do Príncipe, em particular, na Roça Sundy.
		3	Potencial contributo dos princípios das tarefas para tornar o Espaço Ciência Sundy um local de educação e divulgação científica na ilha do Príncipe.
		4	Potencial da proposta EMcEsta para abranger públicos com diferentes interesses e dinâmicas nos Trilhos (de Ciência) do Espaço Ciência Sundy.
Praticidade	Apresentação e informações dos guiões	9	Atratividade do aspeto gráfico das tarefas.
		11	Adequação da linguagem ao público-alvo.
	Contextualização da cestaria da ilha do Príncipe	5	Adequação do tema cestaria aos interesses da população da ilha do Príncipe.
		6	Adequação do tema cestaria aos interesses daqueles que visitam a ilha do Príncipe.
		7	Adequação do tema cestaria às preocupações sociais, políticas e /ou culturais da população da ilha do Príncipe.
		8	Adequação do tema cestaria às preocupações sociais, políticas e /ou culturais daqueles que visitam a ilha do Príncipe.
		12	Adequação do realismo com que as experiências de cestaria são abordadas nas tarefas.
	Natureza e níveis de interatividade	14	Potencialidade da experiência EMcEsta tocar (pessoal, emocional, social, cultural, cientificamente...) os utilizadores residentes na ilha do Príncipe.
		15	Potencialidade da experiência EMcEsta tocar (pessoal, emocional, social, cultural, cientificamente...) os utilizadores que visitam a ilha do Príncipe.
		10	Potencialidade do visitante se sentir desafiado com as experiências propostas nas tarefas.
		13	Potencialidade das experiências propostas incentivarem uma postura ativa por parte do visitante.

Legenda: Azul, parâmetros relativos ao documento contextualizador da EMcEsta;

Castanho, parâmetros relativos aos guiões do utilizador.

¹⁰³ A designação dos objetivos mencionados é a seguinte: Objetivo 3 – Turismo responsável; Objetivo 5 – Qualidade de vida para todos; Objetivo 7 – Inovação e capacitação; Objetivo 8 – Planificação participativa. A descrição dos mesmos pode ser consultada na página oficial do Príncipe 2030 em www.principe2030.com.

Anexo B – Questionários aos participantes

INDICAÇÕES GERAIS ENVIADAS POR CORREIO ELETRÓNICO

Estou, de momento, a desenvolver uma investigação enquadrada no Doutoramento em História das Ciências e Educação Científica da Universidade de Coimbra e Universidade de Aveiro, a qual está a ser orientada pelo Professor Doutor Jaime Carvalho e Silva.

A investigação em causa centra-se na conceção, produção, implementação e avaliação de uma experiência educacional num ambiente não formal, apelando à integração do conhecimento e compreensão das práticas de cestaria da ilha de Príncipe e das estruturas matemáticas nelas envolvidas, desenhadas numa perspetiva de envolvimento dos públicos com a matemática.

O desenho da experiência educacional em causa exige o suporte de um conjunto de recursos que foi produzido para este efeito e o qual será avaliado por especialistas de diferentes áreas.

Em anexo seguem:

- 1 documento de contextualização
- 4 guiões do utilizador
- 2 anexos
- 4 guiões do mediador
- 1 tabela com parâmetros de base para análise dos recursos enviados

Agradeço em antecipado a disponibilidade para colaboração.

Anexo B – Questionários aos participantes

Anexo B1 – Questionários dirigidos aos especialistas da academia e análise de respostas

INDICAÇÕES ESPECÍFICAS PARA ESPECIALISTA EM COMUNICAÇÃO DE CIÊNCIA

Tabela – Parâmetros de avaliação por recurso na escala 1 a 4.

Parâmetros		Recursos															
		EMCesta - CONTEXTUALIZAÇÃO															
		1				2				3				4			
1	Adequação da estrutura do documento																
2	Adequação da organização das tarefas																
3	Explicitação da integração dos conhecimentos culturais e estruturas matemáticas formais na proposta de experiência de educação científica																
4	Clareza dos conceitos de experiência cultural, experiência matemática e experiência interativa																
		TAREFAS															
		À roda com os cestos				Cestos há muitos				Balaio há, balaio é				Caniço, para que te quero?			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
9	Potencialidade de envolvimento dos públicos com a Matemática																
10	Atratividade do aspeto gráfico																
11	Adequação da linguagem do ponto de vista da comunicação da ciência																
12	Potencialidade das tarefas serem desafiadoras																
17	Adequação da linguagem ao público-alvo																
19	Potencialidade das situações apresentadas promoverem interações em grupo																
		GUIÕES DO MEDIADOR															
		À roda com os cestos				Cestos há muitos				Balaio há, balaio é				Caniço, para que te quero?			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
20	Adequação da estrutura do documento ao mediador																
21	Explicitação dos temas e propósitos abordados na tarefa																
22	Adequação dos propósitos específicos às orientações teóricas de base																
23	Adequação das sugestões de atuação às linhas teóricas subjacentes																
25	Clareza da linguagem e dos modos de trabalho a promover																

Escala 1- muito pouco(a) | 2- pouco (a) | 3- bastante | e 4- muito bom(a)

Comentários adicionais ao preenchimento da tabela e outras recomendações serão bem recebidos.

INDICAÇÕES ESPECÍFICAS PARA ESPECIALISTA EM EDUCAÇÃO NÃO FORMAL

Tabela – Parâmetros de avaliação por recurso na escala 1 a 4.

	Parâmetros	Recursos															
		EMCesta - CONTEXTUALIZAÇÃO															
		1				2				3				4			
1	Adequação da estrutura do documento																
2	Adequação da organização das tarefas																
3	Explicitação da integração dos conhecimentos culturais e estruturas matemáticas formais na proposta de experiência de educação científica																
4	Clareza dos conceitos de experiência cultural, experiência matemática e experiência interativa																
5	Explicitação da relação entre linhas teóricas da ENF ¹⁰⁴ e a concepção das tarefas																
		TAREFAS															
		À roda com os cestos				Cestos há muitos				Balaio há, balaio é				Caniço, para que te quero?			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
6	Ênfase na interatividade																
9	Potencialidade de envolvimento dos públicos com a Matemática																
10	Atratividade do aspeto gráfico																
12	Potencialidade das tarefas serem desafiadoras																
16	Adequação da estrutura da tarefa a um ambiente de ENF de Ciências																
17	Adequação da linguagem ao público-alvo																
18	Potencialidade das situações propostas promoverem a integração da experiência matemática e experiência cultural por meio de uma experiência interativa																
19	Potencialidade das situações apresentadas promoverem interações em grupo																
		GUIÕES DO MEDIADOR															
		À roda com os cestos				Cestos há muitos				Balaio há, balaio é				Caniço, para que te quero?			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
20	Adequação da estrutura do documento ao mediador																
21	Explicitação dos temas e propósitos abordados na tarefa																
22	Adequação dos propósitos específicos às orientações teóricas de base																
23	Adequação das sugestões de atuação às linhas teóricas subjacentes																
25	Clareza da linguagem e dos modos de trabalho a promover																

Escala 1- muito pouco(a) | 2- pouco (a) | 3- bastante | e 4- muito bom(a)

Comentários adicionais ao preenchimento da tabela e outras recomendações serão bem recebidos.

¹⁰⁴ ENF – Educação Não Formal.

INDICAÇÕES ESPECÍFICAS PARA ESPECIALISTA EM ETNOMATEMÁTICA

Tabela – Parâmetros de avaliação por recurso na escala 1 a 4.

Parâmetros		Recursos															
		EMCesta - CONTEXTUALIZAÇÃO															
		1				2				3				4			
3	Explicitação da integração dos conhecimentos culturais e estruturas matemáticas formais na proposta de experiência de educação científica																
4	Clareza dos conceitos de experiência cultural, experiência matemática e experiência interativa																
		TAREFAS															
		À roda com os cestos				Cestos há muitos				Balaio há, balaio é				Caniço, para que te quero?			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
8	Ênfase nas técnicas de cestaria																
10	Atratividade do aspeto gráfico																
12	Potencialidade das tarefas serem desafiadoras																
13	Adequação das relações estabelecidas entre representações matemáticas																
14	Correção científica da linguagem																
15	Adequação da abordagem cultural da prática de cestaria																
18	Potencialidade das situações propostas promoverem a integração da experiência matemática e experiência cultural por meio de uma experiência interativa																
		GUIÕES DO MEDIADOR															
		À roda com os cestos				Cestos há muitos				Balaio há, balaio é				Caniço, para que te quero?			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
22	Adequação dos propósitos específicos às orientações teóricas de base																
24	Correção científica do conteúdo																

Escala 1- muito pouco(a) | 2- pouco (a) | 3- bastante | e 4- muito bom(a)

Comentários adicionais ao preenchimento da tabela e outras recomendações serão bem recebidos.

INDICAÇÕES ESPECÍFICAS PARA ESPECIALISTA EM MATEMÁTICA

Tabela – Parâmetros de avaliação por recurso na escala 1 a 4.

Parâmetros		Recursos															
		EMCesta - CONTEXTUALIZAÇÃO															
		1				2				3				4			
3	Explicitação da integração dos conhecimentos culturais e estruturas matemáticas formais na proposta de experiência de educação científica																
4	Clareza dos conceitos de experiência cultural, experiência matemática e experiência interativa																
		TAREFAS															
		À roda com os cestos				Cestos há muitos				Balaio há, balaio é				Caniço, para que te quero?			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
7	Ênfase em atividades matemáticas universais																
10	Atratividade do aspeto gráfico																
12	Potencialidade das tarefas serem desafiadoras																
13	Adequação das relações estabelecidas entre representações matemáticas																
14	Correção científica da linguagem																
18	Potencialidade das situações propostas promoverem a integração da experiência matemática e experiência cultural por meio de uma experiência interativa																
		GUIÕES DO MEDIADOR															
		À roda com os cestos				Cestos há muitos				Balaio há, balaio é				Caniço, para que te quero?			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
22	Adequação dos propósitos específicos às orientações teóricas de base																
24	Correção científica do conteúdo																

Escala 1- muito pouco(a) | 2- pouco (a) | 3- bastante | e 4- muito bom(a)

Comentários adicionais ao preenchimento da tabela e outras recomendações serão bem recebidos.

ANÁLISE DE RESPOSTAS DOS ESPECIALISTAS DA ACADEMIA

Quadro 1 – Distribuição da frequência absoluta nas respostas dos especialistas da academia.

Parâmetros		Recursos																
		EMcEsta - CONTEXTUALIZAÇÃO																
Escala 1- muito pouco(a) 2- pouco (a) 3- bastante e 4- muito bom(a)		1				2				3				4				
1	Adequação da estrutura do documento	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-
2	Adequação da organização das tarefas	-	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-
3	Explicitação da integração dos conhecimentos culturais e estruturas matemáticas formais na proposta de experiência de educação científica	-	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	-	4	-	-	-
4	Clareza dos conceitos de experiência cultural, experiência matemática e experiência interativa	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	5	-	-	-
5	Explicitação da relação entre linhas teóricas da ENF e a conceção das tarefas	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-
		TAREFAS																
		À roda com os cestos				Encontros e desencontros				Balaio há, balaio é				Caniço, para que te quero?				
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	
6	Ênfase na interatividade	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	1	-	
7	Ênfase em atividades matemáticas universais	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	1	
8	Ênfase nas técnicas de cestaria	-	1	1	1	-	-	2	1	-	-	1	2	-	-	1	2	
9	Potencialidade de envolvimento dos públicos com a Matemática	-	2	-	-	-	2	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	
10	Atratividade do aspeto gráfico	-	3	2	1	-	2	1	3	-	1	1	3	-	2	-	3	
11	Adequação da linguagem do ponto de vista da comunicação da ciência	-	1	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
12	Potencialidade das tarefas serem desafiadoras	-	2	3	1	-	1	4	1	-	-	2	3	-	-	3	2	
13	Adequação das relações estabelecidas entre representações matemáticas	-	-	1	3	-	-	2	2	-	-	1	3	-	-	1	3	
14	Correção científica da linguagem	-	-	-	4	-	-	1	2	-	-	-	3	-	-	-	3	
15	Adequação da abordagem cultural da prática de cestaria	-	-	2	1	-	-	2	1	-	-	1	2	-	-	-	3	
16	Adequação da estrutura da tarefa a um ambiente de ENF de Ciências	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	1	-	
17	Adequação da linguagem ao público-alvo	-	2	-	-	-	1	1	-	-	1	-	-	-	1	-	-	
18	Potencialidade das situações propostas promoverem a integração da experiência matemática e experiência cultural por meio de uma experiência interativa	-	1	1	3	-	1	1	3	-	-	-	5	-	-	-	5	
19	Potencialidade das situações apresentadas promoverem interações em grupo	-	1	-	1	-	1	-	1	-	-	-	1	-	-	-	1	
		GUIÕES DO MEDIADOR																
		À roda com os cestos				Encontros e desencontros				Balaio há, balaio é				Caniço, para que te quero?				
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	
20	Adequação da estrutura do documento ao mediador	-	-	1	1	-	-	1	1	-	-	-	1	-	-	-	1	
21	Explicitação dos temas e propósitos abordados na tarefa	-	-	2	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	1	-	
22	Adequação dos propósitos específicos às orientações teóricas de base	-	1	3	2	-	1	2	2	-	-	2	3	-	-	1	4	
23	Adequação das sugestões de atuação às linhas teóricas subjacentes	-	1	1	-	-	1	1	-	-	-	1	-	-	-	1	-	
24	Correção científica do conteúdo	-	-	-	4	-	-	1	3	-	-	-	4	-	-	-	4	
25	Clareza da linguagem e dos modos de trabalho a promover	-	2	-	-	-	2	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	

Anexo B2 – Questionários dirigidos aos especialistas do espaço Ciência Sundy e análise de respostas

QUESTIONÁRIO

A EMcEsta é um conjunto de recursos que visa promover uma experiência Educacional integradora de perspectivas múltiplas da etnoMatemática da cEstaria da ilha do Príncipe, num ambiente de educação não formal, nomeadamente no âmbito dos Trilhos de Ciência enquadrados no programa educacional do Espaço Ciência Sundy.

Este questionário tem por principal objetivo auscultar opiniões de especialistas do Espaço Ciência Sundy relativamente a: i) validade dos princípios orientadores da EMcEsta e consistência com a visão para o Espaço Ciência Sundy e ii) praticidade esperada dos recursos EMcEsta enquadrados na ação do Espaço Ciência Sundy.

O preenchimento deste questionário é voluntário. O anonimato será mantido para efeitos de análise e divulgação de dados.

1. Na tabela da página seguinte estão apresentados parâmetros para a análise do documento de contextualização, bem como das quatro tarefas EMcEsta enviadas por e-mail.

1.1-Preencha a tabela com um X abaixo do respetivo número onde posiciona a sua análise em relação a cada parâmetro, tendo em conta a seguinte escala:

1- muito pouco(a) | 2- pouco (a) | 3- bastante | e 4- muito bom(a).

1.2-Escreva, caso considere relevante, comentários adicionais ao preenchimento da tabela e outras recomendações que possam complementar à sua análise dos parâmetros.

2- Que estratégia(s) sugere para melhorar a proposta EMcEsta de acordo com a sua visão para o Espaço Ciência Sundy?

3- Escolha um público-alvo concreto e descreva como promoveria os recursos EMcEsta junto desses potenciais visitantes do Espaço Ciência Sundy?

4- Refira algum aspeto que não tenha sido abordado e que considere relevante.

Obrigada pela sua colaboração!

Tabela – Parâmetros de avaliação por recurso na escala 1 a 4.

Legenda: 1- muito pouco(a) | 2- pouco (a) | 3- bastante | e 4- muito bom(a).

	Parâmetros	Recursos EMcEsta			
		1	2	3	4
1	Adequação dos princípios da EMcEsta ao enquadramento do Espaço Ciência Sundy no Príncipe 2030 (objetivos 3, 5, 7 e 8).				
2	Potencial contributo dos princípios das tarefas para tornar o Espaço Ciência Sundy uma atração turística na ilha do Príncipe, em particular, na Roça Sundy.				
3	Potencial contributo dos princípios das tarefas para tornar o Espaço Ciência Sundy um local de educação e divulgação científica na ilha do Príncipe.				
4	Potencialidade da proposta EMcEsta para abranger públicos com diferentes interesses e dinâmicas nos Trilhos (de Ciência) do Espaço Ciência Sundy.				
5	Adequação do tema cestaria aos interesses da população da ilha do Príncipe.				
6	Adequação do tema cestaria aos interesses daqueles que visitam a ilha do Príncipe.				
7	Adequação do tema cestaria às preocupações sociais, políticas e /ou culturais da população da ilha do Príncipe.				
8	Adequação do tema cestaria às preocupações sociais, políticas e /ou culturais daqueles que visitam a ilha do Príncipe.				
9	Atratividade do aspeto gráfico das tarefas.				
10	Potencialidade do visitante se sentir desafiado com as experiências propostas nas tarefas.				
11	Adequação da linguagem ao público-alvo.				
12	Adequação do realismo com que as experiências de cestaria são abordadas nas tarefas.				
13	Potencialidade das experiências propostas nas tarefas incentivarem uma postura ativa por parte do visitante.				
14	Potencialidade da experiência EMcEsta tocar (pessoal, emocional, social, cultural, cientificamente...) os utilizadores residentes na ilha do Príncipe.				
15	Potencialidade da experiência EMcEsta tocar (pessoal, emocional, social, cultural, cientificamente...) os utilizadores que visitam a ilha do Príncipe.				

Anexos

ANÁLISE DE RESPOSTAS DOS ESPECIALISTAS DO ESPAÇO CIÊNCIA SUNDY (ECS)

Tabela – Distribuição da frequência absoluta nas respostas dos especialistas do ECS.

	Parâmetros	Recursos EMcEsta			
		1	2	3	4
1	Adequação dos princípios da EMcEsta ao enquadramento do Espaço Ciência Sundy no Príncipe 2030 (objetivos 3, 5, 7 e 8).				2
2	Potencial contributo dos princípios das tarefas para tornar o Espaço Ciência Sundy uma atração turística na ilha do Príncipe, em particular, na Roça Sundy.				2
3	Potencial contributo dos princípios das tarefas para tornar o Espaço Ciência Sundy um local de educação e divulgação científica na ilha do Príncipe.				2
4	Potencialidade da proposta EMcEsta para abranger públicos com diferentes interesses e dinâmicas nos Trilhos (de Ciência) do Espaço Ciência Sundy.			2	
5	Adequação do tema cestaria aos interesses da população da ilha do Príncipe.			2	
6	Adequação do tema cestaria aos interesses daqueles que visitam a ilha do Príncipe.			1	1
7	Adequação do tema cestaria às preocupações sociais, políticas e /ou culturais da população da ilha do Príncipe.			2	
8	Adequação do tema cestaria às preocupações sociais, políticas e /ou culturais daqueles que visitam a ilha do Príncipe.			1	1
9	Atratividade do aspeto gráfico das tarefas.			2	
10	Potencialidade do visitante se sentir desafiado com as experiências propostas nas tarefas.			2	
11	Adequação da linguagem ao público-alvo.			2	
12	Adequação do realismo com que as experiências de cestaria são abordadas nas tarefas.			1	1
13	Potencialidade das experiências propostas nas tarefas incentivarem uma postura ativa por parte do visitante.			1	1
14	Potencialidade da experiência EMcEsta tocar (pessoal, emocional, social, cultural, cientificamente...) os utilizadores residentes na ilha do Príncipe.			1	1
15	Potencialidade da experiência EMcEsta tocar (pessoal, emocional, social, cultural, cientificamente...) os utilizadores que visitam a ilha do Príncipe.				2

QUESTIONÁRIO

A **Experiência educacional para a integração de perspetivas múltiplas da etnoMatemática da cestaria da ilha do Príncipe – EMcEsta** – é um conjunto de recursos que visa promover uma experiência educacional integradora de perspetivas múltiplas da etnomatemática da cestaria da ilha do Príncipe, num ambiente de educação não formal.

Este questionário tem por principal objetivo auscultar opiniões sobre i) a cestaria da ilha do Príncipe, ii) a matemática, iii) os contextos de ciência não formais e iv) a disponibilidade de participação na implementação dos recursos EMcEsta.

O preenchimento deste é voluntário e **NÃO** é anónimo.

Nome: _____ Idade: _____

Contacto telefónico: _____

Contacto e-mail: _____

Eu na (cestaria da) ilha do Príncipe

Há quanto tempo reside na ilha do Príncipe?	<input type="checkbox"/> Menos de 1 ano	<input type="checkbox"/> Entre 1 e 3 anos
	<input type="checkbox"/> Entre 4 e 9 anos	<input type="checkbox"/> Entre 10 e 40
	<input type="checkbox"/> Mais de 40 anos	
Sente-se um principense?	<input type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não
Já alguma vez confecionou cestos?	<input type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não
Tem contacto com a prática de cestaria?	<input type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não (não responda à questão seguinte)
Se sim, explicita em que medida existe esse contacto (com quem, quando, como, onde...).	Resposta:	

A cestaria da ilha do Príncipe em mim

Assinale com um X o nível de concordância com cada uma das seguintes afirmações.	Discordo	Discordo parcialmente	Não concordo nem discordo	Concordo	Concordo totalmente
Gostaria de (voltar a) experienciar a confeção de cestos.					
A confeção de cestos desperta-me interesse.					
Confecionar cestos é aborrecido.					
A confeção de cestos é difícil.					
O conhecimento sobre cestaria pode ser útil para o futuro.					
O que sei sobre cestaria ajuda-me a resolver problemas no dia-a-dia.					
O conhecimento de cestaria só é útil para os cesteiros ou para quem pretende vir a ser um deles.					
A cestaria é uma forma de expressão artística.					

Dê um exemplo de uma situação em que tenha utilizado um cesto fabricado artesanalmente.

Eu na matemática

Estudou matemática na escola?	<input type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não (não responda à questão seguinte)
Em caso afirmativo, até que classe / ano de escolaridade?	<input type="checkbox"/> Menos de 4º ano/classe	<input type="checkbox"/> Entre 5º e 6º ano/classe
	<input type="checkbox"/> Entre 7º e 12º ano/classe	<input type="checkbox"/> Ensino Superior

A matemática em mim

Assinale com um X o nível de concordância com cada uma das seguintes afirmações.	Discordo	Discordo parcialmente	Não concordo nem discordo	Concordo	Concordo totalmente
Gostaria de saber mais sobre matemática.					
Saber matemática desperta-me interesse.					
A matemática é aborrecida.					
A matemática é difícil.					
O conhecimento sobre matemática pode ser útil para o futuro.					
O que sei sobre matemática ajuda-me a resolver problemas no dia-a-dia.					
A matemática só é útil para os cientistas ou para quem pretenda vir a ser um deles.					
Só há uma resposta correta para os problemas de matemática.					
O que sei sobre Matemática aprendi na escola.					

Dê um exemplo da última vez que se lembra de ter utilizado a matemática em alguma situação.

Eu em contextos de ciência não formais

Já participou em atividade de promoção de Ciência fora do contexto escolar na ilha do Príncipe, por exemplo, Trilho da Ciência, conferência sobre Ciência, Cafés-Ciência, Observação noturna, eclipses ou trânsitos de planetas, Conversas com cientistas, Global Science Opera, Ações de sensibilização da Reserva da Biosfera da ilha do Príncipe.	<input type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não (não responda à questão seguinte)
Se sim, quais?	Resposta:	
Já participou em atividade de promoção de Ciência fora do contexto escolar e fora da ilha do Príncipe, por exemplo, Museus de Ciência, Tertúlias, entre outros.	<input type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não (não responda à questão seguinte)
Se sim, indique duas que considere relevantes.	Resposta:	

Os contextos de ciência não formais em mim

Assinale com um X o nível de concordância com cada uma das seguintes afirmações.	Discordo	Discordo parcialmente	Não concordo nem discordo	Concordo	Concordo totalmente
Participar nesta(s) iniciativa(s) referidas na secção anterior desperta-me para relações do dia a dia que ainda não tinha pensado.					
Participar nesta(s) iniciativa(s) referidas na secção anterior desperta-me para relações de ciência que ainda não tinha pensado.					
A cestaria ajuda a compreender a matemática.					
A matemática ajuda a confeccionar melhor os cestos.					

No caso ter participado, dê um exemplo de uma atividade relacionada com ciência e do que mais lhe agradou nessa experiência.

Eu na EMcEsta

Estou recetivo e disponível para participar, voluntariamente, na implementação da EMcEsta.*	<input type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não
---	------------------------------	------------------------------

A EMcEsta em mim

Assinale com uma cruz (X) o nível de concordância com cada uma das seguintes afirmações.	Discordo	Discordo parcialmente	Não concordo nem discordo	Concordo	Concordo totalmente
Tenho curiosidade em saber mais sobre o que é a EMcEsta.					
Participar na implementação da EMcEsta desperta-me interesse.					

* A implementação decorrerá em data e hora a combinar com os participantes. O tempo total necessário por participante rondará as 3 horas.

No caso de estar interessado e disponível para participar neste estudo, assinale com um **X** o quadrado que corresponde à resposta da sua preferência.

Gostaria de ser notificado:

- Apenas se for selecionado como participante.
- Sim, independentemente de ser selecionado como participante.

Utilize o espaço abaixo para escrever alguma informação que gostasse de acrescentar e que não está refletida neste questionário.

Obrigada pela sua colaboração!

Anexo C – Guiões de entrevista aos participantes

Anexo C1 – Guião da entrevista a professores potenciais utilizadores

GUIÃO DE ENTREVISTA

Esta entrevista centra-se nas perceções dos entrevistados relativamente a: i) praticidade esperada e real dos recursos EMcEsta e ii) efetividade esperada da EMcEsta.

O formato da entrevista, semiestruturada, permite que o guião enfatize as linhas orientadoras, deixando flexibilidade de adaptação para o decorrer da entrevista, de acordo com os discursos dos entrevistados.

A entrevista é dirigida a especialistas de educação, nomeadamente, **professores de matemática** com experiência ou algum contacto com o ensino e os Trilhos de Ciência da ilha do Príncipe, **numa perspetiva de utilizadores** da EMcEsta. A estes professores foi disponibilizado previamente um documento contextualizador e as tarefas EMcEsta.

Pré-entrevista:

- Cumprimentar e agradecer a disponibilidade dos entrevistados
- Recordar o âmbito da entrevista
- Solicitar o seu consentimento para usar as informações dadas por si, apenas para efeito da investigação apresentada
- Requerer autorização para a gravação vídeo e áudio da entrevista
- Requerer autorização para utilizar excertos do áudio em apresentações em congressos científicos e, eventualmente, na apresentação pública das provas de doutoramento.
- Iniciar a gravação referindo a autorização de todos para a gravação e reprodução da entrevista em contexto académico. Pedir que diga os nome e profissão.

GENERALIDADES SOBRE O EMCESTA

- Quando leu os recursos EMcEsta houve alguma tarefa que lhe tenha despertado algum interesse ou alguma “afinidade”, em particular? Se sim, porquê?

TAREFAS

- A ordem das tarefas parece-lhe lógica ou propunha alguma alteração? Porquê?
- Tendo em conta a abrangência do público-alvo a quem se destinam as tarefas EMcEsta (isto é, qualquer indivíduo residente ou visitante na ilha do Príncipe, preferencialmente fluente na leitura), considera que o tempo indicado em cada uma é suficiente?
- Considera que as indicações e informação nas tarefas estão simples e claras? (compreensível por qualquer pessoa que procure experiência EMcEsta?)
- Houve alguma informação ou questão que não tenha percebido o que lhe era proposto (que tivesse de ler mais do que uma vez para perceber o que se pretendia)? Se sim, pode identificar a situação?
- Considera ser fácil para qualquer pessoa que procure experimentar a EMcEsta desenvolver cada uma das tarefas de forma autónoma?

- A EMcEsta exige que o utilizador desenvolva estratégias próprias para resolver as tarefas propostas? Considera que a experiência EMcEsta incentiva a experiência sensorial (tátil, auditiva, visual, paladar, olfativa)? Que sentidos considera serem despertados ao longo das tarefas? Essa experiência potencia uma ligação emocional por parte do utilizador?
- Um visitante que não esteja disposto a “meter as mãos na massa” usufrui das tarefas EMcEsta da mesma forma do que outro que o faça? Considera essa característica como uma vantagem ou desvantagem destes recursos?
- Tem ligação à cestaria? Tem alguma história que queira partilhar?
- As tarefas despertaram alguma mudança nas suas motivações, interesses e/ou expectativas em relação à cestaria?
- Há alguma técnica, linguagem ou prática de cestaria ou matemática que conheça e que ache que acrescenta significado à abordagem das tarefas? (os títulos, por exemplo)
- Nas tarefas EMcEsta identifica ligações com a cestaria ou com a matemática que lhe pareçam artificiais? (por exemplo a utilização do cesto como peneira, a utilização dos múltiplos de 4 no entrecruzamento das voltas, a identificação da espiral no fundo do cesto, a forma de estimar o material necessário para produzir um cesto...)
- Sendo professor de matemática, sentiu alguma ligação entre estas tarefas e a matemática enquanto ciência?
- Os múltiplos de 4 são abordados no contexto do entrecruzamento das voltas dos cestos, sendo também um tópico trabalhado na sala de aula de matemática. Considera que a EMcEsta incentiva que os utilizadores olhem para uma matemática diferente da matemática escolar?
- Na tarefa 1 identificou uma espiral no fundo do cesto de base? Já conhecia este tipo de curva? (Pode dar-me exemplos na natureza - animais, conchas..., na arte, no universo – galáxias,... na matemática?) Que tipo(s) de conhecimento envolve a identificação da espiral?
- Na tarefa sobre o caniço é evidenciada a necessidade de tomada de decisão sobre a quantidade de matéria-prima a recolher na floresta, baseada numa estimativa. O que é que este olhar acrescenta, ou pode acrescentar, a um olhar formal da matemática sobre a cestaria?
- A EMcEsta
 - Desperta para a identificação de elementos que se repetem, sequências, ou seja, padrões, à nossa volta (ananás, múltiplos...)?
 - Ajuda a compreender esses padrões? Pode exemplificar?
- Um cesteiro desenvolve e/ou usa conhecimento matemático? (por exemplo, para i) planear a malha do cesto? ii) dispor as tiras nas estruturas dos cestos em estrela e 4 cantos?, iii) estimar a quantidade de matéria-prima necessária para confeccionar um cesto?). Nestes processos o cesteiro utiliza a matemática que aprendeu na escola?

- Que conhecimentos ou experiências sentiu terem sido uma mais valia para resolver as tarefas EMcEsta? (Por exemplo para analisar a robustez de um cesto ou para decidir sobre a quantidade de matéria-prima a recolher, utilizou algum conhecimento específico?)

POTENCIALIDADE DA EMCESTA

- Recomendaria a EMcEsta a alguém / a um amigo? O que lhe diria se o quisesse convencer a participar nesta experiência?
- Qual é a importância da cestaria para a ilha do Príncipe? (Para a economia, sociedade, cultura, política,...)
- A EMcEsta pode contribuir para transformar, a curto, médio ou longo prazo, a prática de cestaria na ilha do Príncipe? Se sim, como?
- Que potenciais transformações pode a EMcEsta representar ao nível da educação na ilha do Príncipe?
- E quais as potenciais transformações que a EMcEsta pode representar ao nível da educação matemática na ilha do Príncipe? E no caso específico da educação matemática?
- Gostaria de partilhar outras interpretações relacionadas com a cestaria, distintas daquelas que são apresentadas nas tarefas?
- Tem sugestões de outras práticas culturais que considere adequadas para serem abordadas em estações de um trilho, à semelhança do papel que a cestaria ocupa na EMcEsta?
- O design deve influenciar a criação de novos objetos de cestaria? Lembra-se de outras áreas de conhecimento que possam ser úteis para as práticas de cestaria na ilha do Príncipe?
- O desenvolvimento local e a sustentabilidade são temas abordados na EMcEsta. Isto pode remeter para reflexão, por exemplo, se a matéria-prima para os cestos deve estar disponível para todos. Será que as prioridades que são definidas para a sociedade influenciam a forma como se desenvolve ou se transforma o conhecimento (científico/matemático)? Por exemplo... (por exemplo, a valorização do ambiente e conhecimento sobre conservação das espécies).

FECHO DA ENTREVISTA

- Há questões específicas sobre algum dos recursos que não tenha sido aqui abordada e que gostasse de ver esclarecidas? Gostaria de partilhar algo que não tenha sido ainda alvo de atenção durante esta entrevista?

Anexo C2 – Guião da entrevista a professores potenciais mediadores

GUIÃO DE ENTREVISTA

Esta entrevista centra-se nas percepções dos entrevistados relativamente a: i) validade da consistência entre os componentes e as tarefas, ii) praticidade esperada e real dos recursos EMcEsta e iii) efetividade esperada da EMcEsta.

O formato da entrevista, semiestruturada, permite que o guião enfatize as linhas orientadoras, deixando flexibilidade de adaptação para o decorrer da entrevista, de acordo com os discursos dos entrevistados.

A entrevista é dirigida a especialistas de educação, nomeadamente, **professores de matemática** com experiência ou contacto com o ensino e os Trilhos de Ciência da ilha do Príncipe, **numa perspetiva de mediadores** da EMcEsta. A estes professores foi disponibilizado previamente um documento contextualizador, as tarefas e os guiões do mediador EMcEsta.

Pré-entrevista:

- Cumprimentar e agradecer a disponibilidade dos entrevistados
- Recordar o âmbito da entrevista
- Solicitar o seu consentimento para usar as informações dadas por si, apenas para efeito da investigação apresentada
- Requerer autorização para a gravação vídeo e áudio da entrevista
- Requerer autorização para utilizar excertos do áudio em apresentações em congressos científicos e, eventualmente, na apresentação pública das provas de doutoramento.
- Iniciar a gravação referindo a autorização de todos para a gravação e reprodução da entrevista em contexto académico. Pedir que diga os nome e profissão.

GENERALIDADES SOBRE O EMCESTA

- Quando leu os recursos EMcEsta houve alguma tarefa que lhe tenha despertado algum interesse ou alguma “afinidade”, em particular? Se sim, porquê?

TAREFAS

- A ordem das tarefas parece-lhe lógica ou propunha alguma alteração? Porquê?
- Tendo em conta a abrangência do público-alvo a quem se destinam as tarefas EMcEsta (isto é, qualquer indivíduo residente ou visitante na ilha do Príncipe, preferencialmente fluente na leitura), considera que o tempo indicado em cada uma é suficiente?
- Considera que as indicações e informação nas tarefas estão simples e claras? (compreensível por qualquer pessoa que procure experiência EMcEsta?)
- Houve alguma informação ou questão que não tenha percebido o que lhe era proposto (que tivesse de ler mais do que uma vez para perceber o que se pretendia)? Se sim, pode identificar a situação?

- A cestaria é um tema que interessa aos jovens do Príncipe? Quais as razões que podem estar na origem desse (des)interesse? Tem ligação à cestaria? Alguma história que queira partilhar?
- Considera que as tarefas despertam alterações nas motivações, interesses e/ou expectativas dos utilizadores em relação à cestaria?
- Há alguma técnica, linguagem ou prática de cestaria que conheça e que ache que acrescente significado à abordagem das tarefas?
- Nas tarefas EMcEsta identifica ligações com a cestaria ou com a matemática que lhe pareçam artificiais? (por exemplo a utilização do cesto como peneira, a utilização dos múltiplos de 4 no entrecruzamento das voltas, a identificação da espiral no fundo do cesto, a forma de estimar o material necessário para produzir um cesto...)
- Considera que as tarefas despertam alterações nas motivações, interesses e/ou expectativas dos utilizadores em relação à matemática?
- Os múltiplos de 4 são abordados no contexto do entrecruzamento das voltas dos cestos, sendo também um tópico trabalhado na sala de aula de matemática. Considera que a EMcEsta incentiva que os utilizadores olhem para uma matemática diferente da matemática escolar?
- Na tarefa sobre o caniço é evidenciada a necessidade de tomada de decisão sobre a quantidade de matéria-prima a recolher na floresta, baseada numa estimativa. O que é que este olhar acrescenta, ou pode acrescentar, a um olhar formal da matemática sobre a cestaria?
- Que tipo(s) de conhecimento envolve a identificação da espiral no fundo do cesto de base? (Já conhecia este tipo de curva? Pode dar-me exemplos na natureza - animais, conchas..., na arte, no universo – galáxias,... na matemática?)
- Um cesteiro desenvolve e/ou usa conhecimento matemático? (por exemplo, para i) planear a malha do cesto? ii) dispor as tiras nas estruturas dos cestos em estrela e 4 cantos?, iii) estimar a quantidade de matéria-prima necessária para confeccionar um cesto?). Nestes processos o cesteiro utiliza a matemática que aprendeu na escola?
- Quais os potenciais conhecimentos ou experiências do utilizador que poderão ser uma mais valia na resolução das tarefas EMcEsta?
- Como é que se podem criar oportunidades para que os utilizadores se sintam incentivados a partilhar outras ideias e acrescentar perspetivas daquelas que são apresentadas nas tarefas?

GUIÕES DO MEDIADOR

- Considera a presença de um mediador essencial, benéfica ou opcional? Isso é uma vantagem ou desvantagem destes recursos?
- Sentiu necessidade de regressar à tarefa durante a leitura dos guiões do mediador?
- O tipo de atividades propostas está adequado ao propósito de cada tarefa, apresentado nos guiões do mediador?

- A leitura do guião do mediador acrescentou-lhe alguma coisa em relação à tarefa? Pode dar alguns exemplos?
- Imagine que iria desenvolver uma das tarefas com um grupo de alunos. Como se prepararia para esse fim?
- Escolha uma tarefa e descreva-me como atuaria como mediador da experiência com um grupo de participantes à sua escolha.

POTENCIALIDADE DA EMCESTA

- Recomendaria a EMCEsta a alguém / a um amigo? O que lhe diria se o quisessem convencer a participar nesta experiência?
- Qual é a importância da cestaria para a ilha do Príncipe? (Para a economia, sociedade, cultura, política,...)
- A EMCEsta pode contribuir para transformar, a curto, médio ou longo prazo, a prática de cestaria na ilha do Príncipe? Se sim, como?
- Que potenciais transformações pode a EMCEsta representar ao nível da educação na ilha do Príncipe?
- E quais as potenciais transformações que a EMCEsta pode representar ao nível da educação matemática na ilha do Príncipe?
- Têm sugestões de outras práticas culturais que considere adequadas para serem abordadas em estações de um trilho, à semelhança do papel que a cestaria ocupa na EMCEsta?
- Os arquitetos, cientistas, investigadores, devem influenciar o artesão na criação de novos objetos de cestaria? Este tipo de práticas tem influência na sociedade?
- O desenvolvimento local e a sustentabilidade são temas abordados na EMCEsta. Isto pode remeter para reflexão, por exemplo, se a matéria-prima para os cestos deve estar disponível para todos. Será que as prioridades que são definidas para a sociedade influenciam a forma como se desenvolve ou se transforma o conhecimento (científico/matemático)? Por exemplo... (por exemplo, a valorização do ambiente e conhecimento sobre conservação das espécies).

FECHO DA ENTREVISTA

- Há questões específicas sobre algum dos recursos que não tenha sido aqui abordada e que gostasse de ver esclarecidas? Gostaria de partilhar algo que não tenha sido ainda alvo de atenção durante esta entrevista?

Anexo C3 – Guião da entrevista a especialista em ENF e educação matemática

GUIÃO DE ENTREVISTA

Esta entrevista centra-se nas perceções dos entrevistados relativamente a: i) consistência interna entre a fundamentação teórica e a concetualização dos recursos educativos, ii) praticidade esperada e real dos recursos EMcEsta e iii) efetividade esperada da EMcEsta.

O formato da entrevista, semiestruturada, permite que o guião enfatize as linhas orientadoras, deixando flexibilidade de adaptação para o decorrer da entrevista, de acordo com os discursos dos entrevistados.

A entrevista é dirigida a uma **especialista de educação não formal (ENF)** com formação inicial na **área da educação matemática**. Previamente à entrevista foi disponibilizado um documento contextualizador, as tarefas e os guiões do mediador EMcEsta.

Pré-entrevista:

- Cumprimentar e agradecer a disponibilidade dos entrevistados
- Recordar o âmbito da entrevista e enquadrar o contexto da ilha do Príncipe
- Solicitar o seu consentimento para usar as informações dadas por si, apenas para efeito da investigação apresentada
- Requerer autorização para a gravação vídeo e áudio da entrevista
- Requerer autorização para utilizar excertos do áudio em apresentações em congressos científicos e, eventualmente, na apresentação pública das provas de doutoramento
- Iniciar a gravação referindo a autorização de todos para a gravação e reprodução da entrevista em contexto académico. Pedir que diga o nome e profissão.

GENERALIDADES SOBRE O EMCESTA

- A leitura dos recursos EMcEsta suscitou-lhe interesse em experimentar as tarefas ou mediá-las?

EMCESTA – CONTEXTUALIZAÇÃO

- Os recursos EMcEsta potenciam uma interação entre as experiências matemática e cultural do indivíduo, por meio de estímulos e respostas aos mesmos?

TAREFAS

- Considera adequada a sequência de tarefas propostas?
- Tendo em conta que a abrangência do público-alvo a que se destinam as tarefas EMcEsta (isto é, qualquer indivíduo residente ou visitante na ilha do Príncipe, preferencialmente fluente na leitura) a linguagem utilizada é adequada?
- A experiência EMcEsta pretende despertar uma interação *minds-on*, *hands-on* e *hearts-on* entre o utilizador e os materiais disponíveis. Considera que as propostas em cada tarefa incentivam esta tripla interação?
- O desenvolvimento das tarefas remete para a interação entre motivações, interesses e expectativas dos utilizadores em relação a práticas de cesteria?

- O desenvolvimento das tarefas remete para a interação entre motivações, interesses e expectativas dos utilizadores em relação à matemática?
- Os múltiplos de 4 são abordados no contexto do entrecruzamento das voltas dos cestos, sendo também um tópico trabalhado na sala de aula de matemática. Considera que a EMcEsta incentiva que os utilizadores olhem para uma matemática diferente da matemática escolar?
- Na tarefa sobre o caniço é evidenciada a necessidade de tomada de decisão sobre a quantidade de matéria-prima a recolher na floresta, baseada numa estimativa. O que é que este olhar acrescenta, ou pode acrescentar, a um olhar matemático (formal) sobre a cestaria?
- Que tipo(s) de conhecimento envolve a identificação da espiral no fundo do cesto de base em estrela?
- Que outro(s) tipo(s) de conhecimento considera que são invocados pelas tarefas EMcEsta? (Por exemplo para analisar a robustez de um cesto o utilizador precisa de algum conhecimento específico?)
- O desenvolvimento local e a sustentabilidade são temas mencionados na tarefa 4. Que discussões ou reflexões prevê que a cestaria possa despoletar nos utilizadores ao nível das interações ciência e/ou matemática e sociedade?

GUIÕES DO MEDIADOR

- A proposta de atividade em cada tarefa é adequada aos propósitos da experiência cultural, matemática e interativa conforme apresentados no guião do mediador?
- Os guiões do mediador têm indicações úteis?
- Considera que a facilitação das tarefas por um mediador (abordado consoante indicações do guião) poderá potenciar a experiência do utilizador? Para si essa característica é uma vantagem ou desvantagem destes recursos?

POTENCIALIDADE DA EMcESTA

- Recomendaria a EMcEsta a alguém / a um amigo? O que lhe diria se o quisesse convencer a participar nesta experiência?
- Que transformações (curto, médio ou longo prazo) se podem vislumbrar, quer no que respeita a práticas de cestaria na ilha do Príncipe, quer do ponto de vista da relação dos utilizadores com a matemática, a partir da EMcEsta?
- Perante a sua experiência em ambientes de ENF, tem sugestões que considere potenciar a EMcEsta como um espaço de partilha, incentivando os utilizadores a contribuir com novas leituras e perspetivas sobre a cestaria e/ou matemática?

FECHO DA ENTREVISTA

- Há questões específicas sobre algum dos recursos que não tenha sido aqui abordada e que gostasse de ver esclarecidas? Gostaria de partilhar algo que não tenha sido ainda alvo de atenção durante esta entrevista?

Anexo C4 – Guião da moderação de grupos focais a potenciais utilizadores

GUIÃO DE MODERAÇÃO

O grupo focal centra-se nas perceções dos participantes relativamente a: i) praticidade real dos recursos EMcEsta e ii) efetividade esperada da EMcEsta.

A entrevista é dirigida a grupos de **potenciais utilizadores** da EMcEsta, imediatamente após o contacto e exploração das tarefas da coleção EMcEsta. A formato de grupo focal pretende estimular interações e incentivar a discussão e partilha de experiências entre os participantes.

INFORMAÇÕES PRÉVIAS:

- Cumprimentar e agradecer a disponibilidade dos participantes
- Recordar o âmbito da sessão
- Solicitar o seu consentimento para usar as informações dadas por si, apenas para efeito da investigação apresentada
- Requerer autorização para a gravação vídeo e áudio
- Requerer autorização para utilizar excertos do áudio em apresentações em congressos científicos e, eventualmente, na apresentação pública das provas de doutoramento.
- Iniciar a gravação após o término da exploração das tarefas referindo a autorização de todos para a gravação e reprodução da entrevista em contexto académico. Pedir que digam os nomes e profissão.

ORIENTAÇÕES PARA A EXPLORAÇÃO DO CONJUNTO DE TAREFAS

EMCESTA

- Recordar a identificar os locais onde os participantes têm disponíveis enunciados e recursos que estão indicados nas tarefas
- Estabelecer links de comunicação entre os participantes a partir de pontes de contacto com experiências de vida ou interesses (cruzar também com a informação do questionário)
- Disponibilizar para começar a ler a primeira tarefa e incentivar a discussão quer em termos gerais da abordagem da tarefa, quer em aspetos específicos da resolução de questões
- Incentivar que os participantes interajam entre si, assumindo gradualmente um papel mais de retaguarda

DINÂMICA DE GRUPO

- Como primeiro desafio, antes de começarmos a conversar em grupo, e para que também possam trocar algumas impressões sobre a EMcEsta entre vocês, vou sugerir que identifiquem:
 - *3 coisas sobre as quais nunca tinham pensado...*
 - *2 aspetos interessantes...*

- *1 dúvida que ainda tenham...*
Digam-me quando chegarem a um consenso

Antes de avançar reforçar que se pretende que as respostas às questões complementem as várias experiências individuais dos participantes durante a exploração das tarefas.

SOBRE TAREFAS...

- Consideram que as tarefas são de fácil leitura?
- Houve alguma informação ou questão que tivessem de ler mais do que uma vez para perceber o que se pretendia? Se sim, podem identificar a situação?
- Teria sido fácil desenvolver cada uma das tarefas de forma autónoma? (Foi importante para o vosso desempenho eu ter estado aqui, ainda que a distância, a ajudar a fazer essa exploração?)
- Tiveram de “meter as mãos na massa” para responder às tarefas? Consideram essa característica como uma vantagem ou desvantagem destas tarefas?
- Sentiram necessidade de encontrar estratégias próprias para resolver as tarefas EMcEsta? Que sentidos (tátil, auditiva, visual, paladar, olfativa) consideram terem sido despertados ao longo das tarefas? Sentiram que as tarefas desencadearam em vocês algum tipo de emoção, ou alguma “afinidade”, em particular? Se sim, quais?
- Sentem que esta abordagem pode ser um retrato da cestaria da ilha do Príncipe? (por exemplo a utilização do cesto como peneira) O que lhe acrescentariam ou retirariam?
- Há alguma questão que gostassem de colocar a um especialista (matemático, cesteiro, outro) suscitada pelo vosso contacto com as tarefas EMcEsta?
- No questionário que preencheram algumas pessoas referiram que o conhecimento sobre cestaria não lhe seria útil para resolver problemas no dia-a-dia. Neste momento, qual é o vosso nível de concordância com esta afirmação? Podem dar exemplos que fundamentem a vossa opinião?
- Um cesteiro desenvolve e/ou usa conhecimento matemático? (por exemplo, para i) planear a malha do cesto? ii) dispor as tiras nas estruturas dos cestos (em estrela e 4 cantos)?, iii) estimar a quantidade de matéria-prima necessária para confeccionar um cesto?). Nestes processos o cesteiro utiliza a matemática que aprendeu na escola?
- Na tarefa 4 tiveram de prever a quantidade de material necessária para produzirem um cesto. Já alguma vez tinham feito estimativas? Podem dar alguns exemplos?
- Como seria um cesto de base em estrela se na base não se mantivessem sempre a mesma distância entre duas voltas consecutivas? Esse cesto poderia servir para peneirar, porquê? Para responderem a estas questões utilizam a matemática que aprenderam na escola?

- Achem que a “tabuada do 4” que aprenderam na escola serve para alguma coisa? Foi-vos útil esse conhecimento nas tarefas EMcEsta?
- Quando olham à vossa volta, conseguem identificar regularidades, ou seja, padrões (ananás, múltiplos/tabuada)? A EMcEsta ajuda a compreender esses padrões? Podem exemplificar?
- Vou relembrar alguns dos exemplos que foram escritos nos questionários sobre situações de utilização da matemática no dia-a-dia: “fazer compras”, “cálculo de áreas, percentagens, tomadas de decisões”, “lógica e muito mais”. Será que a matemática que cada um de nós sabe aprendeu-a exclusivamente na escola? Depois desta conversa lembram-se de outros exemplos de matemática que não seja aprendida na escola?
- Ainda em relação ao questionário, as vossas opiniões divergiram relativamente à existência de uma solução única para problemas de matemática. Refletindo novamente sobre esta questão, qual é o vosso nível de concordância? A experiência EMcEsta influencia, de alguma forma, a vossa resposta?
- Identificam alguma experiência ou conhecimento que considerem ter sido uma mais valia para resolverem as tarefas EMcEsta? (Por exemplo para i) planejar a malha do cesto? ii) dispor as tiras nas estruturas dos cestos (em estrela e 4 cantos)?, iii) estimar a quantidade de matéria-prima necessária para confeccionar um cesto?)

SOBRE POTENCIALIDADE DA EMCESTA...

- Recomendariam a EMcEsta a alguém / a um amigo? O que lhe diriam se o quisessem convencer a participar nesta experiência?
- Qual é a importância da cestaria para a ilha do Príncipe? (Para a economia, sociedade, cultura, política,...)
- Dado o contacto com o exterior, o design e as práticas de cestaria na ilha do Príncipe influenciam-se mutuamente? Que outros objetos de cestaria podem fazer sentido para os estilos de vida atuais?
- Como gostariam de ver a cestaria na ilha do Príncipe daqui a 5 anos? Quais são os desafios que a cestaria da ilha do Príncipe está a enfrentar e enfrentará num futuro próximo? A EMcEsta pode contribuir para transformar a prática de cestaria na ilha do Príncipe? Têm alguma ideia que gostassem de ver implementada nesse âmbito?
- A EMcEsta pode influenciar a forma como as pessoas, em geral, entendem a matemática?
- Especialmente para quem já teve algum contacto com cestaria, gostariam de partilhar outras informações relacionadas com esta prática que pudessem vir a ser abordadas nas tarefas EMcEsta?
- Se em vez de cestos e matemática a experiência fosse sobre pesca, ou cacau e outro tipo de ciências teria o mesmo interesse para vocês? Gostariam de propor outro tipo de elementos

culturais ou conhecimentos que achassem interessantes ser explorado em tarefas deste género?

- O desenvolvimento local e a sustentabilidade são temas abordados na EMcEsta. Isto pode remeter para reflexão, se a matéria-prima para os custos deve estar disponível para todos. Será que as prioridades que são definidas para a sociedade influenciam a forma como se desenvolve ou se transforma o conhecimento (científico/matemático)? Por exemplo... (por exemplo, a resposta da ciência no desenvolvimento de uma vacina para fazer face a um problema de saúde pública à escala mundial – pandemia COVID-19).

FECHO

- Há questões específicas sobre algum dos recursos que não tenha sido aqui abordada e que gostassem de ver esclarecidas? Gostariam de partilhar algo que não tenha sido ainda alvo de atenção durante esta entrevista?

Anexo C5 – Guião da entrevista a especialista em ENF e Trilhos de Ciência

GUIÃO DE ENTREVISTA

Esta entrevista centra-se nas percepções do entrevistado relativamente a: i) praticidade real dos recursos EMcEsta e ii) efetividade esperada da EMcEsta.

O formato da entrevista, semiestruturada, permite que o guião enfatize as linhas orientadoras, deixando flexibilidade de adaptação para o decorrer da entrevista, de acordo com os discursos dos entrevistados.

A entrevista é dirigida a um **especialista de educação não formal (ENF)** com conhecimento sobre **trilhos de ciência da ilha do Príncipe**. Previamente à entrevista foi disponibilizado um documento contextualizador, as tarefas e os guiões do mediador EMcEsta.

Pré-entrevista:

- Cumprimentar e agradecer a disponibilidade do entrevistado
- Recordar o âmbito da entrevista e enquadrar o contexto da ilha do Príncipe
- Solicitar o seu consentimento para usar as informações dadas por si, apenas para efeito da investigação apresentada
- Requerer autorização para a gravação vídeo e áudio da entrevista
- Requerer autorização para utilizar excertos do áudio em apresentações em congressos científicos e, eventualmente, na apresentação pública das provas de doutoramento
- Iniciar a gravação referindo a autorização para a gravação e reprodução de excertos entrevista em contexto académico. Pedir que diga o nome e profissão.

GENERALIDADES SOBRE O EMCESTA

- A leitura dos recursos EMcEsta suscitou-lhe interesse em experimentar as tarefas ou mediá-las?

TAREFAS

- Considera adequada a sequência de tarefas propostas?
- Tendo em conta que a abrangência do público-alvo a que se destinam as tarefas EMcEsta (isto é, qualquer indivíduo residente ou visitante na ilha do Príncipe, preferencialmente fluente na leitura) a linguagem utilizada é adequada?
- A experiência EMcEsta pretende despertar uma interação *minds-on*, *hands-on* e *hearts-on* entre o utilizador e os materiais disponíveis. Considera que as propostas em cada tarefa incentivam esta tripla interação?
- O desenvolvimento das tarefas remete para a interação entre motivações, interesses e expectativas dos utilizadores em relação a práticas de cestaria?
- O desenvolvimento das tarefas remete para a interação entre motivações, interesses e expectativas dos utilizadores em relação à matemática?

- Em termos de gestão de tempo das tarefas, por vezes, na literatura é recomendado que os trilhos não demorem mais de 2h (incluindo as tarefas e o percurso). Considera que as tarefas EMcEsta deveriam ser reformuladas a fim de cumprirem esta recomendação?
- Considera que existe um equilíbrio entre os componentes de experiência cultural e experiência matemática proposta nas tarefas? (Eventualmente a experiência matemática pode estar sobrevalorizada à experiência cultural? Se sim, em que medida?)
- A EMcEsta incentiva diferentes olhares matemáticos sobre a cestaria por parte dos utilizadores? (por exemplo, a utilização dos múltiplos de 4 no entrecruzamento das voltas, a identificação da espiral no fundo do cesto, a forma de estimar o material necessário para produzir um cesto...).
- Além do conhecimento matemático, que outro tipo de conhecimento considera ser invocado pelas tarefas EMcEsta? (Por exemplo para analisar a robustez de um cesto, para decidir sobre a quantidade de matéria-prima a recolher na floresta, para perspetivar a receptividade do produto pelo público o utilizador precisa de algum conhecimento específico?)
- Apesar de se verificar, na ilha do Príncipe, uma vontade política no investimento na educação científica – o Espaço Ciência Sundy, no qual os trilhos e a EMcEsta serão integrados, é disso um exemplo – as entrevistas efetuadas a potenciais utilizadores evidenciam indivíduos muito comedidos nas reações às experiências vivenciadas ao longo das tarefas. Salvaguardando que a sua experiência seja, essencialmente, num país com indivíduos que têm experiências e formação distintas, que alterações recomendaria no sentido da EMcEsta estimular nos utilizadores atitudes favoráveis à pluralidade do conhecimento?
- Verificou-se também nessas entrevistas, uma tendência em não procurar na ciência, na matemática em particular, a justificação para a tomada de decisões. Como é que a EMcEsta pode despertar nos utilizadores reflexões sobre relações entre cultura e ciência / matemática em particular?
- Além das discussões e reflexões previstas nos guiões do mediador que podem estimular e interações entre ciência e/ou matemática e sociedade (pensar a cestaria não apenas como passado, mas a funcionalidade possível no presente na tarefa 1 a possibilidade de discutir como é que a cestaria pode ser reinventada, na tarefa 3, o desenvolvimento local e a sustentabilidade são temas mencionados na tarefa 4), o desenvolvimento da EMcEsta assumiu o recurso a metodologias tendencialmente participativas a fim de ouvir e, simultaneamente, estimular, a participação de cidadãos anónimos. Que outros estímulos podem ser ativados pela EMcEsta no sentido de sensibilizar os utilizadores a estabelecerem relações entre ciência e sociedade?

GUIÕES DO MEDIADOR

- A proposta de atividade em cada tarefa é adequada aos propósitos da experiência cultural, matemática e interativa conforme apresentados no guião do mediador?
- Os guiões do mediador têm indicações úteis?
- Considera que a facilitação das tarefas por um mediador (abordado consoante indicações do guião) poderá potenciar a experiência do utilizador? Para si essa característica é uma vantagem ou desvantagem destes recursos?

POTENCIALIDADE DA EMCESTA

- Recomendaria a EMcEsta a alguém / a um amigo? O que lhe diria se o quisesse convencer a participar nesta experiência?
- Que transformações (curto, médio ou longo prazo) se podem vislumbrar, quer no que respeita a práticas de cestaria na ilha do Príncipe, quer do ponto de vista da relação dos utilizadores com a matemática, a partir da EMcEsta?
- Perante a sua vasta experiência em ambientes de ENF, tem sugestões que considere potenciar a EMcEsta como um espaço de partilha, incentivando os utilizadores a contribuir com novas leituras e perspetivas sobre a cestaria e/ou matemática?

FECHO DA ENTREVISTA

- Há questões específicas sobre algum dos recursos que não tenha sido aqui abordada e que gostasse de ver esclarecidas? Gostaria de partilhar algo que não tenha sido ainda alvo de atenção durante esta entrevista?

Anexo D – Consentimento informado de participação e autorização para recolha de imagens áudio e vídeo

EMCESTA | CONTEXTUALIZAÇÃO | AUTORIZAÇÃO

No âmbito do Doutoramento em História das Ciências e Educação Científica da Universidade de Coimbra e Universidade de Aveiro, será desenvolvido um projeto de investigação, na ilha do Príncipe. O projeto é conduzido pela doutoranda Joana Latas, professora de Matemática, sob a orientação do Professor Doutor Jaime Carvalho e Silva e visa estudar a interação entre experiências culturais e matemáticas.

Especificamente a investigação envolve o desenvolvimento de uma experiência educacional num ambiente não formal na qual se exploram diferentes formas de conhecimento relacionados com o tema cestaria da ilha de Príncipe. O conjunto de recursos desenvolvidos para o efeito designam-se por **Experiência educacional para a integração de perspetivas múltiplas da etnoMatemática** no contexto da **cEstaria** da ilha do Príncipe – EMcEsta.

O desenvolvimento do projeto envolve a implementação de:

Questionário para seleção de participantes (preenchido previamente)

4 tarefas, de acordo com disponibilidade dos participantes

Entrevista em grupo

O total de tempo requerido a cada participante rondará as 3h, em data a confirmar.

A realização deste estudo implica a recolha de imagens das atividades dos participantes e a gravação áudio da entrevista, as quais têm como finalidade a visualização posterior e estudo pelas pessoas supramencionadas envolvidas no projeto. Assume-se o compromisso de não fazer qualquer divulgação destas imagens sem ser no contexto deste projeto e de manter o anonimato dos participantes em toda e qualquer referência aos mesmos.

PARTICIPAÇÃO E AUTORIZAÇÃO PARA RECOLHA DE IMAGENS E ÁUDIO (menores de 18 anos)

Eu, _____

Encarregado de educação de _____

Aceito não aceito

que o meu educando participe voluntariamente na implementação da EMcEsta

Declaro que autorizo não autorizo

a recolha de imagens e áudio do meu educando no âmbito da implementação da EMcEsta.

Príncipe, _____ (data)

Assinatura:

Anexo E – Manifestação de interesse na implementação do trilho EMcEsta e respetiva integração no Espaço Ciência Sundy

REPÚBLICA DEMOCRÁTICA  DE S.TOMÉ E PRÍNCIPE
(UNIDADE-DISCIPLINA-TRABALHO)
REGIÃO AUTÓNOMA DO PRÍNCIPE
GOVERNO REGIONAL DO PRÍNCIPE
Gabinete do Presidente

Gabinete do Presidente do Governo Regional, aos 26 de janeiro do ano 2022.

Carta de recomendação.

Pelo presente encaminho esta carta de recomendação, para expressar total apoio e interesse do Governo Regional do Príncipe, na integração do trilho científico EMcEsta na oferta educativa no Espaço Ciência Sundy.

A Dr^a **Joana Latas** tem vindo a desenvolver um trilho com base na cestaria da ilha do Príncipe, integrado no seu projeto de investigação "Explorações etnomatemáticas na ilha do Príncipe".

O Espaço Ciência Sundy tem como missão constituir um Espaço ao serviço da divulgação na ilha do Príncipe, constituindo igualmente uma atração turística e um cartão de visita. Tem como um dos objetivos ser o culminar dos Trilhos de Ciência que pretendem aliar "ciência, natureza e cultura local", numa ilha que é reserva mundial da biosfera da UNESCO.

O trilho etnomatemático EmcEsta – Experiência educacional para a integração das perspetivas etnoMatemáticas no contexto da cestaria da ilha do Príncipe, assume o propósito geral de contribuir para a educação científica dos seus utilizadores ao convidá-los a experienciar práticas de cestaria e a explorarem complementaridades culturais enquadradas nos seus estilos de vida.

Face à pertinência desta iniciativa, a mesma representa algo de muito interesse para o Príncipe e para a população.

Desta forma, o GRAP tem vindo a acompanhar o desenvolvimento deste projeto, no sentido de este integrar a oferta educativa do Espaço Ciência Sundy, cuja inauguração está a ser preparada pelo Governo Regional do Príncipe.

O Presidente do Governo Regional,


Filipe Nascimento
RESIDÊNCIA

Apêndices

Apêndice A – Coleção EMcEsta (Versão D)

Apêndice B – Trilho EMcEsta

Apêndice A Coleção EMcEsta (Versão D)

“À roda com os cestos” – guião do utilizador

“À roda com os cestos” – guião do mediador

“Encontros e desencontros” – guião do utilizador

“Encontros e desencontros” – guião do mediador

“Balaio há, balaio ê” – guião do utilizador

“Balaio há, balaio ê” – guião do mediador

“Caniço, para que te quero?” – guião do utilizador

“Caniço, para que te quero?” – guião do mediador



À RODA COM OS CESTOS

Guião do utilizador 1

Sabe quais são as utilidades dos cestos na ilha do Príncipe? Sabia que uma das técnicas utilizada na confeção de cestos é semelhante ao diagnóstico de uma doença neurológica? Vamos experimentar a cestaria.

Joana Latas

Universidade de Coimbra, IIIUC.

Em colaboração com Leandro Sousa, cesteiro na ilha do Príncipe e Pedro Marques, matemático na Universidade de Évora.

Tempo estimado: 15 a 25 minutos

Modo de trabalho: preferencialmente em grupo

O Kwalie é um cesto confeccionado por cesteiros na ilha do Príncipe.



Figura 1 – Cestos de base em estrela. © Joana Latas.

Este cesto também é conhecido por cesto de base em estrela. Uma possível inspiração para tal designação é a disposição das tiras na estrutura do cesto que pode fazer lembrar uma estrela.

Experimente ... decalcar a base exterior do cesto no recipiente com areia húmida.

Na imagem obtida...

...onde está representada a estrela que dá nome ao cesto?

Vai precisar de:
 Cesto de base em estrela.
 Recipiente com areia húmida.

... a tira mais fina e flexível que está entrelaçada na estrutura em estrela descreve uma curva.

Com qual destas curvas é mais parecida a imagem que se obtém dessa tira?

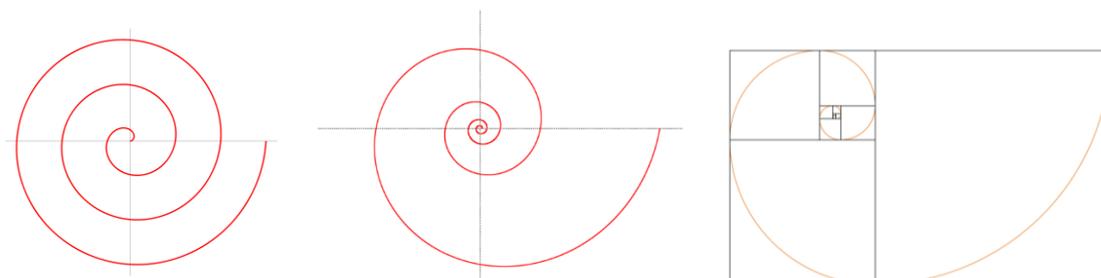


Figura 2- Curvas. © Wikipédia.

Por que é que tal acontece?

Por questões de robustez, mas também por questões de equilíbrio do cesto e de estética, as tiras finas são entrelaçadas na estrutura segundo um movimento que, ao mesmo tempo, roda e se afasta do centro da base do cesto. A linha curva que se obtém descreve uma espiral.

Para que o cesto cumpra a sua função de forma eficaz, a espiral que se obtém no fundo do cesto tem a particularidade de manter constante as distâncias de separação entre uma volta e a volta seguinte, ao longo de cada (semi)tira da estrutura em estrela do cesto.

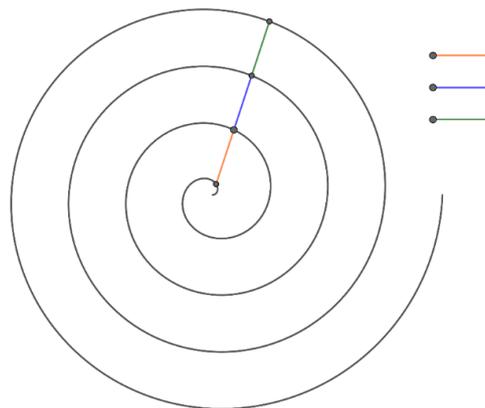
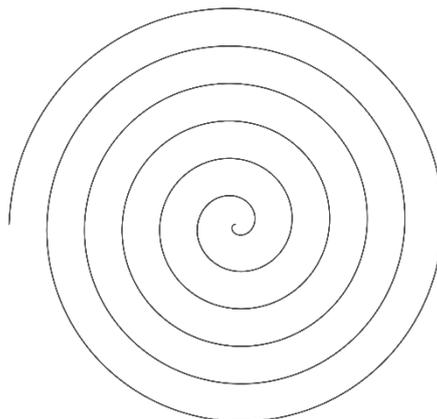


Figura 3 – Numa espiral uniforme, a distância de separação entre voltas consecutivas, ao longo de um segmento de reta, é constante. © Joana Latas.

Experimente também ... sobrepor o traçado desta curva segurando na mão o marcador. Tente agora com o marcador na outra mão.

Tremeu?



Vai precisar de:
Folha com a curva desenhada.
Marcador.

Figura 4 – Espiral uniforme. © Joana Latas.

Sabia que o desenho ou sobreposição de espirais uniformes são técnicas de diagnóstico de um distúrbio neurológico? Embora afete entre 4 a 5 em cada 100 pessoas com mais de 40 anos em todo o mundo, quando o tremor é leve, não precisa de qualquer tratamento.

Este tipo de cesto é utilizado para lavar a izaquite no rio ou na praia, com o intuito de separar [no fruto] as sementes da sua casca, para posteriormente as cozinhar. Também no fruto de café, depois de ser tirada a casca principal no pilão, as cascas são peneiradas com o cesto para limpar os grãos.

Agora é a sua vez... separe as sementes das cascas.

Utilize um dos cestos de base em estrela que e coloque nele frutos preparados para peneirar.

Vai precisar de:

Cestos de base em estrela.

Frutos (por exemplo, café).

Como é que o tamanho dos espaços abertos entre as tiras do cesto, está relacionado com a sua função de peneira?



À RODA COM OS CESTOS

Guião do mediador 1

EMcEsta

Experiência educacional para a integração de perspetivas múltiplas da etnoMatemática no contexto da cEstaria da ilha do Príncipe

Joana Latas

Universidade de Coimbra, IIIUC.

Em colaboração com Leandro Sousa, cesteiro na ilha do Príncipe e Pedro Marques, matemático na Universidade de Évora.

Propósitos específicos

Abaixo estão listados os propósitos associados a diferentes níveis de exploração das tarefas propostas no guião do utilizador. Os mesmos estão redigidos do ponto de vista do utilizador e devem ser entendidos como opcionais, isto é, selecionados, em cada momento, de acordo com a abordagem e público em causa.

- Propiciar o contacto com práticas e linguagem de cestaria do método de base em estrela.
- Desenvolver a visualização de representações de estrela e espiral no cesto de base em estrela.
- Desenvolver interligações entre representações da espiral e práticas de cestaria.
- Promover o estabelecimento de conexões entre conhecimento científico e a realidade local e extrapolar para outros contextos.
- Sensibilizar para relações entre experiências prévias e a cestaria ou a utilização de cestos no dia a dia.
- Estimular a reflexão sobre a evolução da funcionalidade da cestaria a partir de práticas do passado, do presente e equacionando-as para o futuro.

Questões para quebrar o gelo

- Quem tem cestos em casa?
- Já alguma vez viram fazer um cesto?
- Conhecem algum cesteiro? (Têm alguma história que queiram partilhar?)
- Quantos de vós já fizeram cestos?
- O que recordam dessa experiência?

Recursos materiais

- Cesto de base em estrela completo, com diferentes espaçamentos na base (mínimo 3)
- Recipiente com areia húmida
- Izaquite (fruto), café ou milho (eventualmente água para o caso do izaquite)
- Modelo da espiral de Arquimedes (anexo)
- Marcador
- Acetato e caneta de acetato (opcional)

Linhas gerais de atuação

Preparação:

Durante a fase de preparação, será de salvaguardar a disponibilidade dos recursos materiais necessários aos visitantes. O recurso natural a utilizar na construção dos cestos é a andala, se possível verde para ser mais flexível. A mais grossa e resistente para a estrutura e mais fina e flexível para a parte lateral do cesto. A preparação da andala deve estar precavida antes do início da atividade. Na impossibilidade deste, outros recursos materiais como cartolina ou *musgami* poderão ser alternativas para a estrutura em estrela. Para o enleamento, poderá ser utilizado fio. A preparação do espaço envolvente deverá recriar um espaço acolhedor para trabalho colaborativo com as “mãos na massa” e de discussão.

Os recursos materiais específicos para cada secção estão referidos no guião do utilizador.

Segurança: As tiras de andala mais finas podem cortar. Os participantes devem ser alertados para essa questão. Deverá existir um estojo de primeiros socorros para curativos simples, no caso de ser necessário.

Públicos:

A tarefa foi pensada para públicos genéricos, com diversidade de idades e *backgrounds*. Contudo, se a tarefa for implementada com um público específico, será benéfico adaptá-la a interesses, expectativas e experiências prévias do mesmo, que sejam conhecidas *a priori*. A destreza manual de crianças pode não ser suficiente para procederem à confeção de passos da cestaria de forma autónoma, pelo que será importante esse processo ser apoiado, sem tirar a oportunidade de o visitante o experienciar.

Experiência do visitante:

A participação ativa do visitante é central. Promover as várias formas de interatividade (*hands-on*, *minds-on* e *hearts-on*) previstas poderá ser uma forma de incentivar esse caminho, respeitando a liberdade do visitante controlar a própria experiência.

A interação entre a experiência cultural e a experiência matemática deve ser estimulada ativando experiências e conhecimentos prévios dos visitantes.

A exploração da secção “Por que é que tal acontece?” deve ser diferenciada de acordo com os públicos. A secção seguinte apresenta algumas sugestões de exploração.

Conversação:

A tarefa foi desenhada numa perspetiva de estimular a comunicação dos públicos com a ciência, em particular a matemática. No caso de ser possível ter *in loco* especialistas da cestaria e/ou matemáticos em interação com os públicos, o cenário pode ser francamente enriquecido. As informações (a negrito) e a secção “Sabia que” podem constituir um ponto de partida para interação com os públicos.

Ser bom ouvinte da partilha de opiniões e pensamentos por parte dos visitantes e partilhar pontos de vista pessoais acrescentam valor à discussão. Além de ouvir genuinamente os participantes, o mediador deve ouvir globalmente, o que implica igualmente estar atento ao grupo e às dinâmicas dos participantes perante as intervenções dos outros.

Na resposta a questões concretas, sempre que possível, deverão ser retribuídas outras questões mais simples que possam decompô-la numa interação construtiva entre o mediador e o visitante. Deve ser respeitado o tempo para resposta, quer individual, quer do grupo.

As perspectivas múltiplas da informação que a ciência fornece, com saberes culturais e os valores pessoais, despertam para as relações mútuas entre Ciência e Sociedade e apoiam a tomada de decisão e a formação de opiniões fundamentadas.

Considerações específicas sobre a tarefa

“À roda com os cestos” é a primeira de uma sequência de quatro tarefas. Nela explora-se um tipo específico de cesto, de base em estrela. Parte-se de uma análise da base do cesto, relaciona-se a técnica de confecção da base com outras aplicações do mesmo conceito na área da saúde e finalmente apela-se à utilização do cesto como peneira onde pode ser experimentada a influência da técnica do enleamento em espiral na base e na parte lateral do cesto, designada parede do cesto, na eficácia da sua funcionalidade.

Estrutura do cesto

Para uma familiarização inicial do participante com o objeto, apela-se a alguns detalhes como a identificação da representação da estrela e da espiral que podem ser observadas no fundo do cesto. Estas tarefas são sugeridas com alguns recursos materiais.

A estrutura do cesto consiste em 12 tiras agrupadas em 6 pares, ou feixes, com disposição em estrela (de 12 pontas). Uma tira flexível enleia, em espiral, as tiras da estrutura em estrela com o passo 2 por cima, 2 por baixo e assim sucessivamente e depois de algumas voltas o passo é, sucessivamente, de 1 por cima, 1 por baixo.

Estrelas

A palavra estrela pode remeter, comumente, para a estrela do mar ou para a estrela do céu. Esta última pode ser entendida apenas como um ponto no céu (vista por um observador da Terra, a olho nu) ou ter outras representações mais ou menos elaboradas (por exemplo como resultado de imagens obtidas com recurso de instrumentos adequados à observação astronómica) e fundamentadas em culturas locais (associada à espiritualidade, por exemplo). A conversão entre representações é motivada pela abstração desse conceito. Desta forma, a representação de uma estrela de 12 pontas pode não ser reconhecida como estrela, para aqueles que tiverem apenas como referência, por exemplo, a estrela de 5 pontas.

A pluralidade de representações de estrela pode ser uma discussão a ter nesta fase com os utilizadores. As estrelas associadas a polígonos regulares são outro exemplo de abstração matemática que remete para figuras estelares com diversos números de pontas (figura 1).

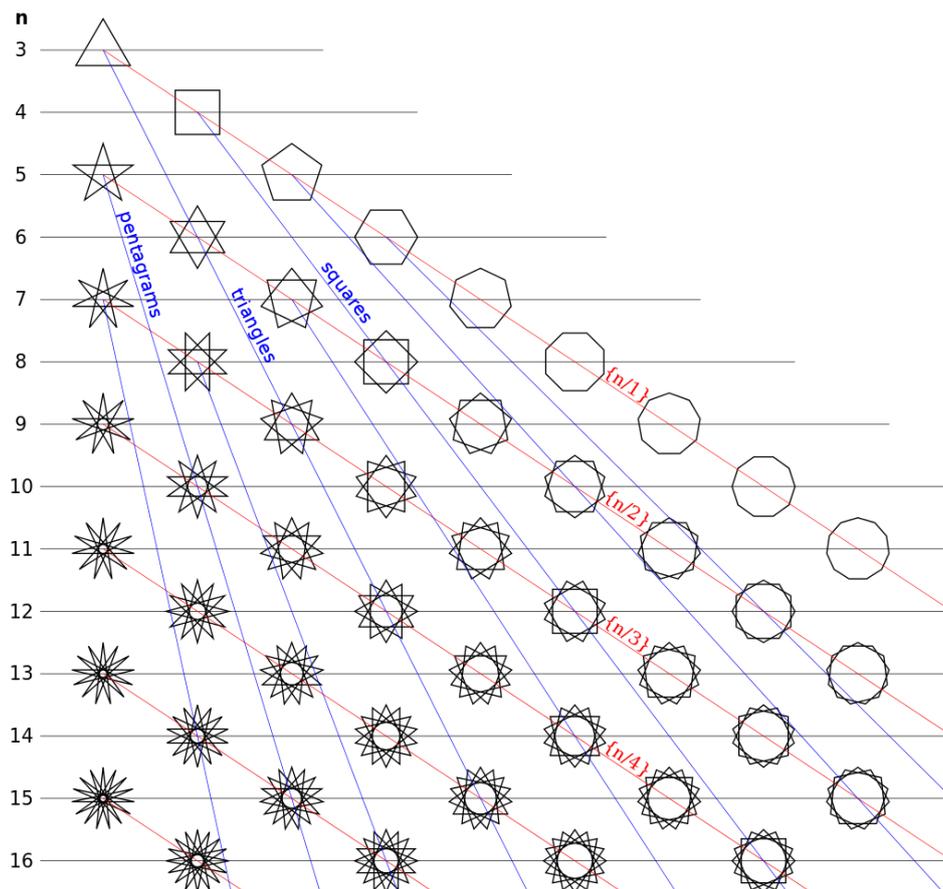


Figura 1- Estrelas poligonais regulares. ©Perey, CC BY 3.0, via Wikimedia Commons.

Espirais

As curvas representadas na secção “Experimente...” (figura 2) são, respetivamente: espiral de Arquimedes, espiral logarítmica e espiral de Dürer.

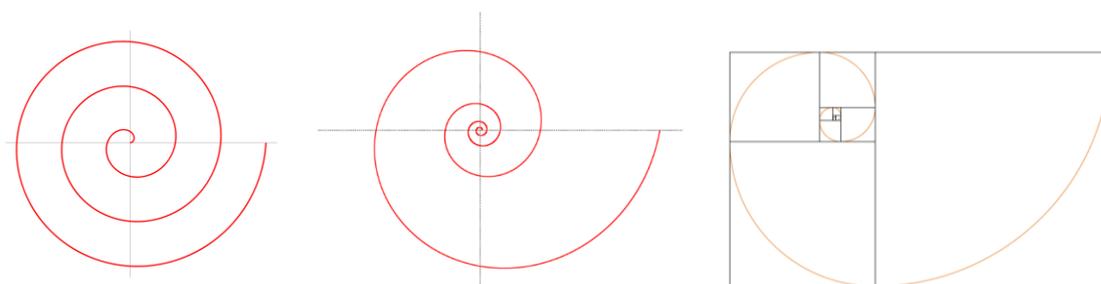


Figura 2- Curvas. © Wikipédia.

Mesmo sem referência ao nome ou detalhes científicos, a referência a algumas aplicações destas curvas pode ajudar a dar significado às mesmas.

A espiral logarítmica está presente nas conchas ou nas caudas de cavalos marinhos, por exemplo. Nesta espiral as distâncias entre voltas ao longo de uma semirreta aumentam em progressão geométrica enquanto que na espiral de Arquimedes essas distâncias são constantes. Já a espiral de Dürer, que se aproxima bastante da espiral logarítmica, tem a

particularidade de se poder construir com régua e compasso com base em retângulos cujas dimensões dos lados são números consecutivos da sucessão de Fibonacci (1, 1, 2, 3, 5, 8, 13, 21...).

A matemática também está num cesto artesanal de base em estrela da ilha do Príncipe. A linha curva descrita pela tira flexível, ao afastar-se e rodar sobre o ponto onde os vários feixes se sobrepõem, é modelada pela espiral de Arquimedes, também designada por espiral uniforme. Tal é evidenciado na imagem da figura 3, de equação polar $\rho = 0,32\theta$, com $10\pi < \theta < 24\pi$, onde ρ é o raio vetor e θ , o ângulo polar.

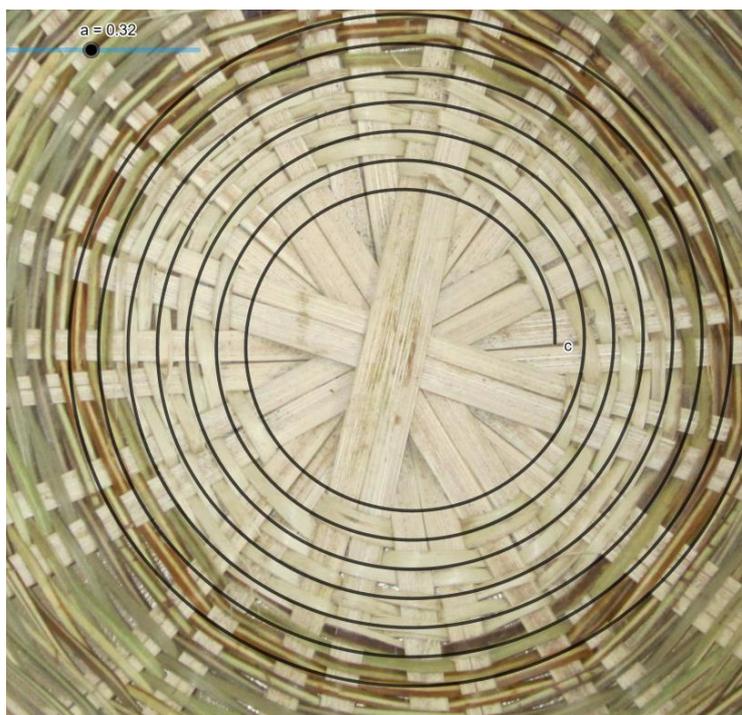


Figura 2 – Aproximação de uma espiral de Arquimedes ao enleamento da base de um cesto circular. © Joana Latas.

A propriedade desta espiral está representada no esquema da secção “Por que é que tal acontece?” no guião do utilizador (figura 4), no qual é evidenciado que a distância entre voltas consecutivas ao longo de uma semirreta é constante. O mesmo não acontece se essas distâncias não forem consideradas ao longo da mesma semirreta (figura 5).

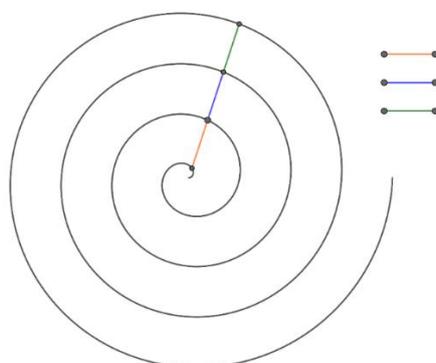


Figura 4 – Numa espiral uniforme, a distância de separação entre voltas consecutivas, ao longo de um segmento de reta, é constante. © Joana Latas.

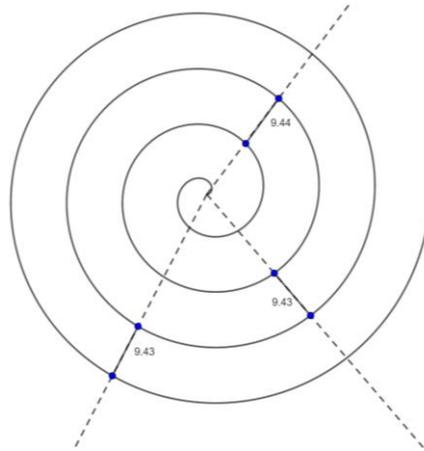


Figura 5 – Numa espiral uniforme, a distância de separação entre voltas consecutivas, ao longo de diferentes segmentos de reta, não é constante. © Joana Latas.

Aplicações da espiral uniforme

Num segundo desafio, “Experimente também...”, pretende-se que cada participante percorra a curva espiral com a mão esquerda e direita o que, à partida, será mais fácil com uma mão do que com outra, consoante sejam destros ou canhotos. - Com qual das mãos conseguiu um melhor resultado? E qual a mão com que costuma escrever? Que estratégia utilizou para conseguir a sobreposição? - Na verdade, manter o traçado com uma velocidade constante será uma forma de perseguir o objetivo do desafio. Aliás, esta é propriedade física que lhe dá o nome de espiral uniforme. O nível de elaboração do modelo da espiral de Arquimedes poderá variar entre a sobreposição de um acetato numa folha de papel e um modelo interativo desenhado para o efeito.

A discussão na secção “Sabia que...” pode ser estimulada com a particularidade de cientistas e cesteiros utilizarem os mesmos padrões em atividades tão distintas como o diagnóstico de doenças neurológica e a regularidade do enleamento nos cestos. – O que pode ter em comum a confeção de um cesto e o diagnóstico de uma doença neurológica?

De facto, a espiral uniforme que modela a base do cesto em estrela é utilizada como uma técnica complementar de diagnóstico de um distúrbio neurológico designado tremor essencial. A espirografia, como se designa esta técnica, consiste na reprodução da espiral uniforme pelo paciente, de acordo com um modelo ideal.

Caso seja oportuno, pode fazer-se a ligação com a frase no início da tarefa “Sabia que uma das técnicas utilizada na confeção de cestos é semelhante ao diagnóstico de uma doença neurológica?” e discutir até que ponto a técnica do cesteiro pode, ou não, diagnosticar o tremor essencial.

Espiral 3D

Ao peneirar as sementes¹ o participante deve ser confrontado com a funcionalidade do cesto, que, de certa forma estará associada à técnica de confecção das paredes do cesto. No caso de os espaços terem tamanhos muito distintos, uns podem ficar demasiado grandes e as sementes acabam por cair ou demasiado pequenos, o que impede que o cesto cumpra a sua função. Ao longo da confecção das paredes do cesto, que pode ter uma forma aproximada de uma semiesfera conforme figura 6, é feita pressão na estrutura em estrela e na sequência do entrelaçamento das tiras é evidenciando, neste caso, uma espiral tridimensional.



Figura 6 – Cesto de base em estrela. © Joana Latas.

No final do cesto, a última volta na boca do cesto, a espiral dá lugar a uma circunferência (figura 7). Contudo, ainda que com algumas semelhanças, a confecção do cesto não é constituída por circunferências concêntricas. A diferença entre a sobreposição de espiral uniforme e de circunferências concêntricas está representada na figura 8.

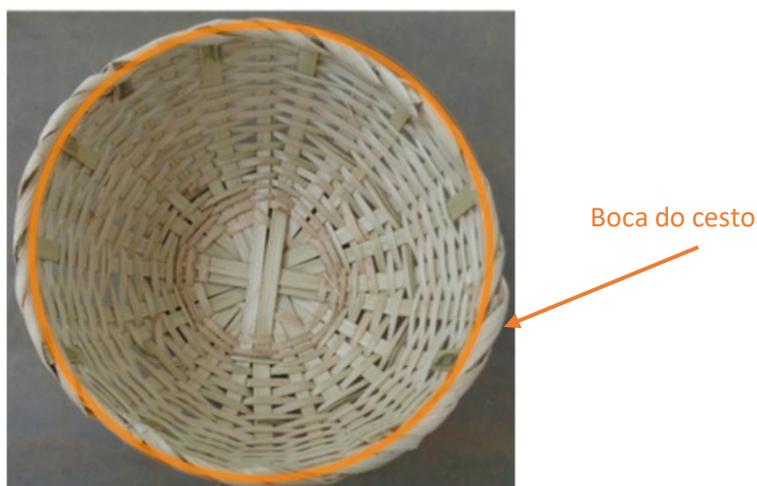


Figura 7 – Cesto de base em estrela. © Joana Latas.

¹ A seleção da semente para peneirar depende da época do ano e da disponibilidade de cada uma. No caso da izaquente, o processo de peneirar é feito com água para separar a goma do fruto da semente. Para tal, o espaço envolvente deve ainda garantir acesso a água, por exemplo um curso de água, para que a experiência da lavagem do izaquente seja o mais próxima possível do cenário em que costuma ter lugar. Deve ainda haver sementes de izaquente já lavadas para que o utilizador possa comparar com outras que ainda não o tenham sido.

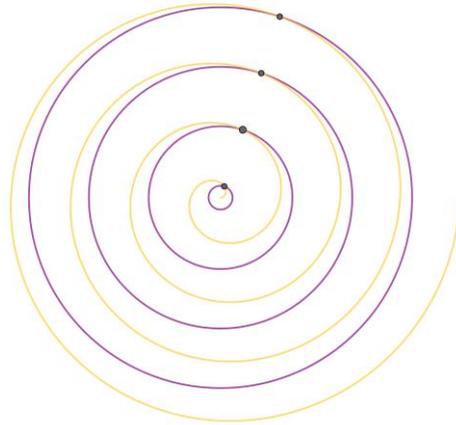


Figura 8 – Comparação entre uma espiral uniforme e circunferências concêntricas tangentes às voltas da espiral ao longo de um segmento de reta. © Joana Latas.

Funcionalidade da cestaria na ilha do Príncipe

Durante a mediação e de acordo com o tempo que os visitantes pretendem despende nesta tarefa, há tópicos de reflexão que podem estimular algumas interações entre sociedade e ciência a partir das práticas da cestaria.

A utilização de cestos e outros objetos de cestaria por principenses não é hoje igual ao que foi e ao que pode vir a ser. Como eram utilizados os cestos pelos nossos pais/avós? O que fez com que essas práticas fossem substituídas? Quais são as utilizações que se fazem atualmente do cesto? Em que aspetos do nosso dia-a-dia, os cestos podem constituir uma alternativa às práticas atuais? Será uma alternativa viável?

Informação complementar

Archimedes (1897). *The Works of Archimedes*, edited in Modern Notation with Introductory Chapters by T. L. Heath. Cambridge: University Press. Biblioteca eletrónica de Wellesley College Library. <https://archive.org/details/worksofarchimede00arch>.

Bishop, A. J. (1988). *Mathematical enculturation: a cultural perspective on mathematics education*. Kluwer.

Bishop, A. (2005). *Aproximación sociocultural a la educación matemática*. Universidad del Valle.

Gerdes, P. (2012). *Ottava: Fazer Cestos e Geometria na Cultura Makhuwa do Nordeste de Moçambique* (reedição). Instituto Superior de Tecnologias e Gestão.

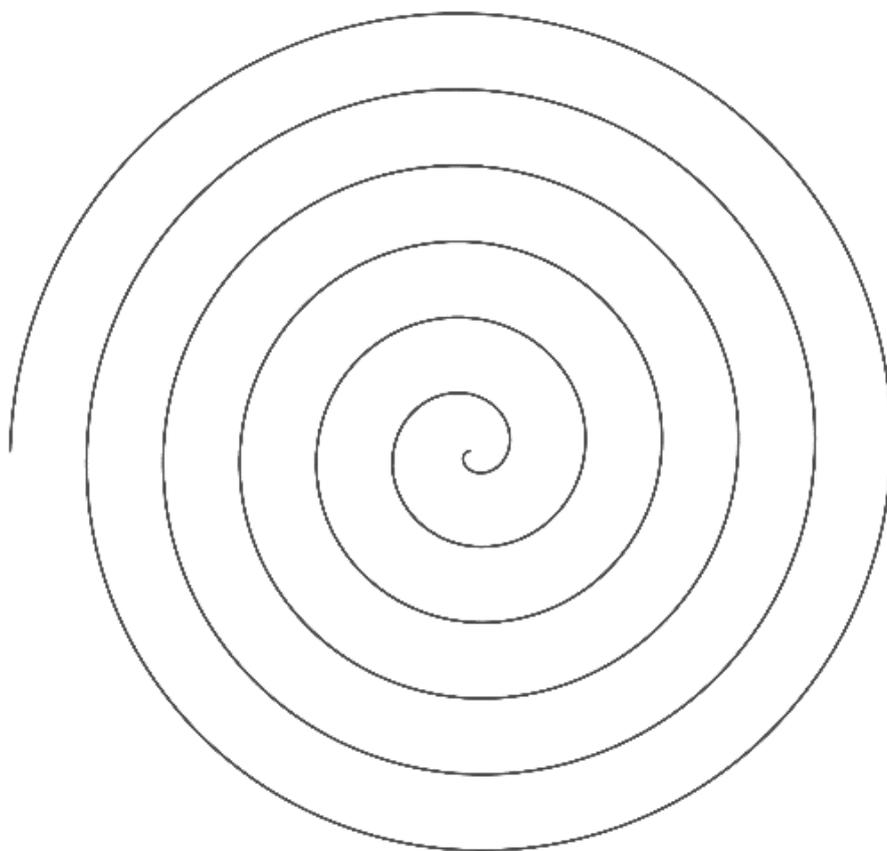
Heath, T. L., (2011). *Archimedes. Men of Science*. EBook #35550. <http://www.gutenberg.org/ebooks/35550>.

Lamúa, A. (2012). *Os segredos do infinito. 150 respostas ao enigma*. ILUS BOOKS.

Latas, J. (2020). Portal do Astrónomo. Tema do mês: celebrar a matemática. <http://portaldoastronomo.org/2020/03/celebrar-a-matematica/>.

- Lockwood, E. H. (1961). *A book of curves*. University Press.
- Parra, A. (2011). *Educação e educação própria* [Dissertação de Mestrado, Universidade Estadual Paulista]. Repositório Institucional da Universidade Estadual Paulista. <https://repositorio.unesp.br/handle/11449/90222>.
- Pinto, M. (2013). *Tremor essencial. Visão global da doença* [Dissertação de Mestrado, Universidade da Beira Interior]. Repositório Digital da UBI: <https://ubibliorum.ubi.pt/handle/10400.6/1506>
- Veloso, E. (1998). *Geometria – Temas Actuais*. Instituto de Inovação Educacional.
- Veloso, E. (2017). Uma curva de cada vez... A espiral de Arquimedes. *Educação e Matemática*, 141, 13-15.
- Vergani, T. (1999). Ethnomathematics and symbolic thought: the culture of Dogon. *ZDM – The International Journal on Mathematics Education*, 31(2), 66-70.
- Wikipédia. Espiral de Arquimedes. https://pt.wikipedia.org/wiki/Espiral_de_Arquimedes.
- Wikipédia. Estrela (polígono). [https://pt.wikipedia.org/wiki/Estrela_\(polígono\)](https://pt.wikipedia.org/wiki/Estrela_(polígono)).

Anexo





ENCONTROS E DESENCONTROS

Guião do utilizador 2

Como é que os cesteiros da ilha do Príncipe produzem os cestos? Vamos ao encontro de técnicas e de partilha de saberes.

Joana Latas

Universidade de Coimbra, IIIUC.

Em colaboração com Leandro Sousa, cesteiro na ilha do Príncipe e Pedro Marques, matemático na Universidade de Évora.

Tempo estimado: 30 a 45 minutos

Modo de trabalho: preferencialmente em grupo

A estrutura do cesto da imagem é constituída por seis pares de tiras, dispostas em estrela. A fase seguinte do processo de confeção é entrelaçar uma tira flexível passando-a, continuamente, por cima e por baixo das tiras da estrutura em estrela.



Figura 1 – Cesto de base em estrela com a estrutura evidenciada, na ilha do Príncipe. © Joana Latas.

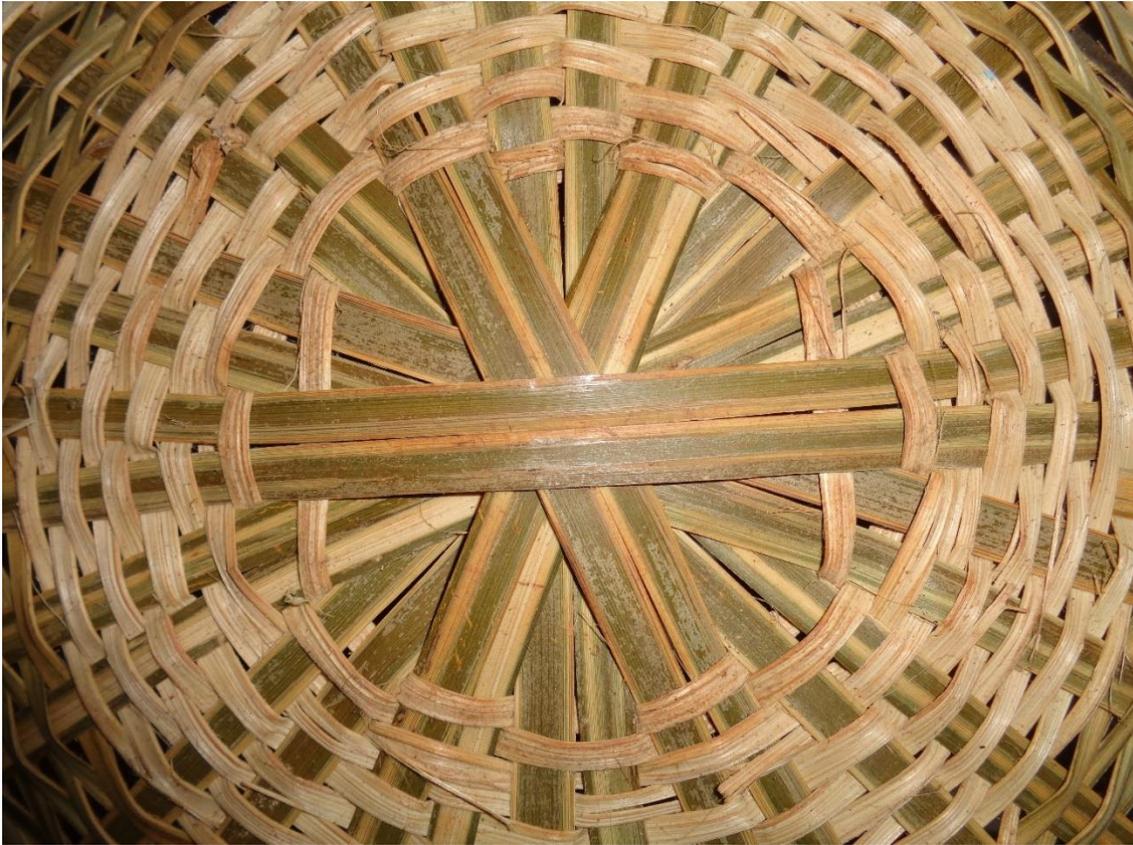


Figura 2 – Vista exterior de base de cesto em estrela, na ilha do Príncipe. © Joana Latas.

No cesto da imagem, inicialmente o movimento de entrelaçamento é duplo, alternadamente, por cima e por baixo de duas tiras. Depois de algumas voltas o movimento passa a ser simples, alternado, por cima e por baixo de cada tira.

Experimente ... continuar a entrelaçar uma volta no cesto já iniciado.

A tira entrelaçada passa por cima e por baixo das mesmas tiras que na volta anterior, ou seja, o movimento está “encontrado”?

Vai precisar de:
Cesto incompleto.
Tiras ou unhas de palmeira.

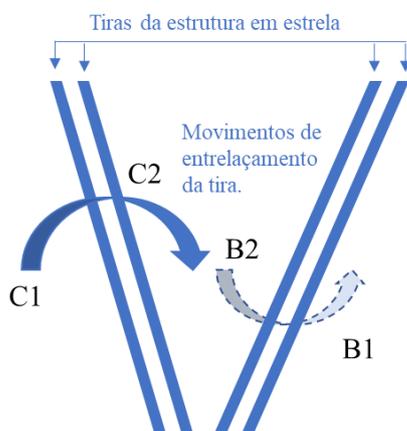
Por que é que tal acontece?

Para perceber o que está na base de “encontrar” a volta vamos olhar cada movimento do processo de entrelaçamento.

Na fase inicial, durante o movimento duplo, existem 4 movimentos distintos, como representado nas figuras 3 e 4.



Figura 1 – Representação dos 4 movimentos no entrelaçamento da tira na estrutura em estrela. © Joana Latas.



C1	por cima vindo de baixo
C2	por cima vindo de cima
B2	por baixo vindo de cima
B1	por baixo vindo de baixo

Figura 3 – Representação de um passo no método de base em estrela. © Joana Latas.

Ao fim destes 4, os movimentos começam a repetir-se. Por exemplo, o 5º movimento é igual ao 1º e o 6º, 10º ou 14º movimentos são iguais ao 2º. Ou seja, o ciclo completo de 4 movimentos: C1C2B2B1, comporta-se como os múltiplos de 4.

No caso do cesto da ilha do Príncipe, com uma estrutura em estrela de 24 meias tiras, o ciclo de 4 movimentos ocorre 6 vezes completas ao longo de uma volta e, por isso, as voltas seguintes seriam sempre passando as mesmas tiras por cima e por baixo. A menos que seja utilizado um truque... Na verdade, na figura 2, desde a primeira volta que há um par de tiras no qual o movimento (cima ou baixo) não é duplo – identifique qual.

As seguintes representações são exemplos de duas disposições de estruturas de cestos em estrela utilizadas na Guiné Bissau e em Cabo Verde.

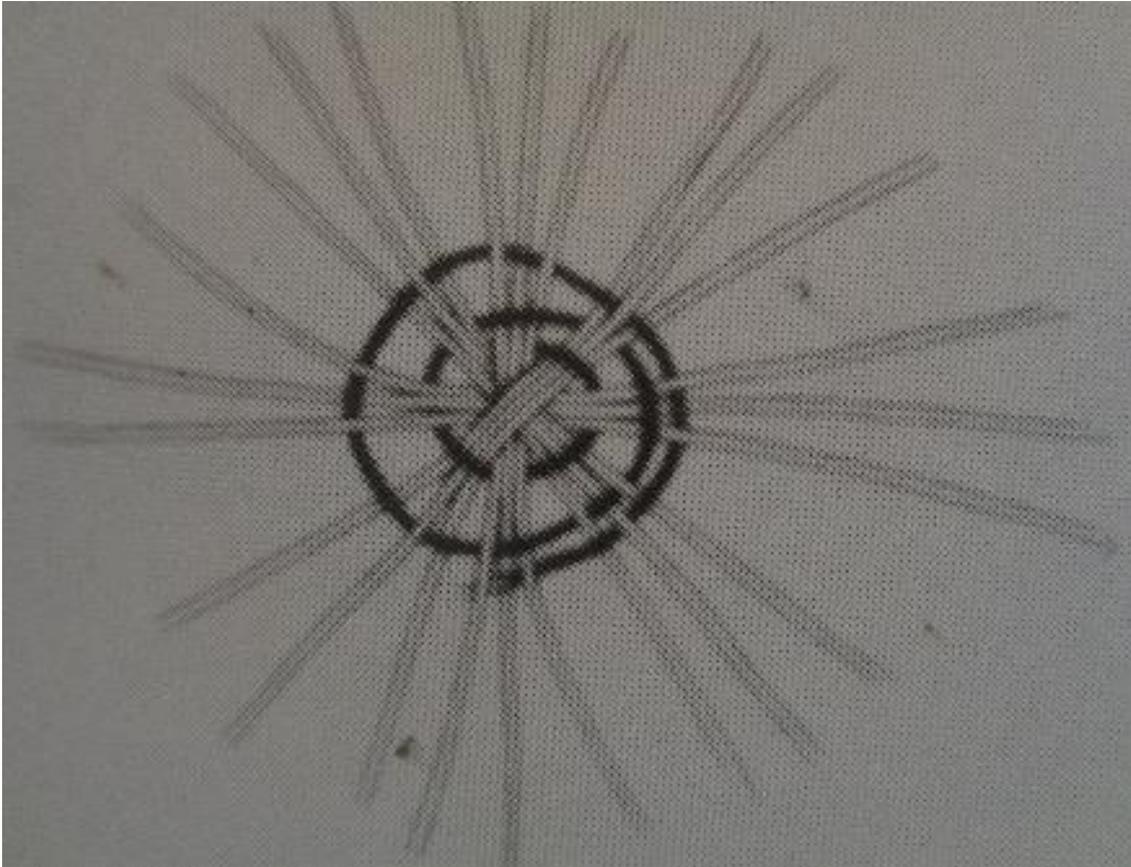


Figura 4 (figura mais acima da página anterior) – Disposição das tiras na estrutura de base em estrela utilizada na Guiné-Bissau. © Areia (1988, p. 40)¹.

Figura 5 (figura mais abaixo da página anterior) – Base em estrela de um cesto em Cabo-Verde, detalhe da disposição da estrutura do cesto. © Joana Latas.

Experimente também... descobrir o “truque” utilizado nas estruturas de cestos de base em estrela, nas duas imagens acima, para o movimento estar desencontrado em voltas consecutivas.

Sabia que na transição do entrelaçamento duplo para o simples, alguns cesteiros na ilha do Príncipe acrescentam meia tira à estrutura da base que fica com 25 meias tiras. Esta opção desencontra os movimentos em voltas consecutivas.

Desencontrar os movimentos de entrelaçamento em voltas consecutivas confere mais resistência e estabilidade ao cesto.

Agora é a sua vez ... experimente outra disposição de tiras em forma de estrela que permita desencontrar os movimentos em voltas consecutivas.

Quantas tiras utilizou na estrutura?

Consegue dizer todos os números de tiras possíveis para uma estrutura nestas condições?

Vai precisar de:
Tiras ou unhas de palmeira.

¹ Areia, M.; Martins, M. R. & Miranda, M. A. (1988). *Cestaria tradicional em África*. Coimbra: Instituto de Antropologia da Universidade de Coimbra.



ENCONTROS E DESENCONTROS

Guião do mediador 2

EMcEsta

Experiência educacional para a integração de perspetivas múltiplas da etnomatemática no contexto da CESTARIA da ilha do Príncipe

Joana Latas

Universidade de Coimbra, IIIUC.

Em colaboração com Leandro Sousa, cesteiro na ilha do Príncipe e Pedro Marques, matemático na Universidade de Évora.

Propósitos específicos

Abaixo estão listados os propósitos associados a diferentes níveis de exploração das tarefas propostas no guião do utilizador. Os mesmos estão redigidos do ponto de vista do utilizador e devem ser entendidos como opcionais, isto é, selecionados, em cada momento, de acordo com a abordagem e público em causa.

- Aprofundar o contacto com práticas e linguagem de cestaria do método de base em estrela.
- Estimular o estabelecimento de relações numéricas com o tipo e número de movimentos de entrelaçamento no método de base em estrela.
- Estimular o estabelecimento de relações geométricas com o tipo e número de movimentos de entrelaçamento no método de base em estrela.
- Desenvolver a consciencialização da eficiência da tomada de decisões nas práticas de cestaria.
- Sensibilizar para o contacto com padrões visuais e ciclos em rotinas do quotidiano.
- Despertar para a utilização de métodos de confeção de cestos similares em diferentes localizações geográficas.

Questões para quebrar o gelo

- Já conhecem este tipo de cestos?
- Por onde acham que a confeção do cesto deve ser iniciada?
- Ainda se lembram do que dá a estrutura ao cesto? (apenas no caso de o visitante ter realizado a Tarefa 1)

Recursos materiais

- 1 cesto de base em estrela incompleto (apenas estrutura e algumas voltas completas)
- Tiras de andala rígidas (estrutura)
- Tiras de andala finas (para enlear)

Linhas gerais de atuação

Preparação:

Durante a fase de preparação, será de salvaguardar a disponibilidade dos recursos materiais necessários aos visitantes. O recurso natural a utilizar na construção dos cestos é a andala, se possível verde para ser mais flexível. A mais grossa e resistente para a estrutura e a mais fina e flexível para a parte lateral do cesto. A preparação da andala deve estar precavida antes do início da atividade. Na impossibilidade deste, outros recursos materiais como cartolina ou *musgami* poderão ser alternativas para a estrutura em estrela. Para o enleamento, poderá ser utilizado fio. A preparação do espaço envolvente deverá recriar um espaço acolhedor para trabalho colaborativo com as “mãos na massa” e de discussão.

Os recursos materiais específicos para cada secção estão referidos no guião do utilizador.

Segurança: As tiras de andala mais finas podem cortar. Os participantes devem ser alertados para essa questão. Deverá existir um estojo de primeiros socorros para curativos simples, no caso de ser necessário.

Públicos:

A tarefa foi pensada para públicos genéricos, com diversidade de idades e *backgrounds*. Contudo, se a tarefa for implementada com um público específico, será benéfico adaptá-la a interesses, expectativas e experiências prévias do mesmo, que sejam conhecidas *a priori*. A destreza manual de crianças pode não ser suficiente para procederem à confecção de passos da cestaria de forma autónoma, pelo que será importante esse processo ser apoiado, sem tirar a oportunidade de o visitante o experienciar.

Experiência do visitante:

A participação ativa do visitante é central. Promover as várias formas de interatividade (*hands-on*, *minds-on* e *hearts-on*) previstas poderá ser uma forma de incentivar esse caminho, respeitando a liberdade do visitante controlar a própria experiência.

A interação entre a experiência cultural e a experiência matemática deve ser estimulada ativando experiências e conhecimentos prévios dos visitantes.

A exploração da secção “Por que é que tal acontece?” deve ser diferenciada de acordo com os públicos. A secção seguinte apresenta algumas sugestões de exploração.

Conversação:

A tarefa foi desenhada numa perspetiva de estimular a comunicação dos públicos com a ciência, em particular a matemática. No caso de ser possível ter *in loco* especialistas da cestaria e/ou matemáticos em interação com os públicos, o cenário pode ser francamente enriquecido. As informações (a negrito) e a secção “Sabia que” podem constituir um ponto de partida para interação com os públicos.

Ser bom ouvinte da partilha de opiniões e pensamentos por parte dos visitantes e partilhar pontos de vista pessoais acrescentam valor à discussão. Além de ouvir genuinamente os participantes, o mediador deve ouvir globalmente, o que implica igualmente estar atento ao grupo e às dinâmicas dos participantes perante as intervenções dos outros.

Na resposta a questões concretas, sempre que possível, deverão ser retribuídas outras questões mais simples que possam decompô-la numa interação construtiva entre o mediador e o visitante. Deve ser respeitado o tempo para resposta, quer individual, quer do grupo.

As perspetivas múltiplas da informação que a ciência fornece, com saberes culturais e os valores pessoais, despertam para as relações mútuas entre Ciência e Sociedade e apoiam a tomada de decisão e a formação de opiniões fundamentadas.

Considerações específicas sobre a tarefa

A tarefa “Encontros e desencontros” é a segunda de uma sequência de quatro. A tarefa incide, tal como a primeira, na exploração do cesto de base em estrela. Na primeira tarefa, “À roda com os cestos”, foi explorada a estrutura do cesto e a forma de enleamento da tira flexível de caniço na estrutura do cesto, que descreve uma espiral. Agora, o participante será convidado a experimentar esse enleamento de movimento em espiral na confecção da base de um cesto já iniciado. Esta técnica será explorada no sentido de estimular o participante a colocar-se no lugar do cesteiro e compreender as decisões que este tem de tomar para confeccionar um cesto robusto. Com esta informação disponível, o participante é convidado a apresentar e refletir sobre a disposição da estrutura da base em estrela deste tipo de cesto.

Disposição da estrutura de base em estrela

Enquanto que na ilha do Príncipe são dispostas 12 tiras em 6 pares a formar uma estrela, na Guiné-Bissau essas mesmas 12 tiras são dispostas em 4 ternos, formando uma estrela de 8 pontas. A estrela de 8 pontas utilizada no cesto de Cabo Verde resulta da disposição de 9 tiras distribuídas por 1 terno e 3 pares (figura 1).

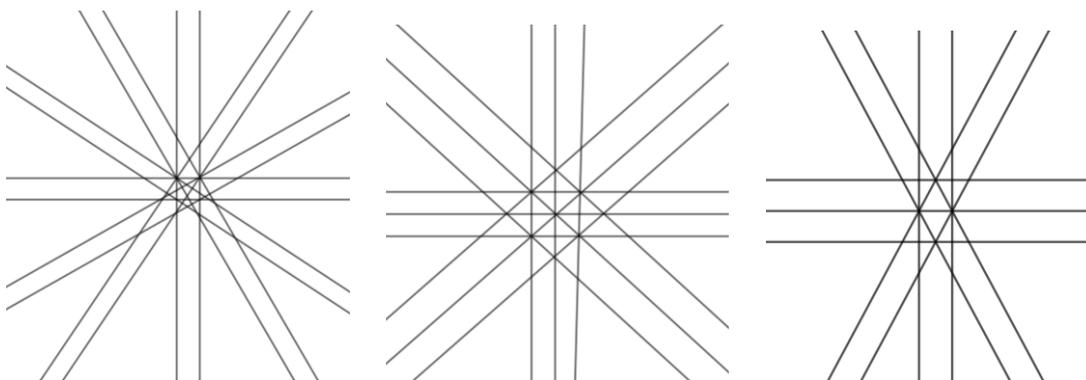


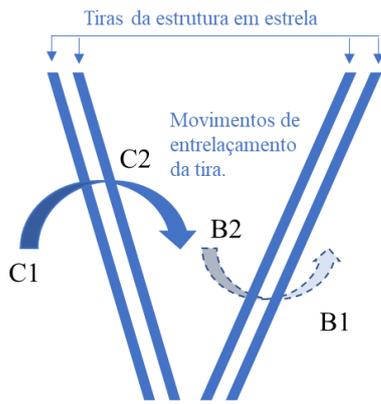
Figura 1 – Disposição da estrutura em estrela de cestos na Ilha do Príncipe (à esquerda), na Guiné Bissau (ao centro) e em Cabo-Verde (à direita). © Joana Latas.

Nestas disposições tornam-se evidentes diferentes decomposições dos números. Por exemplo $12 = 6 \times 2$ e $12 = 4 \times 3$. A escolha de um número com vários divisores torna-se o mais adequado a estas variações.

Nesta fase pode-se tomar como ponto de partida para uma discussão se as variantes de disposição das tiras em estrela nos cestos podem ser associadas a resoluções matemáticas múltiplas. De facto, a resolução de um problema, seja ele de natureza prática ou matemático, pode ser resolvido por diversas estratégias.

Paridade da estrutura de base em estrela

O movimento de enleamento 2 por cima, 2 por baixo está esquematizado na secção “porque é que tal acontece?” (figura 2).



C1	por cima vindo de baixo
C2	por cima vindo de cima
B2	por baixo vindo de cima
B1	por baixo vindo de baixo

Figura 2 - Representação de um passo no método da base em estrela. © Joana Latas.

A representação circular destes movimentos permite evidenciar a noção de ciclo (figura 3).

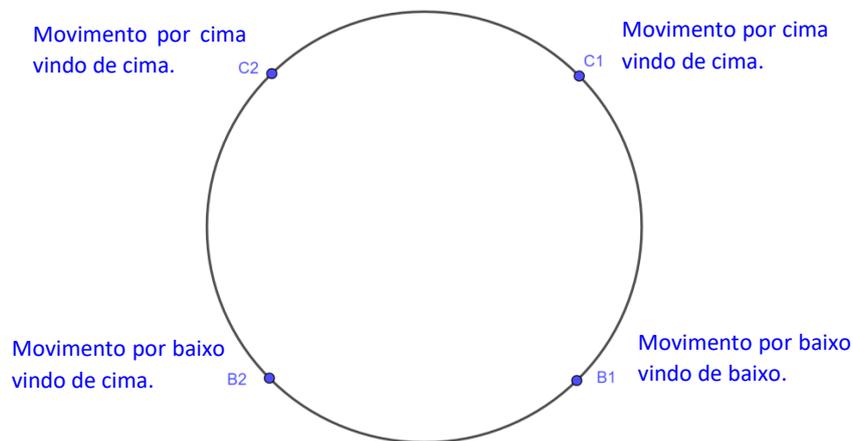


Figura 3 – Representação cíclica do enleamento 2 por cima, 2 por baixo. © Joana Latas.

Para completar uma volta, 24 (semi)tiras, fazem-se 24 movimentos, 12 movimentos por cima de tiras e 12 movimentos por baixo de tiras, como se pode verificar na figura 4. Cada [segmento de] reta representa uma tira, os arcos de circunferência a cheio representam movimentos por cima das tiras, C1, C2, respetivamente e a tracejado, movimentos por baixo destas, B2, B1, respetivamente. Verifica-se que, ao iniciar a volta seguinte, entrelaçamos sempre as mesmas tiras por cima e as mesmas tiras por baixo.

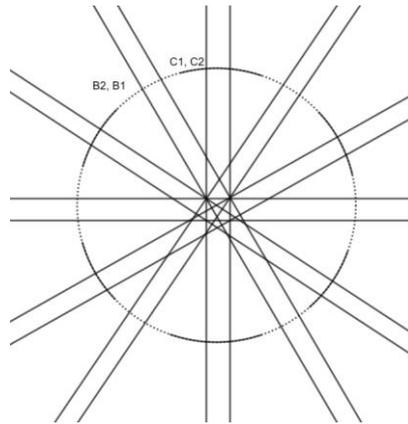


Figura 4 – Representação das tiras e movimentos de entrelaçamento numa volta. © Joana Latas.

Na prática, esta situação não é desejável, pois, no caso em que, em voltas consecutivas, desencontrarmos as tiras, o cesto fica mais estável e resistente, duas propriedades desejáveis para um cesto. Ou seja, se numa volta entrelaçamos o fio numa tira por cima, na volta seguinte ao entrelaçar essa mesma tira deveremos fazê-lo por baixo.

Artifícios

Desencontrar o passo significa tornar ímpar o número de movimentos em, pelo menos, uma volta. Aqui surge a questão de - Como é que os cesteiros conseguem reverter a situação anterior para uma situação desejável? E a verdade é que há alguns artifícios, que podemos designar por truques, que são utilizados e resultam...

Na confeção de um cesto de base em estrela na ilha do Príncipe, nas primeiras voltas com passo duplo, isto é, 2 tiras por cima, 2 tiras por baixo, em um dos pares, o passo é simples, ou seja, 1 por cima, 1 por baixos. Isto faz com que as 12 pontas das estrelas, que seriam percorridas com 6 passos duplos, são percorridas por 5 passos duplos e 2 simples, o que perfaz 7 movimentos na volta, um número ímpar, e, conseqüentemente, o passo fica desencontrado na volta seguinte (figura 5).

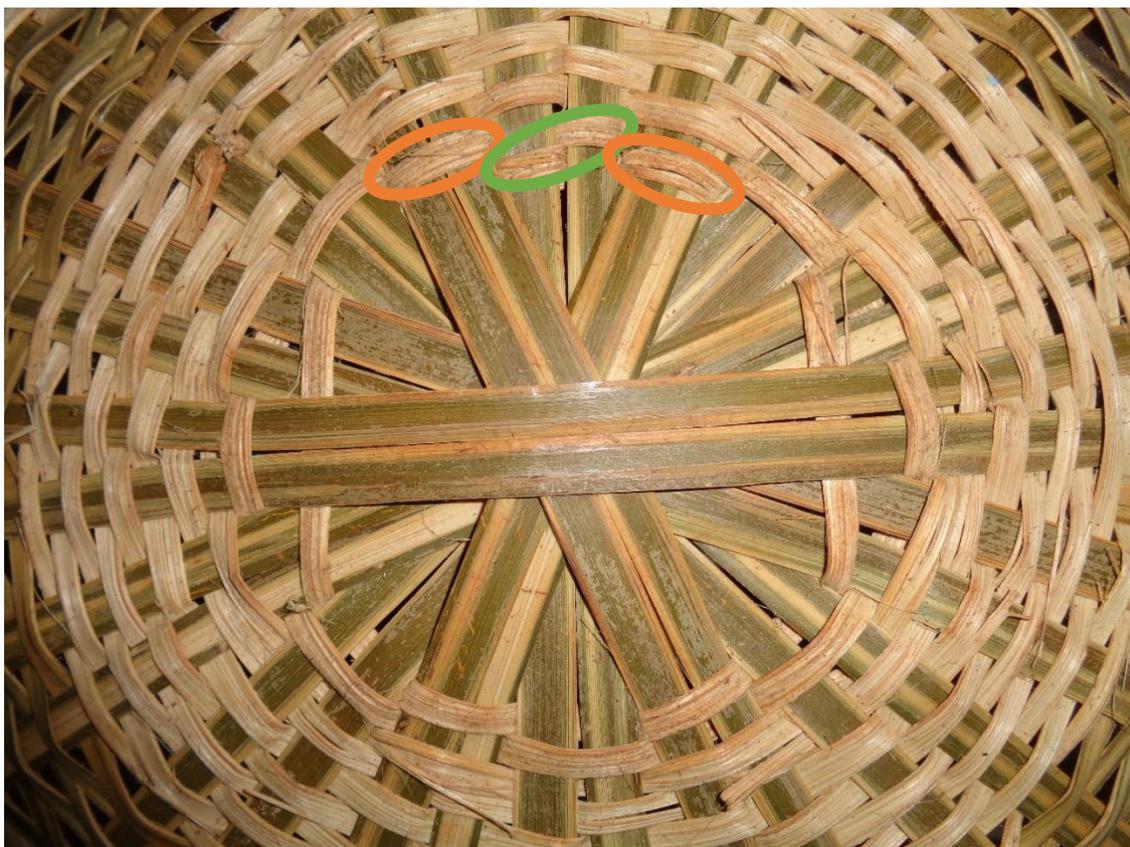


Figura 5 – Vista exterior de um cesto de base em estrela com passo duplo, a cor de laranja, e passo simples, a verde, destacados. © Joana Latas.

Ao acrescentarmos meia tira à estrutura, resultam 25 movimentos para uma volta. Isto significa que o primeiro movimento da segunda volta, vigésimo sexto, será igual ao segundo. Consideremos, sem perda de generalidade que é B2. Assim o ciclo na primeira volta é C1B2 e na segunda será B2C1. Isto significa que o passo desencontra em voltas consecutivas, resolvendo o problema ao cesteiro (figura 6).

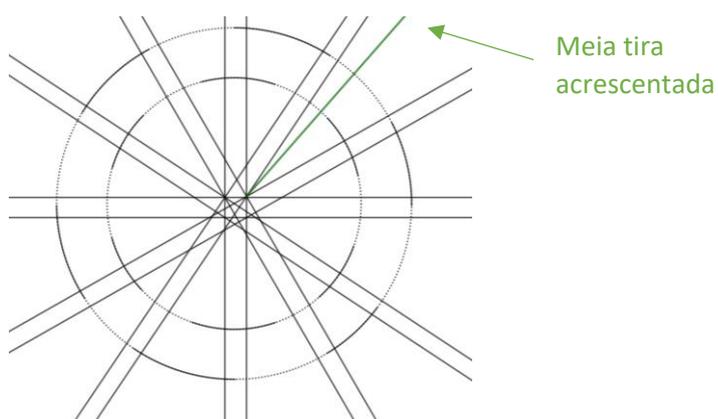


Figura 6 – Representação de movimentos no passo dois por cima, dois por baixo em duas voltas consecutivas com acréscimo de meia tira na estrutura. © Joana Latas.

No caso de passo, 1 por cima, 1 por baixo, os movimentos são representados pelo ciclo C1B2. Assim, depois dos 24 movimentos da volta inicial, o vigésimo quinto movimento será igual ao

primeiro, visto que, o resto da divisão inteira de 24 por 2 é zero. Ou seja, o passo não vai desencontrar em voltas consecutivas.

O artifício utilizado no cesto da Guiné Bissau passa por, entre os movimentos 1 por cima, 1 por baixo, fazer um movimento de 2 por cima, reduzindo um movimento nessa volta e tornando-o um número ímpar. Consequentemente, na volta seguinte o passo vai estar desencontrado (figura 7).

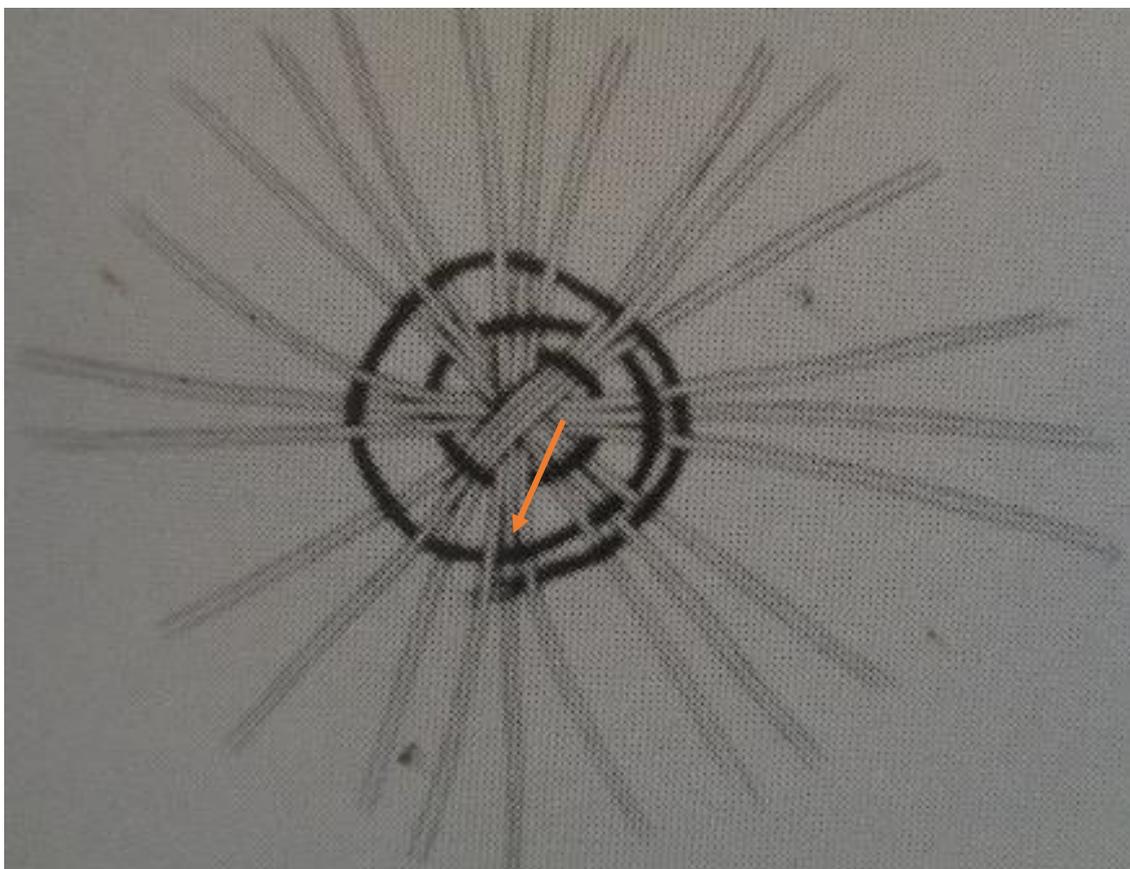


Figura 7 – Disposição das tiras na técnica de base em estrela utilizada na Guiné-Bissau. © Areia, 1988, p. 40¹.

No cesto de Cabo Verde, o artifício utilizado foi considerar duas semitiras do terno como apenas 1, perfazendo um total de 17 tiras em cada volta. Sendo 17 um número ímpar, garante-se o desencontro dos movimentos em voltas consecutivas (figura 8).

¹ Areia, M.; Martins, M. R. & Miranda, M. A. (1988). *Cestaria tradicional em África*. Coimbra: Instituto de Antropologia da Universidade de Coimbra.



Figura 8 – Base em estrela de um cesto em Cabo-Verde, detalhe da disposição da estrutura do cesto. © Joana Latas.

Algumas explorações diferenciadas

Consoante as questões, interesses, conhecimentos prévios e expectativas dos participantes há conceitos que podem surgir no âmbito da experiência matemática, com uma linguagem mais ou menos formal:

- Em grupos com a presença de crianças mais novas pode-se, em termos de cestaria, focar apenas que há situações em que o passo está encontrado e outras que o desencontram, sendo esta última mais desejável do que a primeira. A resistência dos cestos poderá ser testada manipulando a abertura da estrutura em estrela em casos do passo encontrado e desencontrado.
- **Exemplos de ciclos no dia a dia:** Caso seja importante apresentar exemplos de aplicação da noção de ciclo em situações no dia-a-dia, a referência aos dias da semana, e o sistema horário podem surgir como situações com as quais os públicos estão familiarizados. Ambos são exemplos de recurso à repetição para a contagem do tempo. Por exemplo 7 dias após uma 3ª-feira, não estaremos numa 10ª-feira, mas novamente na 3ª feira. Também, 12h depois das 7h da manhã são 19h ou, equivalentemente, 7h da tarde, reconhecendo o ciclo de 12h.
- **Múltiplos de 4:** A emergência dos múltiplos de 4 (4) a partir dos movimentos da confeção dos cestos pode fazer sentido numa exploração para o público escolar. Por exemplo o 5º ($4+1$) movimento é igual ao 1º e que o 6º ($4+2$), 10º ($4\times 2+2$) ou 14º ($4\times 3+2$) movimentos são iguais ao 2º.

- **Conceitos matemáticos afins:** A partir dos múltiplos podem ser revisitados conceitos de divisibilidade e divisores, evidenciando expressões sinónimas, nomeadamente, sendo a e b números inteiros tais que b é múltiplo de a , então: i) a divide b , ii) b é divisível por a e iii) a é divisor de b .
- **Aritmética modular:** Indo um pouco mais além pode associar-se a ideia de agrupar a contagem em grupos ou classes de acordo com os restos da divisão inteira de um número pelo número associado ao ciclo, neste caso o 4, como a base da aritmética modular. Uma exploração mais exigente do ponto de vista da abstração matemática pode evidenciar a ligação da aritmética modular e a cestaria dos cestos de base em estrela. Os movimentos 2 por cima, 2 por baixo serão sempre repetidos neste ciclo representado por C1C2B2B1. Desta forma, os movimentos relacionam-se segundo a congruência módulo 4. Por exemplo o sétimo movimento, seja B2, está em relação com o terceiro movimento, igualmente B2. A diferença entre a ordem dos dois movimentos é quatro, que, por sua vez, é múltiplo de si mesmo. Os movimentos como definidos acima estão agrupados em classes de equivalência [na congruência] módulo 4. Isto significa que este sistema de entrelaçamento assim definido goza das mesmas propriedades que \mathbb{Z}_4 . A figura 8 representa esta técnica fazendo uma conexão direta com o conjunto \mathbb{Z}_4 .

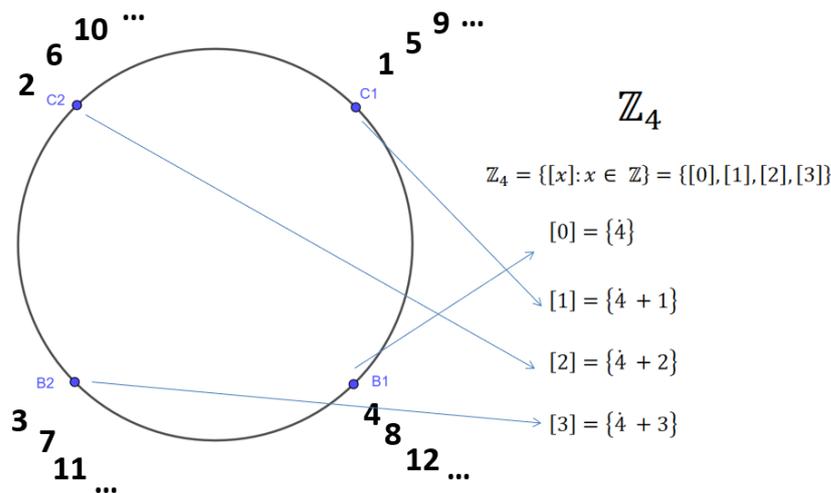


Figura 8: Comparação dos movimentos da técnica de cestaria e da estrutura \mathbb{Z}_4 .
© Joana Latas

Ao fim de 1 volta, 24 movimentos - múltiplo de quatro – o vigésimo quinto movimento será igual ao primeiro, ou numa linguagem da aritmética modular, pertencem à mesma classe de equivalência. Em termos de passo, o movimento 1 por cima 1 por baixo reduz o número de movimentos do ciclo. O ciclo C1B2 completa os movimentos da técnica deste passo. Aqui estabelecemos um paralelismo com o conjunto quociente de \mathbb{Z} na relação de congruência módulo n mas, neste caso, com $n = 2$, ou seja, \mathbb{Z}_2 . Nesta abordagem os conceitos de conjunto dos números inteiros, relação de congruência, classe de equivalência e conjunto quociente são pré-requisitos.

Informação complementar

- Bishop, A. J. (1988). *Mathematical enculturation: a cultural perspective on mathematics education*. Kluwer.
- Bishop, A. (2005). *Aproximación sociocultural a la educación matemática*. Universidad del Valle.
- Buescu, J. (2002). *O Mistério do Bilhete de Identidade e Outras Histórias – Crónicas das Fronteiras da Ciência* (4ª edição). Grávida.
- Crato, N. (2008). *A Matemática das Coisas* (2ª edição). Gradiva.
- Devlin, K. (2002). *Matemática. A ciência dos padrões*. Porto Editora.
- Durbin, J. (2000). *Modern Algebra: an introduction* (4ª edição). John Wiley & Sons, Inc.
- Gerdes, P. (2007). *Geometria e Cestaria dos Bora na Amazônia Peruana* (edição). Lulu.
- Gerdes, P. (2010). *Da etnomatemática a arte-design e matrizes cíclicas*. Autêntica Editora.
- Oliveira, A. F. (2000). *Notas do curso de Álgebra I* (documento policopiado não publicado). Universidade de Évora.



BALAIO HÁ, BALAIO Ê

Guião do utilizador 3

Cestos e xadrez? Vamos jogar?

Joana Latas

Universidade de Coimbra, IIIUC.

Em colaboração com Leandro Sousa, cesteiro na ilha do Príncipe e Pedro Marques, matemático na Universidade de Évora.

Tempo estimado: 20 a 40 minutos

Modo de trabalho: grupo

O *balaio* é um cesto comum na ilha do Príncipe, onde também é conhecido por cesto de “4 cantos”.

A confeção dos cestos de “4 cantos” começa pela base, como representado na estrutura da imagem abaixo. As tiras horizontais entrecruzadas na camada de tiras verticais caracterizam a técnica de confeção deste tipo de cesto.



Figura 3 – Exemplo de entrecruzamento da base de um cesto de “4 cantos”. © Joana Latas.

O movimento “por cima” e “por baixo” das tiras é desencontrado em pares consecutivos. Aos movimentos 4 pares de tiras por cima, 4 pares de tiras por baixo, referimo-nos como passo 4/4.

Experimente... fechar os olhos e apenas com o toque descubra o passo utilizado nas estruturas iniciadas que tem ao seu dispor.

Vai precisar de:
Estruturas iniciadas.

Adivinhou? Em qual foi mais rápido?

Por que é que tal acontece?

É mais fácil identificarmos movimentos das tiras que seguem a sequência 2 tiras por baixo, 2 tiras por cima ou 3 tiras por cima e 1 tira por baixo, do que movimentos em que não identificamos uma repetição de forma sequencial – identifique que estrutura corresponde a cada um destes casos.

A estrutura que identificamos mais facilmente é a mais regular e simétrica. Na cestaria, para a confeção de cestos regulares e simétricos, os cesteiros utilizam sempre o mesmo número de tiras por cima e o mesmo número de tiras por baixo.

A semelhança entre a aparência da técnica e a disposição dos quadrados num tabuleiro de xadrez, não é coincidência! Esta técnica de confeção designa-se por axadrezada.

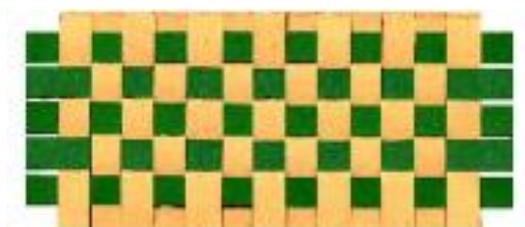


Figura 1 – Técnica axadrezada com tiras de cores diferentes. © Cherinda (2012, p. 3)¹.

Experimente também... assinalar a parte visível da tira indicada com a seta, em cada uma das representações de estruturas de cestos de “4 cantos”.

Vai precisar de:
 Folha com esquemas A, B e C.
 Marcador.
 Estruturas dos esquemas em cestaria.

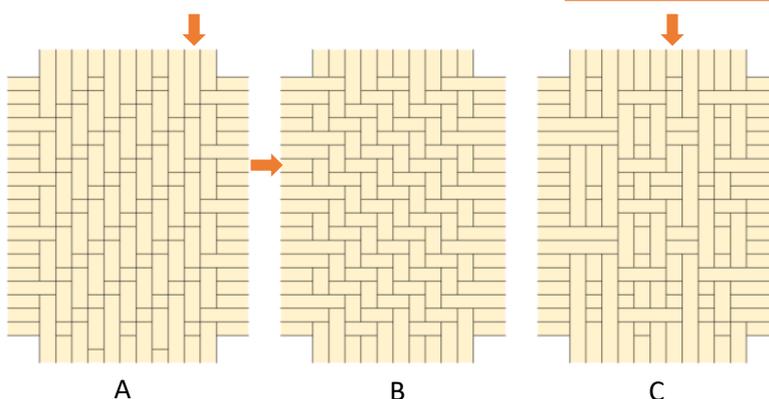


Figura 2 – Representações de bases de cestos de “4 cantos”. © Joana Latas.

¹ Cherinda, M. (2012, Julho). *Weaving exploration in the process of acquisition and development of mathematical knowledge*. Regular Lecture apresentada em 12th International Congress on Mathematics Education – ICME 12. Seoul, South Korea.

Sabia que a simetria e a regularidade são características valorizadas nos cestos por estarem associadas à harmonia e à beleza, mas também por lhes conferirem equilíbrio e robustez? Estas mesmas propriedades são também frequentes em outros objetos confeccionados com a mesma técnica de cestaria, por exemplo malas, chapéus, candeeiros...

Ao olharmos para o fundo do cesto, lá está uma figura com os “4 cantos” que lhe dão o nome.

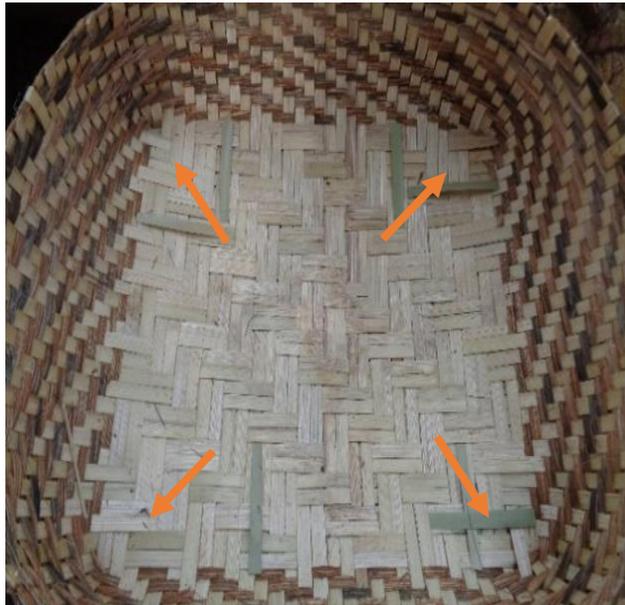


Figura 4 – Cesto de “4 cantos”. © Joana Latas.

Agora é a sua vez ... inicie uma estrutura com um passo à sua escolha e experimente figuras de “4 cantos”.

Quantas figuras distintas conseguiu?

Que objetos de cestaria lhe inspiram essas figuras?

Vai precisar de:
Cesto de “4 cantos”.
Tiras ou unhas de palmeira.



BALAIO HÁ, BALAIO Ê

Guião do mediador 3

EMcEsta

Experiência educacional para a integração de perspetivas múltiplas da etnoMatemática no contexto da CESTARIA da ilha do Príncipe

Joana Latas

Universidade de Coimbra, IIIUC.

Em colaboração com Leandro Sousa, cesteiro na ilha do Príncipe e Pedro Marques, matemático na Universidade de Évora.

Propósitos específicos

Abaixo estão listados os propósitos das tarefas propostas no guião do utilizador. Os mesmos estão redigidos do ponto de vista da intencionalidade com que a tarefa é proposta, a qual se traduz em diferentes níveis de consecução, dependendo da adaptação da abordagem da tarefa ao público em causa, gerida pelo mediador, em cada momento.

- Propiciar o contacto com práticas e linguagem de cestaria do método de “4 cantos”.
- Desenvolver a representação de características da técnica axadrezada em estruturas entrecruzadas.
- Sensibilizar para o sentido estético e de beleza associado à simetria em objetos de cestaria.
- Despertar para a conjugação entre procedimentos de cariz prático e a utilização de regularidades na confeção de cestos.
- Promover a discussão sobre a influência mútua entre *design* e cestaria.
- Estimular a reflexão sobre a reinvenção de práticas de cestaria à luz de estilos de vida atuais.

Questões para quebrar o gelo

- Já tinham visto cestos semelhantes a este? Onde?
- Para que acham que poderá ser útil?
- Sabem como é que os cesteiros da ilha do Príncipe designam este cesto?
- Alguém quer arriscar a origem da palavra balaio?

Recursos materiais

- Cesto de “4 cantos”
- Tiras de caniço¹ para estrutura da base
- Esquemas de técnica axadrezada (anexo)
- Canetas / marcadores
- Estruturas de base axadrezada de diversos movimentos de entrecruzamento (opcional)

Linhas gerais de atuação

Preparação:

Durante a fase de preparação, será de salvaguardar a disponibilidade dos recursos materiais necessários aos visitantes. O recurso natural a utilizar na construção dos cestos é a andala, se possível verde para ser mais flexível. A mais grossa e resistente para a estrutura e a mais fina e flexível para a parte lateral do cesto. A preparação da andala deve estar precavida antes do início da atividade. Na impossibilidade deste, outros recursos materiais como cartolina ou *musgami* poderão ser alternativas para a estrutura em estrela. Para o enleamento, poderá ser utilizado fio. A preparação do espaço envolvente deverá recriar um espaço acolhedor para trabalho colaborativo com as “mãos na massa” e de discussão.

Os recursos materiais específicos para cada secção estão referidos no guião do utilizador.

¹ Embora seja referido o caniço, o material para este efeito pode ser bansa de palmeira ou bambu.

Segurança: As tiras de andala mais finas podem cortar. Os participantes devem ser alertados para essa questão. Deverá existir um estojo de primeiros socorros para curativos simples, no caso de ser necessário.

Públicos:

A tarefa foi pensada para públicos genéricos, com diversidade de idades e *backgrounds*. Contudo, se a tarefa for implementada com um público específico, será benéfico adaptá-la a interesses, expectativas e experiências prévias do mesmo, que sejam conhecidas *a priori*. A destreza manual de crianças pode não ser suficiente para procederem à confeção de passos da cestaria de forma autónoma, pelo que será importante esse processo ser apoiado, sem tirar a oportunidade de o visitante o experienciar.

Experiência do visitante:

A participação ativa do visitante é central. Promover as várias formas de interatividade (*hands-on*, *minds-on* e *hearts-on*) previstas poderá ser uma forma de incentivar esse caminho, respeitando a liberdade do visitante controlar a própria experiência.

A interação entre a experiência cultural e a experiência matemática deve ser estimulada ativando experiências e conhecimentos prévios dos visitantes.

A exploração da secção “Por que é que tal acontece?” deve ser diferenciada de acordo com os públicos. A secção seguinte apresenta algumas sugestões de exploração.

Conversação:

A tarefa foi desenhada numa perspetiva de estimular a comunicação dos públicos com a ciência, em particular a matemática. No caso de ser possível ter *in loco* especialistas da cestaria e/ou matemáticos em interação com os públicos, o cenário pode ser francamente enriquecido. As informações (a negrito) e a secção “Sabia que” podem constituir um ponto de partida para interação com os públicos.

Ser bom ouvinte da partilha de opiniões e pensamentos por parte dos visitantes e partilhar pontos de vista pessoais acrescentam valor à discussão. Além de ouvir genuinamente os participantes, o mediador deve ouvir globalmente, o que implica igualmente estar atento ao grupo e às dinâmicas dos participantes perante as intervenções dos outros.

Na resposta a questões concretas, sempre que possível, deverão ser retribuídas outras questões mais simples que possam decompô-la numa interação construtiva entre o mediador e o visitante. Deve ser respeitado o tempo para resposta, quer individual, quer do grupo.

As perspetivas múltiplas da informação que a ciência fornece, com saberes culturais e os valores pessoais, despertam para as relações mútuas entre Ciência e Sociedade e apoiam a tomada de decisão e a formação de opiniões fundamentadas.

Considerações específicas sobre a tarefa

A terceira tarefa, “Balaio há, balaio ê”, explora o cesto de “4 cantos”. Neste tipo de cesto, a técnica de confecção é distinta do cesto de base em estrela, abordado nas duas tarefas anteriores, “À roda com os cestos” e “Encontros e desencontros”. Desta forma, a tarefa convida o participante a experienciar a técnica de confecção dos cestos de “4 cantos” – técnica axadrezada – para confeccionar a base destes cestos. São ainda exploradas algumas variantes de figura da base inspiradas pelo nome de “4 cantos”.

Estrutura e entrecruzamento

A estrutura da base do cesto é constituída por duas camadas (conjuntos) de tiras paralelas e entrecruzadas em duas direções perpendiculares entre si.

Em camadas sucessivas desencontram-se as tiras que passam por cima e por baixo.

A experiência sensorial na secção “Experimentem também...” será tanto mais simplificada quanto mais largas forem as tiras utilizadas. A utilização de diferentes texturas pode ser uma forma de o visitante melhor identificar os movimentos por cima e por baixo das tiras.

Para facilitar a confecção da estrutura da base na secção “Agora é a sua vez” pode-se sugerir o procedimento que os cesteiros da ilha do Príncipe utilizam: i) colocar tiras adjacentes umas às outras numa direcção (normalmente vertical); ii) entrecruzar, numa direcção perpendicular à anterior (normalmente horizontal), uma tira com a mesma flexibilidade. O passo depende do número de tiras por cima e por baixo nos movimentos de entrecruzamento. Por exemplo, na figura 3, abaixo, o passo é 4/4.



Figura 3 – Estrutura de base de cesto de “4 cantos” com 18 tiras verticais e 16 tiras horizontais.
©Joana Latas.

Cestaria direita e oblíqua

A posição das camadas de tiras em relação à borda do cesto proporciona diferentes “aparências”. Quando uma das camadas de tiras é paralela à borda do cesto (sendo a outra necessariamente perpendicular) estamos no caso de cestaria direita. É o caso do cesto na capa

deste documento. No caso de as duas camadas de tiras serem oblíquas à borda do cesto, designamos por cestaria oblíqua ou diagonal (figura 4).



Figura 4 – Exemplo de cestaria oblíqua num gipatsi². As camadas, perpendiculares entre si, formam ângulos de 45 graus e 135 graus com as bordas da carteira. © Joana Latas.

Diagonal aparente

Por vezes as partes visíveis das tiras paralelas formam diagonais aparentes, que são as linhas dentadas que formam ângulo de 45 graus com as direções das tiras, quer horizontais, quer verticais (Gerdes, 2012b, p. 109) (figura 5).

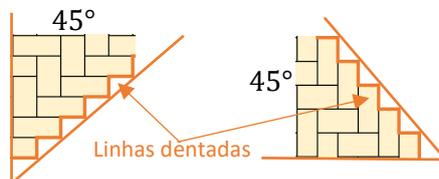


Figura 5 – Diagonais aparentes, com linhas dentadas e ângulos de 45 graus entre a diagonal aparente e as direções vertical e horizontal, respetivamente. © Joana Latas.

Nos esquemas A e B podem ser identificadas outras diagonais aparentes conforme representadas na figura 6.

² Gipatsi (Sipatsi plural) é a designação das carteiras de mão entrecruzadas na língua GiTonga, falada na província de Inhambane, Moçambique (Gerdes, 2009).

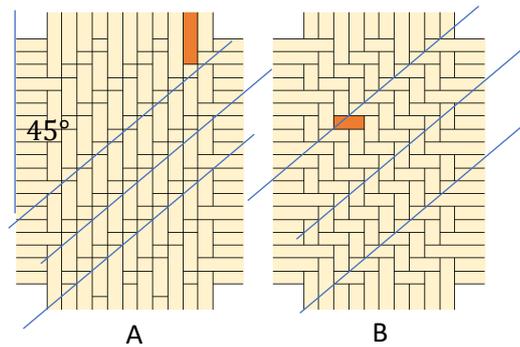


Figura 6 - Esquemas A e B com algumas diagonais aparentes evidenciadas. © Joana Latas.

As diagonais aparentes podem ser identificadas no entrecruzamento na cestaria direita ou oblíqua. Há autores que designam especificamente a variante “dois por cima, dois por baixo” do entrecruzamento da cestaria oblíqua como diagonal aparente.

Simetrias e regularidades

A harmonia e beleza nos objetos estão, regra geral, associados à regularidade e simetria dos mesmos. Tal é observável em diversos elementos culturais, por exemplo, nos tecidos africanos, cujos motivos e padrões por estes constituídos contêm simetrias do plano. Também na calçada e nos azulejos, os padrões mais utilizados são aqueles que utilizam mais simetrias. A cestaria não é uma exceção. A introdução de elementos tingidos na confecção de cestos permite introduzir uma diversidade de motivos e desenhos, de acordo com a imaginação do cesteiro e nos quais as simetrias e regularidades são frequentes (figura 1), mas mesmo sem o foco ser a decoração, as técnicas de confecção dos mesmos, utilizam esses conceitos.



Figura 1 – Cesto de joeirar, ou peneira, da população makuwa do norte de Moçambique decorado com quadrados dentados concêntricos. © Gerdes, 2012b, p.79.

Na secção “Experimente também...”, a identificação da parte visível da fita nos esquemas A, B e C (figura 2) resulta da identificação de regularidades. De uma observação rápida o esquema B é aquele que o nosso cérebro processa mais rapidamente porque o entrecruzamento é repetido. É igual quer na direção vertical, quer na direção horizontal e mantém o mesmo número de movimentos por cima e por baixo das tiras, 2. O esquema A difere do esquema B apenas na particularidade de os movimentos serem 3 por cima, 1 por baixo (3/1) – primeira tira vertical.

No caso de os participantes dependerem demasiado do pensamento concreto, poder-se-á propor que os mesmos sobreponham uma tira nos esquemas para perceberem em que situações a fita está visível e invisível ou, eventualmente fazerem corresponder os esquemas A, B e C com estruturas disponibilizadas na primeira secção. Em termos de representação, regra geral, à exceção de movimentos 1 por cima/por baixo, existe uma correspondência entre “movimentos por cima das tiras” e “células unidas” em cada direcção, nos esquemas da figura 2, ou seja, partes da tira visível.

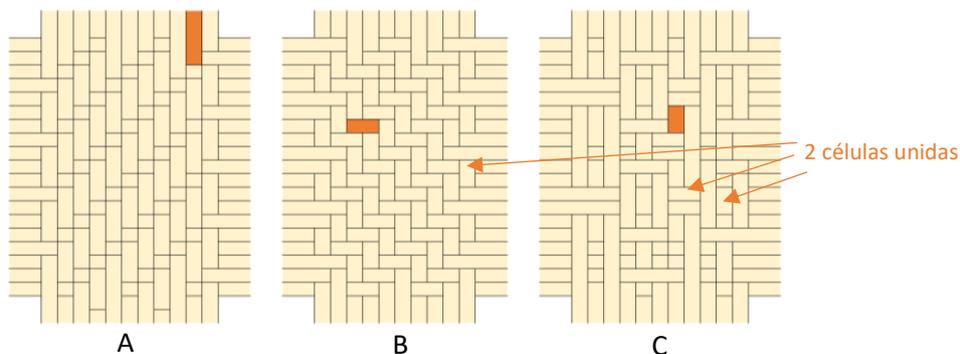


Figura 2 - Representações de bases de cestos de “4 cantos”. © Joana Latas.

Este tópico é reavivado na secção “Sabia que...”, onde se poderá discutir o papel da simetria e regularidade na matemática. Nomeadamente, na conceção da matemática como ciência dos padrões. A definição defendida por Keith Devlin e aceite por muitos matemáticos na atualidade, equipara o trabalho de um matemático à análise de padrões. Padrões que podem ser de contagem, forma ou comportamento, podem ser visuais ou mentais, qualitativos ou quantitativos, estáticos ou dinâmicos. Padrões que podem resultar da observação de fenómenos que inspiram os modelos, ou serem fruto do pensamento abstrato antes de aplicáveis à realidade. Além daqueles que identificamos nos cestos, há outros padrões à nossa volta?

Conexões com a aritmética modular

De acordo com as expectativas e interesse dos visitantes, a conexão com as regularidades trabalhadas na tarefa “Encontros e desencontros” e a aritmética modular pode ser evidenciada. As tiras (verticais e horizontais) repetem-se de acordo com o ciclo que corresponde, também aqui, à soma do número de movimentos por cima e por baixo. Por exemplo no esquema A (figura 2), os movimentos 3/1 correspondem a um ciclo de 4 (3+1) movimentos. No esquema B, os movimentos são 2/2, pelo que o ciclo é igualmente 4 (2+2). Assim, em ambas as situações, o sistema de entrecruzamento das estruturas goza das mesmas propriedades que podemos encontrar em elementos do grupo aditivo \mathbb{Z}_4 . No esquema C, a irregularidade dos movimentos não nos permite aplicar o mesmo raciocínio.

Figura da base do cesto

A variação da figura da base do cesto de “4 cantos” está condicionada pela estrutura perpendicular, no encruzamento das tiras horizontais e verticais como representado na figura

3. Tal como o nome sugere, os 4 cantos correspondem a 4 ângulos. Em particular, 4 ângulos retos, pela disposição da estrutura, que unidos por linhas retas constituem retângulos (figura 7). – Ao olhar para o fundo do cesto, onde está delimitada a figura pelos 4 cantos?

A tendência dos cesteiros da ilha do Príncipe é confeccionarem cestos com uma estrutura com o mesmo número de tiras na horizontal e na vertical. Nestes casos, todos os lados têm o mesmo comprimento e a figura da base é um caso particular de retângulo, o quadrado (figura 8). – Será que a figura da base do cesto é sempre esta? O que podemos variar para alterar a figura da base do cesto? – Porém, se o número de tiras verticais e horizontais for diferente, obtemos um retângulo não quadrado, uma vez que os comprimentos dos lados são iguais dois a dois.

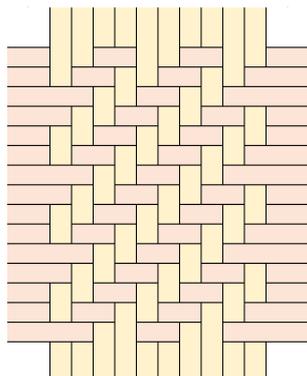


Figura 7 - Estrutura de base em retângulo, com 15 tiras horizontais e 10 tiras verticais. © Joana Latas.

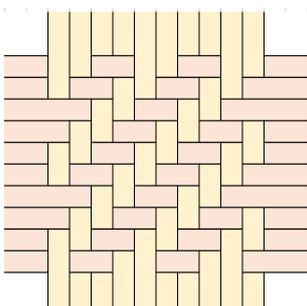


Figura 8 - Estrutura de base em quadrado, com 10 tiras horizontais e 10 tiras verticais. © Joana Latas.

Na prática, a técnica de entrecruzamento compreende o entrecruzamento com as tiras oblíquas, deixando de estar na situação de técnica axadrezada (figura 9). – E se experimentarmos outras direções para o entrecruzamento das tiras? – Basta para isso entrecruzar as tiras com ângulo agudo de 60° entre si (figura 10). Nesta situação deixamos de ter quatro ângulo retos, mas sim dois agudos e dois obtusos e, portanto, o quadrilátero que daí resulta é um paralelogramo oblíquângulo. No caso particular do número de tiras nas duas direções ser igual, isto é, os lados terem todos igual comprimento, a figura resultante é um losango.

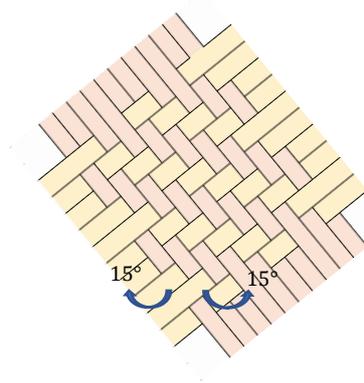


Figura 9 – Transição de técnica de entrecruzamento axadrezada para oblíqua, 60° . © Joana Latas.

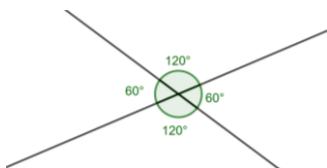


Figura 10 – Ângulos entre as direções de duas retas para representar tiras oblíquas, 60° . © Joana Latas.

Tal como é sugerido em Gerdes (2012a) ou Latas (2012), a exploração das características dos quadriláteros pode ser feita a partir das suas propriedades intuitivas: classificação de ângulos ou comprimento de lados a partir do número de tiras utilizado em cada dimensão, dependendo da conversação com os públicos.

Salvaguarda-se que, nesta tarefa, estamos a trabalhar apenas a estrutura da base. Nem todas as bases são compatíveis com a transição da confeção da base (plano) para a parede do cesto (espaço) – transição 2D para 3D. Esse assunto é alvo da tarefa 4 “Andala, para que te quero?”.

Reinventar a cestaria

A prática de cestaria está, por vezes, associada a práticas culturais tradicionais e em desuso. Refletir sobre o conhecimento de cestaria no presente e conjecturar possibilidade de “reinvenção” das práticas de cestaria tendo em conta o futuro pode constituir um desafio que evidencia a influência entre ciência e sociedade a partir da cestaria. O *design* e as práticas de cestaria na ilha do Príncipe influenciam-se mutuamente? Que outros objetos de cestaria podem fazer sentido para os estilos de vida atuais? São alguns tópicos que poderão questionar comportamentos e atitudes e/ou promover debates com os utilizadores.

Informação complementar

Areia, M.; Martins, M. R. & Miranda, M. A. (1988). *Cestaria tradicional em África*. Instituto de Antropologia da Universidade de Coimbra.

Bishop, A. J. (1988). *Mathematical enculturation: a cultural perspective on mathematics education*. Kluwer.

- Bishop, A. (2005). *Aproximación sociocultural a la educación matemática*. Universidad del Valle.
- Devlin, K. (2000). *The language of mathematics: making the invisible visible*. W. H. Freeman and Company.
- Devlin, K. (2002). *Matemática. A ciência dos padrões*. Porto Editora.
- Gerdes (1997). On culture, geometrical thinking and mathematics education. Em A. Powell & M. Frankenstein (Eds), *Ethnomathematics: Challenging eurocentrism in mathematics education* (pp. 223-247). SUNY Press.
- Gerdes, P. (2009). *Sipatsi: Basketry and Geometry in the Tonga Culture of Inhambane (Mozambique, Africa)*. Lulu.
- Gerdes, P. (2012a). *Etnogeometria: cultura e o despertar do pensamento geométrico* (reedição). Instituto Superior de Tecnologias e Gestão.
- Gerdes, P. (2012b). *Ottava: Fazer Cestos e Geometria na Cultura Makhuwa do Nordeste de Moçambique* (reedição). Instituto Superior de Tecnologias e Gestão.
- Gonçalves, A. (2017). *Moçambique, da reflexão da cultura material ao desenvolvimento do design* [Dissertação de Mestrado, Universidade de Lisboa]. Repositório Institucional da Universidade de Lisboa. <http://hdl.handle.net/10451/30311>.
- Latas, J. (2012). Despertar o pensamento geométrico com a hierarquização de quadriláteros. *Educação e Matemática*, 117, 7-11.
- Latas, J. (2020). Portal do Astrónomo. Tema do mês: celebrar a matemática. <http://portaldoastronomo.org/2020/03/celebrar-a-matematica/>.
- Sousa, (2010). *A intervenção do design no artesanato: estudo da atividade cesteira em Portugal* [Dissertação de Mestrado, Universidade do Porto]. Repositório Aberto da Universidade do Porto. <http://hdl.handle.net/10216/61475>.



© António Gomes Silva

ANDALA, PARA QUE TE QUERO?

Guião do utilizador 4

A sustentabilidade é um tema transversal a cada ação no nosso dia-a-dia. A prática de cestaria não é exceção. Que quantidade de matéria-prima precisamos para confeccionar um cesto? Vamos averiguar.

Joana Latas

Universidade de Coimbra, IIIUC.

Em colaboração com Leandro Sousa, cesteiro na ilha do Príncipe e Pedro Marques, matemático na Universidade de Évora.

Tempo estimado: 20 a 40 minutos

Modo de trabalho: preferencialmente em grupo

A confeção de cestos está diretamente relacionada com os recursos que estão ao dispor na Natureza. O recurso de origem vegetal eleito pelos cesteiros na ilha do Príncipe é a andala, que são folhas da palmeira de andim, que existem em abundância neste local.



Figura 1 – Bansa de palmeira preparada para a confeção de cestos. © Joana Latas.

Primeira etapa: escolher, recolher, transportar a andala da floresta e prepará-la. As unhas de palmeira são as tiras cortadas da parte mais rígida da andala, a bansa. As tiras mais largas são utilizadas na estrutura do cesto, outras mais finas e flexíveis são para entrelaçar nessa estrutura. Terminada esta fase, vem a parte fácil... a confeção do cesto!

Experimente... identificar as tiras que fazem parte da estrutura do cesto de “4 cantos” que tem disponível.

Essas tiras têm todas o mesmo comprimento?

Vai precisar de:
Cesto de “4 cantos”.
Tiras ou unhas de palmeira.

Porque é que tal acontece?

A resposta à questão depende da estrutura do cesto de “4 cantos” e também do número de tiras utilizadas para os quatro lados da base ser, ou não, igual.

A figura 2 representa uma estrutura possível para um cesto de “4 cantos”. Há outras que, eventualmente, até poderão utilizar menos quantidade de andala – verifique se a estrutura do cesto que tem disponível coincide com a da figura.

Neste caso a estrutura inclui a base e as paredes do cesto. A base corresponde ao entrecruzamento das tiras. As paredes do cesto resultam de dobrar para cima as pontas que sobram não entrecruzadas, definindo assim a altura do cesto. As quatro paredes têm todas a mesma altura

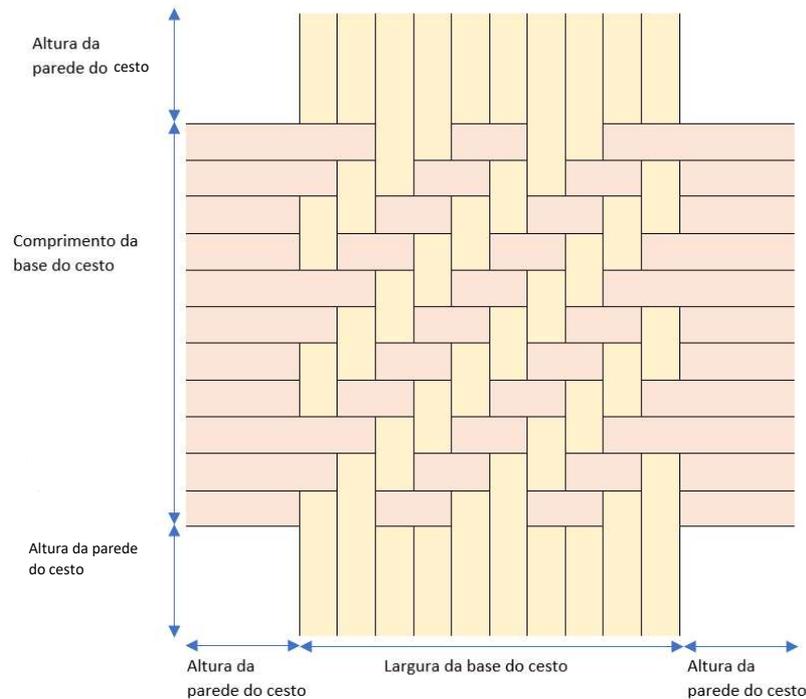


Figura 2- Esquema de possível estrutura de um cesto de “4 cantos”. © Joana Latas.

Estimar a quantidade de recursos naturais necessários para a confeção de um cesto permite rentabilizar a sua utilização.

Experimente também... estimar a quantidade de andala utilizada para a confeção do cesto que lhe foi disponibilizado.

Sabia que entre os objetivos do plano estratégico de desenvolvimento regional, Príncipe 2030, estão contemplados: 1) sustentabilidade ambiental, 3) turismo responsável, 4) economia verde e azul¹ e 8) planificação participativa. Todos eles estão relacionados com as práticas de cestaria enquanto atividade económica da ilha.

Vai precisar de:
Cesto de “4 cantos”.
Instrumento de medida de comprimento (fita métrica ou equivalente).

¹ No contexto do Príncipe 2030 este objetivo está relacionado com a promoção de investimento e empreendedorismo responsáveis e sustentáveis com especial foco na agricultura biológica, na agrofloresta e na pesca, potencializando o emprego digno e cadeias de valores locais.

Nesta fase, o cesteiro já sabe o tipo e tamanho do cesto que vai confeccionar.

Agora é a sua vez... organize uma estrutura de um cesto de 4 cantos.

Utilize as tiras de material que tem disponíveis.

Está preparado para confeccionar um cesto?

Vai precisar de:
Tiras ou unhas de palmeira.



© António Gomes Silva

ANDALA, PARA QUE TE QUERO?

Guião do mediador 4

EMcEsta

Experiência educacional para a integração de perspetivas múltiplas da etnomatemática no contexto da CESTaria da ilha do Príncipe.

Joana Latas

Universidade de Coimbra, IIIUC.

Em colaboração com Leandro Sousa, cesteiro na ilha do Príncipe e Pedro Marques, matemático na Universidade de Évora.

Propósitos específicos

Abaixo estão listados os propósitos associados a diferentes níveis de exploração das tarefas propostas no guião do utilizador. Os mesmos estão redigidos do ponto de vista do utilizador e devem ser entendidos como opcionais, isto é, selecionados, em cada momento, de acordo com a abordagem e público em causa.

- Aprofundar o contacto com práticas e linguagem de cestaria do método de “4 cantos”.
- Despertar para os processos de preparação de recursos naturais utilizados na confeção de um cesto.
- Estimular o desenvolvimento de uma estrutura axadrezada adequada a um cesto de “4 cantos”.
- Consciencializar sobre a relevância de ideias matemáticas nos processos de planificação e confeção de um cesto.
- Sensibilizar para questões de sustentabilidade associadas à cestaria.

Questões para quebrar o gelo

- Conhecem o recurso natural que é utilizado para a confeção de cestos (mostrar tiras de andala)?
- Já viram, aqui na ilha do Príncipe, a planta de onde são recolhidas estas fibras de origem vegetal?

Recursos materiais

- Cesto de “4 cantos” completo
- Tiras de andala de tamanhos diversos, para estrutura e para paredes do cesto
- Instrumento de medida - fita métrica ou equivalente
- Mural das recomendações (opcional)
- Canetas / marcadores (opcional)

Linhas gerais de atuação

Preparação:

Durante a fase de preparação, será de salvaguardar a disponibilidade dos recursos materiais necessários aos visitantes. O recurso natural a utilizar na construção dos cestos é a andala, se possível verde para ser mais flexível. A preparação da andala deve estar precavida antes do início da atividade. Na impossibilidade deste, outros recursos materiais como cartolina ou *musgami* poderão ser alternativas para a estrutura em estrela. Para o enleamento, poderá ser utilizado fio. A preparação do espaço envolvente deverá recriar um espaço acolhedor para trabalho colaborativo com as “mãos na massa” e de discussão.

Os recursos materiais específicos para cada secção estão referidos no guião do utilizador.

Segurança: As tiras de andala mais finas podem cortar. Os participantes devem ser alertados para essa questão. Deverá existir um estojo de primeiros socorros para curativos simples, no caso de ser necessário.

Públicos:

A tarefa foi pensada para públicos genéricos, com diversidade de idades e *backgrounds*. Contudo, se a tarefa for implementada com um público específico, será benéfico adaptá-la a interesses, expectativas e experiências prévias do mesmo, que sejam conhecidas *a priori*. A destreza manual de crianças pode não ser suficiente para procederem à confeção de passos da cestaria de forma autónoma, pelo que será importante esse processo ser apoiado, sem tirar a oportunidade de o visitante o experienciar.

Experiência do visitante:

A participação ativa do visitante é central. Promover as várias formas de interatividade (*hands-on*, *minds-on* e *hearts-on*) previstas poderá ser uma forma de incentivar esse caminho, respeitando a liberdade do visitante controlar a própria experiência.

A interação entre a experiência cultural e a experiência matemática deve ser estimulada ativando experiências e conhecimentos prévios dos visitantes.

A exploração da secção “Por que é que tal acontece?” deve ser diferenciada de acordo com os públicos. A secção seguinte apresenta algumas sugestões de exploração.

Conversação:

A tarefa foi desenhada numa perspetiva de estimular a comunicação dos públicos com a ciência, em particular a matemática. No caso de ser possível ter *in loco* especialistas da cestaria e/ou matemáticos em interação com os públicos, o cenário pode ser francamente enriquecido. As informações (a negrito) e a secção “Sabia que...” podem constituir um ponto de partida para interação com os públicos.

Ser bom ouvinte da partilha de opiniões e pensamentos por parte dos visitantes e partilhar pontos de vista pessoais acrescentam valor à discussão. Além de ouvir genuinamente os participantes, o mediador deve ouvir globalmente, o que implica igualmente estar atento ao grupo e às dinâmicas dos participantes perante as intervenções dos outros.

Na resposta a questões concretas, sempre que possível, deverão ser retribuídas outras questões mais simples que possam decompô-la numa interação construtiva entre o mediador e o visitante. Deve ser respeitado o tempo para resposta, quer individual, quer do grupo.

As perspetivas múltiplas da informação que a ciência fornece, com saberes culturais e os valores pessoais, despertam para as relações mútuas entre Ciência e Sociedade e apoiam a tomada de decisão e a formação de opiniões fundamentadas.

Considerações específicas sobre a tarefa

A tarefa “Andala, para que te quero?” é a quarta e última tarefa da sequência. Tal como a tarefa “Balaio há, balaio ê” incide sobre os cestos de “4 cantos”. Após o participante ter experienciado a técnica axadrezada e refletido sobre questões relacionadas com a estrutura da

base do cesto, nesta tarefa a estrutura será vista para o cesto no seu todo. Ou seja, aqui a análise da estrutura vai para além do plano da base para ser também tida em conta a confecção da parede do cesto, isto é, as partes laterais. Além disso, o participante é convidado a colocar-se no lugar do cesteiro para estimar a quantidade de andala necessária à confecção de um cesto. A tarefa termina com o desafio do participante planificar, e eventualmente confeccionar, o seu próprio cesto, utilizando a técnica axadrezada.

Preparação da andala para a confecção do cesto

A seleção, a recolha, o transporte, a secagem (no caso de ser colhido demasiado verde) e o desbastar do recurso natural, seja ele andala, caniço ou bambu, são etapas exigentes do ponto de vista físico. A preparação da andala para fazer as tiras e subdividi-las é feita utilizando uma faca (figura 1).



Figura 1 – Cesto com recursos para a confecção do cesto. © Joana Latas.

A ser possível e com o equipamento de segurança necessário (por exemplo, luvas), será interessante proporcionar aos utilizadores que pretenderem, poderem experienciar a preparação da andala para a confecção do cesto.

Transição do plano para o espaço (e mais além)

Aplicadas à confecção do cesto de “4 cantos”, as dimensões do plano são constituídas pelo comprimento e pela largura da base do cesto. O modelo físico do cesto, criação da mente humana, segue a solução ótima associada à situação prática para a qual é utilizado e tem implícita a ideia matemática de perpendicularidade no plano e no espaço.

A figura da base, o retângulo, é formada por quatro ângulos que são unidos por quatro segmentos de reta, cada dois consecutivos, perpendiculares. A perpendicularidade volta

novamente a ser o modelo de transição entre o plano e o espaço, com rotações de 90° nas tiras do plano a constituírem a altura das paredes do cesto, sendo, estas últimas igualmente inspiradas na figura do retângulo (figura 2). A altura da parede do cesto, terceira dimensão, está contemplada na estrutura do cesto. Em última análise, o prisma quadrangular ou o cubo que inspiram a forma do cesto assentam na tendência da escolha de um retângulo constituído com o mesmo número de tiras em cada lado – quadrado, do qual pode resultar o objeto ideal a 3D – o cubo.

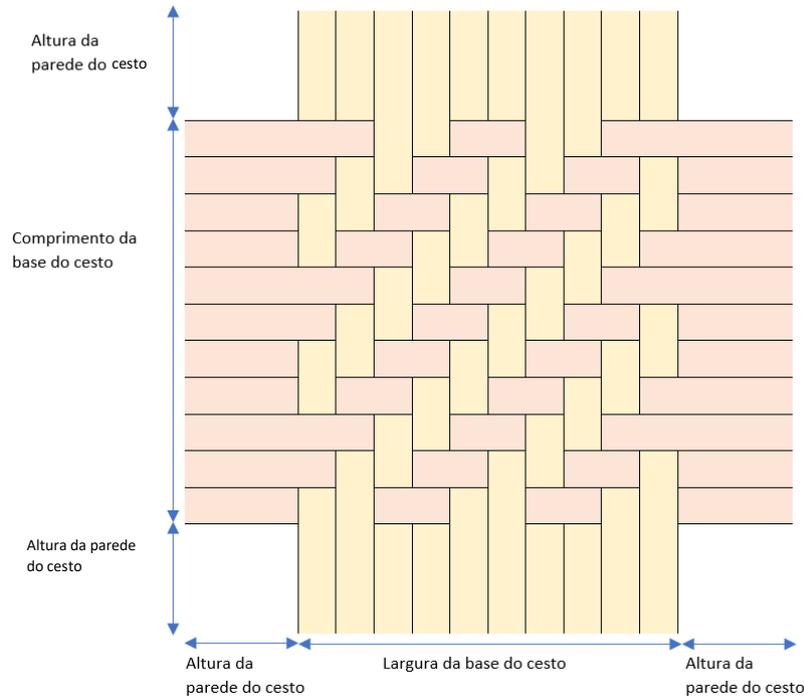


Figura 2 – Esquema da estrutura de um cesto de “4 cantos”. © Joana Latas.

As paredes dos cestos, resultante das rotações das tiras nos quatro lados da base, têm a mesma medida, pelo que, isso poderá exigir algum reajuste de tamanho das tiras no remate na boca do cesto. Nestes cestos, apesar da base ser um polígono, ao longo da confecção das paredes, a rotação de noventa graus das tiras tem tendência a ceder à pressão destas para o lado exterior do cesto, o que faz com que o ângulo entre a base e a parede fique obtuso e a boca do cesto seja tendencialmente circular (figura 3). Nos cestos de base em estrela, como vimos no guião do mediador da tarefa “À roda com os cestos”, a boca do cesto também é, aproximadamente, uma circunferência.



Figura 3 – Cesto de “4 cantos”. © Joana Latas.

Utilizando a cestaria oblíqua, o losango, que se pode obter com o entrecruzamento das tiras em posição oblíqua formando ângulos agudos de 60 graus – situação explorada no guião do mediador da tarefa “Balaio há, balio ê” – não é consistente para base do cesto. Isto porque não permite uma harmoniosa transição do plano para o espaço, na medida em que, na prática, as paredes do cesto correspondentes aos ângulos agudos continuam a ser entrecruzadas, enquanto que as que correspondem aos ângulos obtusos não permitem “fechar” as paredes do cesto.

A perspetiva depois da terceira dimensão

A visualização proporcionada na atividade decorrente desta tarefa estimula a intuição para a transição de 2D para 3D. Numa perspetiva mais ousada, com públicos que manifestem curiosidade pela visualização espacial, uma breve referência à quarta dimensão poderá ser oportuna, não perdendo de vista que a intuição quadridimensional é fruto do exercício da mente humana para o objeto imaginário a 4 dimensões – Podemos representar a perspetiva tridimensional (por exemplo cubo) a partir de um objeto bidimensional (por exemplo quadrado) (figura 3, à esquerda). Talvez possamos usar também a perspetiva tridimensional de um objeto a quatro dimensões.

O análogo do quadrado a duas dimensões e do cubo a três dimensões, em qualquer dimensão (4, 5, ... n) é o hipercubo. Da mesma forma que as faces do cubo são quadrados, as “faces” do hipercubo são cubos. Em 4 dimensões o hipercubo é constituído por oito cubos. Na figura 4 (à direita) está essa representação. As faces mais “próximas” do observador são as exteriores e o cubo interior representa as faces mais “afastadas” do observador. As outras faces surgem distorcidas.

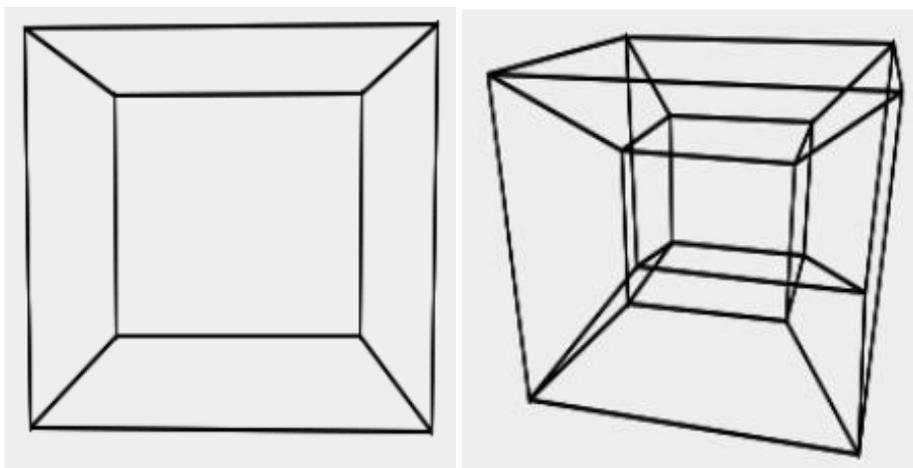


Figura 4 – Uma perspetiva bidimensional das faces de um cubo (à esquerda). Representação de uma perspetiva cúbica das faces de um hipercubo a 4 dimensões (à direita). © Wikipédia.

Planear um cesto de “4 cantos”

Algumas fases da confeção do cesto foram previamente preparadas antes da chegada dos participantes, nomeadamente a recolha da andala e a preparação da mesma constituem fases

prévias, mas essenciais à aplicação das técnicas de cestaria. O critério de escolha da andala, mais verde ou mais seca, está associado à flexibilidade que se pretende para esta, sendo que, o mais verde, será mais flexível.

Além disso, é igualmente necessário rentabilizar a utilização de recursos naturais por questões de sustentabilidade, além de não sobrecarregar o transporte deste desnecessariamente, desde o local onde é colhido, até ao local onde o cesto será produzido. Neste sentido, estimar a quantidade de andala necessária é uma forma de canalizar apenas as energias necessárias e suficientes para a utilização da mesma de forma prática e sustentável.

A confeção do cesto parte de uma planificação que inclui a base do cesto – entrecruzamento das tiras – e as paredes do cesto – parte das tiras não entrecruzadas. Assim, a disposição das tiras na estrutura do cesto em camadas paralelas pode incentivar estratégia de estimativa da quantidade de andala a utilizar.

A transição do plano para o espaço é feita dobrando para cima (90 graus) as pontas das tiras que irão constituir a parede do cesto. Tendo em conta a estrutura do cesto e de como a base e as paredes do cesto estão relacionadas, a medida do comprimento de uma tira da estrutura corresponde, aproximadamente, à soma de umas das dimensões da base do cesto, comprimento ou largura, com duas vezes a altura da parede do cesto.

De forma intuitiva, isto significa que, no caso mais simples de planearmos um cesto de base quadrada, as tiras das duas camadas perpendiculares são todas do mesmo tamanho (comprimento do lado cesto + $2 \times$ altura da parede do cesto). Além disso, o número de tiras será par, visto que, cada lado do cesto será constituído por metade dessas tiras. A soma da largura de metade dessas tiras corresponde à medida do comprimento do lado do cesto.

Não obstante este procedimento, há uma variante na qual as tiras, em filas alternadas, são cortadas na transição para a parede do cesto (Figura 5).

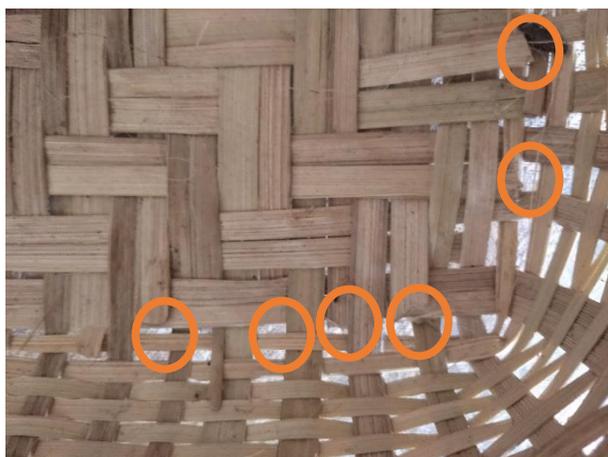


Figura 5 – Detalhe das tiras cortadas nas duas direções, na base do cesto de 4 cantos. © Joana Latas.

Esta permite depender menos tempo, otimizar os recursos materiais utilizados, e manter o aspeto global do cesto. O esquema abaixo representa a planificação desta variante (figura 6).

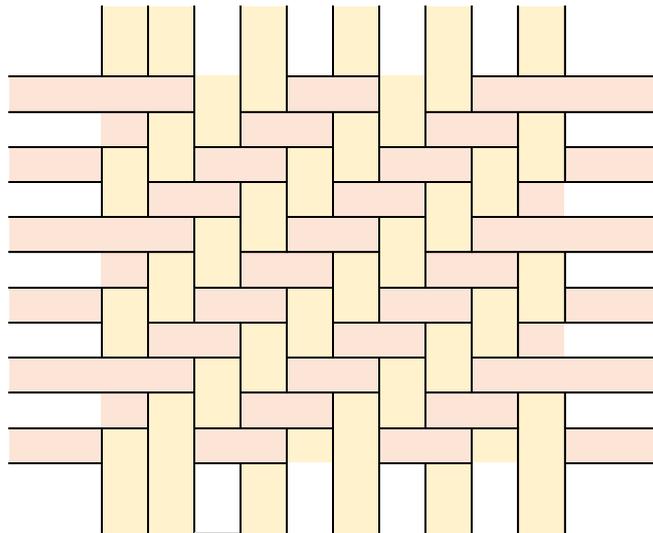


Figura 6 - Esquema da estrutura da variante do método de "4 cantos".

Sustentabilidade e cestaria na ilha do Príncipe

A sustentabilidade da prática de cestaria na ilha do Príncipe pode ser alvo de discussão com os participantes. – A andala da ilha do Príncipe deve estar disponível para todos utilizarem? Devem ser estabelecidos critérios de utilização (por exemplo limitar fases do ano ou quantidades...); Que tipo de utilização é que se deve fazer da cestaria na ilha do Príncipe?; Apenas para as necessidades dos principenses, para turismo?; Como e quem deve tomar essas decisões? Com base no quê?

A orientação desta discussão não dispensa uma leitura do plano Príncipe 2030¹, com particular atenção para os objetivos: 1) sustentabilidade ambiental, 3) turismo responsável, 4) economia verde e azul e 8) planificação participativa que estão diretamente relacionados com a fundamentação de decisões relativas às práticas de cestaria e sua aplicação na ilha do Príncipe. Este tema pode dar origem a um fórum do qual, a discussão participada pelos diferentes visitantes e eventuais autoridades locais, haja consequências em termos de intervenção.

Informação complementar

Bishop, A. J. (1988). *Mathematical enculturation: a cultural perspective on mathematics education*. Kluwer.

Bishop, A. (2005). *Aproximación sociocultural a la educación matemática*. Universidad del Valle.

Davis, P. J. & Hersh, R. (1995). *A experiência matemática*. Gradiva.

¹ O Príncipe 2030 é o plano de desenvolvimento sustentável para a ilha do Príncipe. A sua elaboração está alinhada com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável, definidos pela Organização das Nações Unidas. Assente nos princípios da inclusão, sustentabilidade e resiliência foram definidos 10 objetivos, estando a cada um deles associadas várias ações. Informação detalhada sobre esta plataforma está disponível em: <https://www.principe2030.com/>.

Devlin, K. (2002). *Matemática. A ciência dos padrões*. Porto Editora.

Gerdes, P. (2012a). *Etnogeometria: cultura e o despertar do pensamento geométrico* (reedição). Instituto Superior de Tecnologias e Gestão.

UN-Habitat São Tomé e Príncipe. (2019). Príncipe 2030. Plano sustentável de desenvolvimento da ilha do Príncipe. <https://www.principe2030.com/>.

Veloso, E. (1998). *Geometria – Temas Actuais*. Instituto de Inovação Educacional.

Wikipédia. Hypercube. <https://en.wikipedia.org/wiki/Hypercube>

Apêndice B Trilho EMcEsta

EMcEsta

UM TRILHO ETNOMATEMÁTICO NO CONTEXTO DA CESTARIA
DA ILHA DO PRÍNCIPE

Joana Latas

UNIVERSIDADE DE COIMBRA | INSTITUTO DE INVESTIGAÇÃO INTERDISCIPLINAR

Experiência educacional para a integração
de perspectivas etnoMatemáticas no
contexto da cEstaria da ilha do Príncipe



Índice

Visão geral do trilha EMcEsta.....	4
Princípios e orientações	5
Abordagem integradora	5
Características dos recursos educativos	6
Públicos	8
Mapa	9
Estações.....	10
Estação 1 À volta com os cestos	10
Estação 2 Encontros e desencontros.....	11
Estação 3 Balaio há, balaio é	11
Estação 4 Andala, para que te quero?.....	11
Implementação	12
Recomendações para o plano de implementação.....	12
Recomendações para o plano de avaliação	12
Parceiros e sustentabilidade	13
Recomendações para o plano de sustentabilidade	13
Informação complementar	14

Visão geral do trilho EMcEsta

O trilho EMcEsta é um percurso na ilha do Príncipe, ao longo do qual existem quatro locais de paragem, nos quais o visitante é convidado a experienciar práticas de cestaria da ilha do Príncipe e a explorar complementaridades culturais enquadradas no seu estilo de vida.

Neste documento é apresentado o trilho EMcEsta, considerando a seguinte sequência:



Princípios e orientações



Públicos



Mapa



Estações



Implementação



Parceiros e sustentabilidade

Princípios e orientações



A EMcEsta é uma **Experiência** educacional para a integração de perspectivas etno**Matemáticas** no contexto da **cEstaría** da ilha do Príncipe, em formato de trilho orientado-pela-cultura. Este trilho assume o propósito geral de contribuir para a educação científica dos seus utilizadores, ao estimular a interligação de perspectivas científicas, técnicas, políticas, sociais e éticas numa abordagem integradora, e, por isso, assente na pluralidade de conhecimentos. Pretende ainda ser um espaço de partilha, aberto à inclusão de outras leituras e perspectivas.

Abordagem integradora

A EMcEsta pretende proporcionar, enquadrada numa experiência matemática, uma experiência cultural contextualizada na cestaria da ilha do Príncipe. Por sua vez estas experiências transportam a bagagem cultural dos colaboradores que contribuíram para a construção da coleção de recursos, as quais podem ter mais ou menos pontos de contacto com atitudes, conhecimentos e valores científicos, técnicos, políticos, sociais e éticos da experiência cultural do utilizador. Toda esta experiência educacional desenvolve-se por meio de uma experiência interativa, como resultado da intersecção de contextos durante a vivência experiencial do utilizador no trilho, num determinado momento. Esta abordagem integradora pode ser representada pela figura 1, abaixo:

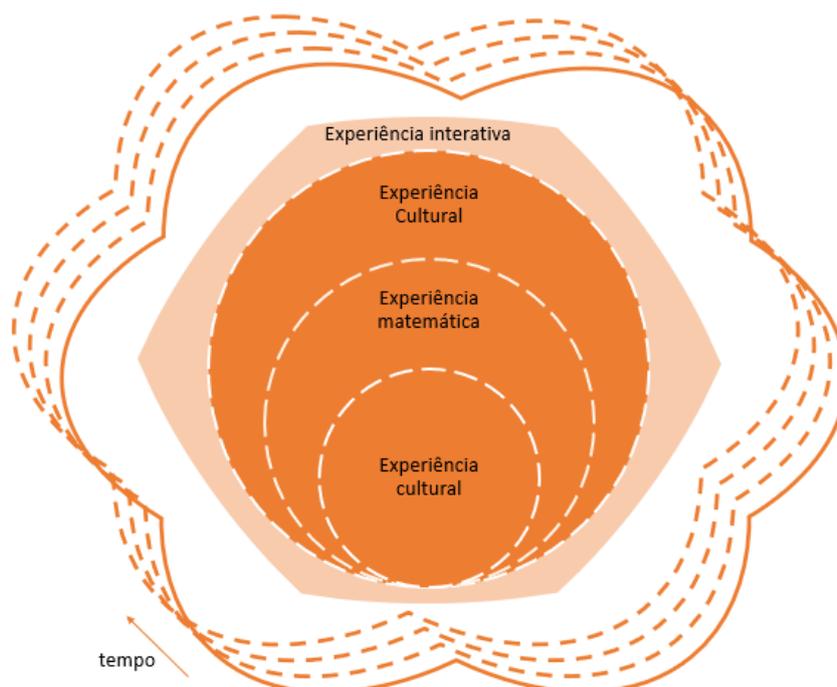


FIGURA 1 – ABORDAGEM EDUCATIVA EMCESTA.

A estrutura central da figura 1, os círculos cor de laranja, tem a circunferência a tracejado no sentido de transmitir a permeabilidade destas experiências, cultural e matemática, que permitirem a circulação ativa dos conhecimentos em ambos os sentidos. Estes movimentos são estimulados pela experiência interativa em que se inserem, o hexágono cor de salmão, ao erguerem-se pontes entre a comunidade científica e o cidadão comum e vice-versa.

A experiência interativa resulta da interseção do contexto pessoal, contexto físico e contexto sociocultural. Dada a dinâmica interna destes, bem como a sua complementaridade na influência da experiência de cada indivíduo, estes estão representados pela união de três ovas que se assemelha a uma flor (à volta da estrutura central). As formas de flor a tracejado contextualizam a experiência do indivíduo num determinado momento, a qual pode sofrer alterações ao longo do tempo.

Características dos recursos educativos

Transpondo a perspetiva integradora da abordagem educativa orientada-pela-cultura para orientações dos recursos EMcEsta, emerge a centralidade da interação das experiências, cultural e matemática, por meio da experiência interativa, representada na figura 2.

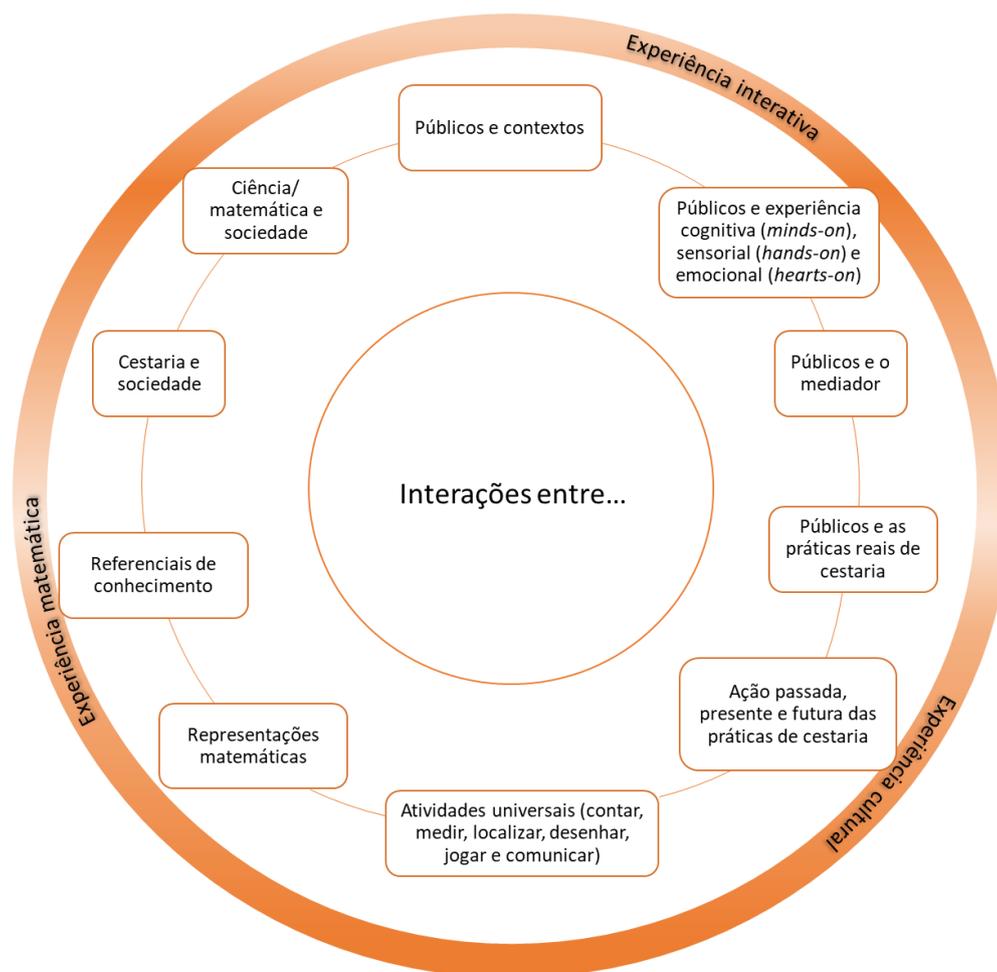


FIGURA 2 – CENTRALIDADE DAS INTERAÇÕES NOS RECURSOS DE UM TRILHO ORIENTADO-PELA-CULTURA.

A enunciação das mesmas remete para interações entre:

1. Públicos e contextos, ou seja, estimular vivências que incentivem uma participação ativa por parte do visitante, promovendo o estabelecimento de relações entre a experiência interativa e as experiências cultural e matemática, por meio dos conhecimentos e experiências prévios, interesses e expectativas ativadas pelos indivíduos em ação e ao longo do tempo;
2. Públicos e experiências cognitivas, sensoriais e emocionais, isto é, potenciar diferentes níveis de interatividade sujeito-objeto, privilegiando a interatividade *minds-on*, em relação às restantes. O contexto é ele mesmo potenciador da interatividade *hearts-on*;
3. Públicos e mediador, ou seja, prever a mediação da experiência do visitante facilitada pelo diálogo, no sentido dessa experiência poder ser potenciada em termos de significado, autenticidade e personalização;
4. Públicos e as práticas reais de cestaria, no sentido de promover o contacto dos públicos com recursos materiais e técnicas efetivas da cestaria, bem como a linguagem e termos locais utilizados pelos seus praticantes;
5. Ação passada, presente e futura das práticas de cestaria, incentivando os públicos a pensar e agir sobre a cestaria, numa perspetiva dinâmica de significados anteriores, à luz da atualidade e de como se podem (re)inventar no futuro;
6. Atividades universais, isto é, proporcionar aos públicos a integração e interação de atividades (pré)matemáticas universais (contar, medir, localizar, jogar, desenhar e comunicar), assentes numa perspetiva sociocultural do desenvolvimento do conhecimento;
7. Representações matemáticas, ou seja, estimular nos visitantes o contacto com representações múltiplas da matemática associadas a práticas de cestaria ou outras aplicações;
8. Diferentes referenciais de conhecimento, no sentido de proporcionar aos visitantes áreas de conhecimento interligadas sob perspetivas pessoais, sociais, culturais e éticas;
9. Cestaria e sociedade, isto é, com base em práticas de cestaria, estimular reflexões e discussões acerca de preocupações sociais, políticas e éticas dos públicos e
10. Ciência/matemática e sociedade, ou seja, estimular reflexões e discussões que promovam a aproximação da ciência/matemática aos públicos e dos públicos à ciência/matemática.

Públicos



A EMcEsta é dirigida a qualquer indivíduo ou grupo de indivíduos, preferencialmente leitores autônomos, com particular interesse para públicos escolares.

Do ponto de vista que quem reside na ilha do Príncipe, os visitantes têm oportunidade de aprofundar conhecimento sobre a confecção de cestos enquanto prática com a qual têm alguma familiaridade e estimulam a sua confiança cultural; estabelecem relações entre esses conhecimentos com outros sobre matemática, aproximando assuntos mundanos da matemática e, eventualmente, alargam o espectro no qual a matemática opera na sociedade pela consciencialização da matemática na prática de cestaria.

Para quem visita a ilha do Príncipe, tem a oportunidade de aprofundar conhecimento sobre matemática; eventualmente alargam o espectro no qual a matemática opera na sociedade pela consciencialização da matemática na prática de cestaria e aprendem sobre a confecção de cestos, enquadrada num contexto em que tal tem significado, aproximando assuntos mundanos da matemática.

Para além disso, os olhares matemáticos proporcionados pela EMcEsta complementam o conhecimento plural para qualquer cidadão. Se por um lado, o matemático profissional complementa o seu conhecimento pela interligação que este faz entre a sua formação matemática académica e valores pessoais, conhecimento técnico, preocupações sociais e/ou éticas contextualizadas, por outro, também o cidadão comum que estabelece, por via cultural, interligações intencionais entre a sua bagagem cultural e a matemática, independentemente da respetiva formação matemática académica, complementa o seu conhecimento.

Mapa



Exemplos de pontos de interesse:

- Espaço Ciência Sundy
- Oficina de cestaria



[Link para o projeto no © Google Earth](#)

Estações



O trilho EMcEsta é composto por quatro estações.



Estação 1 | À volta com os cestos

Sabia que uma das técnicas utilizada na confecção de cestos é semelhante ao diagnóstico de uma doença neurológica?

Tempo estimado | 15 – 25min

Recursos

- Guião do utilizador: À volta com o cesto
- Guião do mediador: À volta com o cesto



Estação 2 | Encontros e desencontros

Como é que os cesteiros da ilha do Príncipe

produzem os cestos?

Tempo estimado | 30 – 45min

Recursos

- Guião do utilizador: Encontros e desencontros
- Guião do mediador: Encontros e desencontros



Estação 3 | Balaio há, balaio ê

Cestos e xadrez?

Vamos jogar?

Tempo estimado | 20 – 40min

Recursos

- Guião do utilizador: Balaio há, balaio ê
- Guião do mediador: Balaio há, balaio ê



Estação 4 | Andala, para que te quero?

**Que quantidade de matéria-prima precisamos
para confeccionar um cesto?**

Tempo estimado | 20 – 40min

Recursos

- Guião do utilizador: Andala, para que te quero?
- Guião do mediador: Andala, para que te quero?



Implementação



Recomendações para o plano de implementação

Assegurar os recursos materiais

- Sinalética
- Estações

Formar recursos humanos e definir perfil de desempenho.

Averiguar a adequação de registos áudio e informação por meio de códigos *QR*.

Desenvolver estratégia de publicidade e *marketing* da EMcEsta com divulgação adaptada aos diferentes segmentos de públicos.

Recomendações para o plano de avaliação

Desenvolver formulário dirigido a utilizadores com informação sobre o significado da experiência nos mesmos, a organização do trilho e a informação disponibilizada pelo mediador, considerando a possibilidade de acesso online e registo áudio.

Desenvolver plataforma para partilha de experiência no pós-visita.

Parceiros e sustentabilidade



Recomendações para o plano de sustentabilidade

Desenvolver um perfil de parceiros para a sustentabilidade, identificar e contactar potenciais parceiros para manifestação de interesse e, eventualmente, definição de protocolo de parceria.

Identificar potenciais financiamentos nos quais a EMcEsta se enquadre.

Ponderar a possibilidade de acesso ao trilho pelos diferentes segmentos de públicos, enquadrado na política de gestão do Espaço Ciência Sundy.

Informação complementar

- Aikenhead, G. (2006). *Science education for everyday life: evidence-based practice*. Teacher College Press.
- Areia, M.; Martins, M. R. & Miranda, M. A. (1988). *Cestaria tradicional em África*. Instituto de Antropologia da Universidade de Coimbra.
- Bishop, A. J. (1988) *Mathematical enculturation: a cultural perspective on mathematics education*. Kluwer.
- Devlin, K. (2002). *Matemática. A ciência dos padrões*. Porto Editora.
- Falk, J. H. & Dierking, L. (2013). *The museum experience revisited*. Left Coast Press.
- Gerdes, P. (2012). *Etnomatemática - Cultura, Matemática, Educação: Colectânea de Textos 1979-1991* (reedição). Instituto Superior de Tecnologias e Gestão.
- Latas, J. & Rodrigues, A. (2015). Trilho da Ciência: um percurso de Educação Científica na ilha do Príncipe. *Revista Latinoamericana de Etnomatemática*, 8(2), 53-75.
- NRC – National Research Council (2009). *Learning Science in Informal Environments: People, Places, and Pursuits*. The National Academies Press. <https://doi.org/10.17226/12190>.
- PDSRAP (2020). *Plano de Desenvolvimento Sustentável da Região Autónoma do Príncipe – “Príncipe 2030”* (Anexo do Decreto Legislativo Regional n.º 3/2020). *Diário da República de São Tomé e Príncipe: Série I*, n.º 90/2020.
- Rodrigues, A. (2016). *Perspetiva Integrada de Educação em Ciências – da teoria à prática*. Aveiro: UA Editora. <http://hdl.handle.net/10773/15416>.
- Santos, M. (2009). *Ciência como cultura: paradigmas e implicações epistemológicas na educação científica escolar*. *Química Nova*, 32(2), 530-537.
- Shoaf, M., Pollak, H. & Scheider, J. (2004). *Math trails*. COMAP.
- UNESCO (2010). *Current challenges in basic science education*. UNESCO. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000191425>
- UNESCO (2012). *Challenges in basic mathematics education*. UNESCO. https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000191776_eng
- Wagensberg, J. (2005). The “total” museum, a tool for social change. *História, Ciências, Saúde--Manguinhos*, 12(Suppl), 309–321.