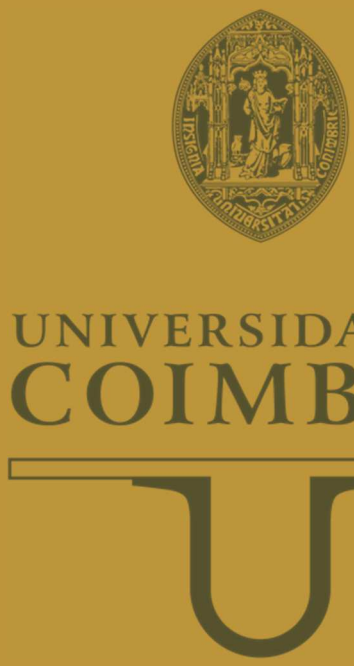


Gesoaldo Maia de Oliveira

# DESENVOLVIMENTO DE UMA SESSÃO DE CÚPULA EM PLANETÁRIOS DIGITAIS E ANÁLISE DE SUA APLICABILIDADE COMO RECURSO AUXILIAR NO ENSINO DA ASTRONOMIA

**Tese no âmbito do Doutoramento em Ensino das Ciências, ramo de Ensino da Física, orientada pelos Professores Doutores Maria José Barata Marques de Almeida e João Manuel de Morais Barros Fernandes, apresentada à Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra.**

Outubro de 2018

FACULDADE DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA DA
UNIVERSIDADE DE COIMBRA

# DESENVOLVIMENTO DE UMA SESSÃO DE CÚPULA EM PLANETÁRIOS DIGITAIS E ANÁLISE DE SUA APLICABILIDADE COMO RECURSO AUXILIAR NO ENSINO DA ASTRONOMIA

Gesoaldo Maia de Oliveira

Tese no âmbito do Doutoramento em Ensino das Ciências, ramo de Ensino da Física, orientada pelos Professores Doutores Maria José Barata Marques de Almeida e João Manuel de Morais Barros Fernandes, apresentada à Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra.

Outubro de 2018

UNIVERSIDADE D
COIMBRA

# Agradecimentos

Na elaboração da presente Tese, o incentivo de várias pessoas e organismos aos quais estou profundamente reconhecido foi inestimável. Sob pena de injustamente omitir algum dos contributos, quero deixar expressos os meus agradecimentos:

À Prof.ª Dra. Maria José B. M. Almeida e ao Prof. Dr. João Manuel M. B. Fernandes pelas orientações, a confiança, o apoio, a agilidade, a paciência e, principalmente, a compreensão nas horas mais difíceis.

Aos responsáveis pelas diversas componentes educacionais do programa: Prof. Dr. António X. B. C. P. Coutinho, Prof.ª Dra. Celeste S. R. Gomes (*in memoriam*), Prof. Dr. Décio R. Martins, Prof. Dr. Francisco P. S. C. Gil, Prof.ª Dra. Izabel M. O. Abrantes, Prof. Dr. João M. André, Prof. Dr. José A. Cruz, Prof.ª Dra. Maria Augusta V. F. P. Nascimento, Prof.ª Dra. Maria José B. M. Almeida, Prof. Dr. Pedro M. C. Tonicher, Prof.ª Dra. Piedade V. Rebelo e Prof. Dr. Sérgio Rodrigues.

Ao Prof. Dr. Nuno V. M. P. Miguel pelo suporte dado no Planetário.

Aos Diretores e docentes das cinco escolas básicas, que se mostraram sensibilizados com este trabalho e abriram as portas dos seus estabelecimentos para que esta investigação fosse materializada.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES/Brasil), que forneceu todo o suporte financeiro.

# Resumo

Sabe-se que a ciência tem tido um impacto fundamental na sociedade, sobretudo nos últimos setenta anos. Antes restrita aos cientistas e aos negócios de Estado, atinge hoje, pelo desenvolvimento que alcançou, o cidadão comum em todos os segmentos sociais. A escola tornou-se responsável pela transmissão das primeiras noções científicas aos jovens estudantes e fá-lo através de diversas disciplinas, entre as quais as Ciências Físico-Químicas. Nem sempre a preparação dos professores e os recursos utilizados são os mais adequados, imputando-se então, à escola, uma espécie de fracasso. A fim de superar as suas limitações, os professores recorrem a outros espaços educativos que contribuem significativamente para o ensino e a aprendizagem, nomeadamente os "espaços não-formais de educação". O Planetário, meio de divulgação científica, é um destes espaços educativos que reúne todas as condições para uma efetiva e eficaz articulação com a educação formal.

Propôs-se nesta investigação um novo modelo de "sessão de cúpula" para potencializar a contribuição dos Planetários digitais na literacia científica da educação formal. O novo modelo afasta o planetarista do centro das atenções; utiliza com mais intensidade o uso de computação gráfica para efeitos de didática; suscita uma maior possibilidade de evidenciar o fenómeno apresentado ao invés de se limitar apenas a mostrá-lo, ampliando em quantidade e qualidade os conteúdos abordados; contribui para recuperar os efeitos visuais e sonoros em sessões dirigidas a estudantes; melhora a relação Planetário-escola; diminui o *deficit* de atenção, aumentando o nível de aprendizagem; possibilita melhor aproveitamento e maior controlo do tempo médio normalmente utilizado nas apresentações; permite a eliminação total de erros gramaticais, conceituais e vícios de linguagem, além de outros benefícios.

Foi testada a sua aplicabilidade numa investigação quanti-qualitativa quase-experimental no Programa Doutoral do Ensino das Ciências, ramo de Ensino da Física, na Universidade de Coimbra.

A amostra para esta investigação foi composta por 466 elementos do 7.º ano de escolaridade (3.º ciclo do ensino básico) provenientes de cinco escolas do distrito de Coimbra, região central de Portugal, distribuídos em grupos experimentais e de controlo que foram submetidos a inquéritos antes e após as apresentações. Os resultados avaliados e interpretados através do ambiente *Statistical Package for Social Science* (*SPSS)* mostraram que a sessão experimental obteve melhores resultados que as sessões habituais. O valor médio do ganho absoluto entre os resultados do pós-teste e do pré-teste é superior para o Grupo Experimental (G=25,6%) e inferior para o Grupo de Controlo (G=2,3%). O mesmo pode observar-se para o ganho normalizado, sendo superior para o Grupo Experimental (g=35,7%) e inferior para o Grupo de Controlo (g=2,0%).

Para este trabalho de Tese foram considerados os conteúdos relacionados com a astronomia, pois apesar dos novos recursos tecnológicos utilizados nos Planetários poderem abranger as mais diversas áreas do conhecimento humano, a astronomia é a ciência mais explorada nas sessões de cúpula.

Esta Tese está dividida em duas partes. A primeira parte é referente ao enquadramento teórico e concetual, sendo aí abordado o desenvolvimento do ensino das ciências a partir das políticas públicas dos organismos supranacionais, um historial do Planetário (instrumento e espaço), conceitos de educação não-formal e a metodologia desenvolvida. Na segunda parte são apresentados os dados estatísticos, a análise global dos procedimentos e a conclusões do estudo, assim como sugestões para possíveis trabalhos futuros.

**PALAVRAS-CHAVE: Aprendizagem da Astronomia, Divulgação científica; Educação não-formal; Ensino das Ciências; Planetário.**

## Abstract

One knows well that science has had a fundamental impact on society, particularly over the last seventy years. Formerly restricted to scientists and state businesses, technological developments now reach citizens from all sectors of society. The school has become the institution responsible for giving young students their first basic notions of science; it does so through several disciplines, among which are the Physical-Chemical Sciences. The preparation of teachers and the resources used are not always adequate, rendering the school accountable for what can be considered a failure. In order to overcome their limitations, teachers use other educational spaces, which contribute significantly to teaching and learning, namely "non-formal educational spaces". The Planetarium, by way of scientific dissemination, is one of these educational spaces that meets all the conditions for effective and efficient pairing with formal education.

In this research, one proposes a new model of planetarium shows to enhance the contribution of digital planetariums to the scientific literacy of formal education. The new model takes the *explainer* away from the spotlights using computer graphics more intensively for didactic purposes and giving rise to a greater possibility of demonstrating the phenomenon presented instead of merely showing it. It increases the quantity and quality of the contents addressed and contributes to enhance the visual and sound effects in sessions geared towards students. It improves the planetarium-school relationship and increases the attention span, and therefore the learning of students, allowing better use and greater control of the average time spent in the presentations. It allows the elimination of grammatical mistakes, and other erroneous language habits, among other benefits.

The model's applicability was tested in a quantitative-qualitative quasi-experimental study at the University of Coimbra during the PhD programme in Science Teaching, within the Physics Education Branch.

The sample for this investigation comprises 466 participants from the 7th grade (lower secondary school) belonging to five schools in the district of Coimbra, central Portugal, distributed in experimental and control groups, submitted to inquiries before and after the planetarium presentations. The results, evaluated and interpreted through the Statistical Package for Social Science (SPSS), showed that the experimental session induced better results than the usual sessions. The mean value of the absolute gain between the post-test and pre-test results is higher for the experimental group ($G = 25.6\%$) and lower for the control group ($G = 2.3\%$). The same can be observed on the relative gain, which was higher for the experimental group ($g = 35.7\%$) and lower for the control group ($g = 2.0\%$).

Despite the fact that the new technological resources encompass the most diverse areas of human knowledge, this thesis considers only contents related to astronomy, as this is the most explored science in the planetarium shows.

This thesis is divided into two parts. The first part contains to the theoretical and conceptual frameworks, which address the development of science education based on public policies of supranational bodies, a history of the planetarium evolution (instruments and spaces), the different concepts of non-formal education and the methodology followed. The second part presents the statistical data, the global analysis of the procedures and the conclusions of the study, as well as suggestions for possible future work.

**Keywords: Learning Astronomy; Non-formal Education; Planetarium; Science Teaching; Scientific Dissemination.**

# Sumário


Agradecimentos…. iii

Resumo…. v

Abstract…. vii

Sumário…. ix

Índice de figuras…. xiii

Índice de gráficos…. xiv

Índice de quadros…. xvi

Índice de Tabelas…. xvii

Anexos…. xx

Lista de abreviaturas…. xxi

**INTRODUÇÃO**…. 3

a) Motivação e identificação do problemas…. 5

b) Objetivos do estudo…. 13

c) Importância e delimitação do estudo…. 14

d) Plano geral da dissertação…. 15

**PARTE - I**

**ENQUADRAMENTO TEÓRICO E CONCETUAL**

1 **O ENSINO DAS CIÊNCIAS COMO PROGRAMA DE AÇÃO GLOBAL** 19

1.1 Origem da educação para todos e a educação ao longo da vida…. 20

1.2 A experiência norte-americana e as reformas no Ensino das Ciências 25

1.3 A nova educação a partir dos organismos supranacionais…. 30

1.4 Panorama do ensino das ciências em Portugal e no contexto europeu 40

*1.4.1 Organização do Ensino básico e temas organizadores*…. 42

*1.4.2 Monitorização dos ambientes de aprendizagens – professores* 44

*1.4.3 Algumas referências avaliativas*…. 49

*1.4.4 Programa Internacional de Avaliação de Alunos*…. 49

*1.4.5 Provas de Aferição do Ensino Básico*…. 52

2 A INDENTIDADE CULTURAL DOS PLANETÁRIOS E A DUALIDADE INTRÍNSECA ENTRE A EDUCAÇÃO FORMAL E A NÃO FORMAL..... 57

2.1 Classificação dos Planetários..... 58

2.2 A dualidade intrínsica entre a educação formal e não-formal..... 62

*2.2.1 A relação museu-escola*..... 67

3 PLANETÁRIOS: DEFINIÇÃO, HISTORIAL E TENDÊNCIAS..... 79

3.1 O primeiro período..... 80

*3.1.1 Esferas notáveis ao longo do tempo*..... 84

*3.1.2 A esfera em movimento*..... 88

*3.1.3 O diálogo de Cícero e o mecanismo de Anticítera*..... 93

3.2 O segundo período..... 95

*3.2.1 A inauguração, o sucesso e a mobilidade*..... 100

3.3 O terceiro período - projetores digitais..... 102

*3.3.1 Vantagens vulneráveis*..... 106

4 AMBIENTE DA INVESTIGAÇÃO, OBJETIVOS E METODOLOGIA.... 109

4.1 O ambiente dos Planetários..... 109

*4.1.1 Estrutura dos Planetários fixos – arquitetura externa e interna* 110

*4.1.2 Planetários com mobilidade*..... 115

*4.1.3 Operacionalização dos planetários*..... 117

*4.1.4 Sobre as sessões de cúpula*..... 117

4.2 Objetivo geral..... 119

*4.2.1 Objetivos específicos*..... 119

*4.2.2 Justificativa*..... 120

*4.2.3 Conteúdos que se podem utilizar em Planetários*..... 123

*4.2.4 Desenvolvimento do novo modelo de sessão de cúpula*..... 125

4.3 Métodos e metodologia..... 130

*4.3.1 Caracterização do estudo desenvolvido*..... 130

*4.3.2 Sobre as variáveis*..... 132

*4.3.3 Revisão bibliográfica*…… 134

*4.3.4 Local da investigação*…… 138

*4.3.5 Escolha da amostra, temática e tamanho da amostra*…… 140

*4.3.6 Critério para a escolha das escolas e questões éticas*…… 142

*4.3.7 Instrumentos de recolha de dados*…… 143

*4.3.8 Preparação dos inquéritos*…… 146

*4.3.9 Ferramenta para análise dos dados*…… 147

*4.3.10 Ferramentas utilizadas para a edição de imagem e som*…… 146

PARTE - II

RECOLHA E ANÁLISE DOS DADOS

5 DADOS PRIMÁRIOS DA AMOSTRA…… 151

5.1 Noções gerais dos métodos estatísticos utilizados e hipóteses estatísticas 151

5.2 Informações gerais sobre a amostra…… 153

5.3 Período da investigação e a relação dos conteúdos…… 157

5.4 Modelo, aplicação dos inquéritos e tempo utilizado…… 158

5.5 Pré-teste – I parte – Dados sociais…… 159

*5.5.1 Questões de Gênero*…… 159

*5.5.2 Idade dos elementos da amostra*…… 160

*5.5.3 Escolaridade dos pais*…… 161

*5.5.4 Questões sobre Planetários e Observatórios*…… 162

*5.5.5 Estado emocional dos elementos dos dois Grupos*…… 165

5.6 Pré-teste – II parte – Questões com conteúdo científico…… 167

5.7 Pós-teste – I parte – Questões com conteúdo científico…… 183

5.8 Pós-teste – II parte – Dados sociais…… 198

*5.8.1 Classificação da visita pelos elementos da amostra*…… 199

*5.8.2 Nível de entendimento de acordo com os elementos da amostra* 199

*5.8.3 Regresso ao ambiente de investigação*…… 200

*5.8.4 Publicitação da visita realizada*..... 200

*5.8.5 Regresso à mesma sessão*..... 201

*5.8.6 Grau de concordância em relação à compreensão dos temas*..... 202

**6 ANÁLISE DESCRITIVA DA INVESTIGAÇÃO**..... 205

6.1 Cotações obtidas nas questões com conteúdo científico..... 205

*6.1.1 Para o Grupo de control*..... 205

*6.1.2 Para o Grupo Experimental*..... 208

*6.1.3 Comparação dos valores médios das classificações totais do pré-teste e do pós-teste para o conjunto global dos alunos envolvidos*..... 209

6.2 Comparação dos resultados médios do pré e do pós-teste nos GE e GC 211

*6.2.1 Comparação dos Ganhos normalizados*..... 214

6.3 Comparação dos resultados do pré-pós-teste nos GE e GC para cada escola 215

*6.3.1 Diferenças entre os ganhos para cada escola*..... 219

6.3.2 Diferenças entre escolas em relação aos ganhos nos GC..... 220

6.3.3 Diferenças entre escolas em relação aos ganhos nos GE..... 221

6.4 Comparação dos resultados por procedimentos..... 222

*6.4.1 Diferenças entre os procedimentos no GC e GE*..... 227

**CONSIDERAÇÕES FINAIS**..... 229

**BIBLIOGRAFIA**..... 243

**ANEXOS**..... 257

# Índice de figuras

**Figura 01** - *Kugel Globe* ..... 85
**Figura 02** - *Mainz Globe* ..... 85
**Figura 03** - *Farnese Globe* ..... 85
**Figura 04** - *Orrery Eisinga* ..... 91
**Figura 05** - *Globo de Gottorf* ..... 91
**Figura 06** - *Atwood Sphere* ..... 91
**Figura 07** - Esboço de *Max Wolf* ..... 97
**Figura 08** - Esboço do *Globo de Gottorf* ..... 97
**Figura 09** - Esboço do sistema projetivo ..... 99
**Figura 10** - Maquete mecânica ..... 99
**Figura 11** - O Hemisferic – Valência, Espanha ..... 111
**Figura 12** - Planetário de Xangai, China ..... 111
**Figura 13** - Planetário Galileo Galilei ..... 111
**Figura 14** - Destaque para a sala de projeção ..... 111
**Figura 15** - Poltronas em círculos concêntricos ..... 112
**Figura 16** - Poltronas unidirecionais ..... 112
**Figura 17** – Cúpula na posição tradicional ..... 112
**Figura 18** - Cúpula inclinada ..... 112
**Figura 19** - Um dos modelos da Zeiss ..... 113
**Figura 20** - Modelo de planetário digital ..... 113
**Figura 21** - Planetário de Espinho ..... 114
**Figura 22** - Planetário da Bretanha ..... 114
**Figura 23** - Modelo de um Planetário insuflável com uma Turma de alunos à espera ..... 116
**Figura 24** - Modelo de um Planetário itinerante com a estrutura rígida ..... 116
**Figura 25** - Vista aérea do OGAUC ..... 139
**Figura 26** - Portal de entrada do OGAUC ..... 139
**Figura 27** - Planetário do OGAUC ..... 139
**Figura 28** - Interior do Planetário do OGAUC ..... 139
**Figura 29** - Esquema da investigação ..... 157
**Figura 30** - Mapa apresentado na Q.1 do pré-teste ..... 168
**Figura 31** – Possível resposta na Q.1 do pré-teste ..... 168
**Figura 32** - Quadros apresentados na Q.8 ..... 171
**Figura 33** – Quadro de respostas na Q.8 ..... 171
**Figura 34** - Esquema 1 e 2 da Q.9 no pré-teste ..... 179
**Figura 35** - Mapa apresentado na Q.06 ..... 184
**Figura 36** - Possível modelo de resposta na Q.06 ..... 184
**Figura 37** - Quadro da questão 8 no pós-teste ..... 187
**Figura 38** - Modelo de preenchimento da questão 8 ..... 187
**Figura 39** - Esquema 1 e 2 da questão 10 no pós-teste ..... 194

# Índice de gráficos

**Gráfico 01** - Idade dos Professores de F.Q. ....48
**Gráfico 02** - Idade dos professores geral ....48
**Gráfico 03** - Literacia científica - evolução 2000-2015....52
**Gráfico 04** - Literacia científica - Evolução 2006-2015 por ano de escolaridade ....52
**Gráfico 05** - Literacia científica por conteúdos e competências....52
**Gráfico 06** - Terra no Espaço....54
**Gráfico 07** - Componente Experimental ....54
**Gráfico 08** - Barras correspondentes à tabela 1 ....154
**Gráfico 09** - Distribuição dos alunos pelos Grupos ....157
**Gráfico 10** - Alunos por Grupo e por Escola ....157
**Gráfico 11** - Barras correspondentes à tabela 2 ....159
**Gráfico 12** - Barras correspondentes à tabela 3 ....161
**Gráfico 13** - Escolaridade das mães....162
**Gráfico 14** - Escolaridade dos pais ....162
**Gráfico 15** – Barras correspondentes à tabela 6 ....163
**Gráfico 16** - Barras correspondentes à tabela 7....163
**Gráfico 17** – Barras correspondentes à tabela 8 ....164
**Gráfico 18** – Barras correspondentes à tabela 09....164
**Gráfico 19** – Barras correspondentes à tabela 10....165
**Gráfico 20** – Barras correspondentes à tabela 13....166
**Gráfico 21** – Barras correspondentes à tabela 16....168
**Gráfico 22** - Barras correspondentes à tabela 19 ....172
**Gráfico 23** – Barras correspondentes à tabela 23....173
**Gráfico 24** – Barras correspondentes à tabela 25....174
**Gráfico 25** – Barras correspondentes à tabela 27....175
**Gráfico 26** – Barras correspondentes à tabela 30....177
**Gráfico 27** – Barras correspondentes à tabela 32....178
**Gráfico 28** – Barras correspondentes à tabela 35....179
**Gráfico 29** – Barras correspondentes à tabela 38....181
**Gráfico 30** – Barras correspondentes à tabela 40....182
**Gráfico 31** – Barras correspondentes à tabela 43....183
**Gráfico 32** – Barras correspondentes à tabela 46....185
**Gráfico 33** - Barras corespondentes à tabela 46....186
**Gráfico 34 –** Barras correspondentes à tabela 51 ....187
**Gráfico 35** – Barras correspondentes à tabela 53....189
**Gráfico 36** – Barras correspondentes à tabela 55....190
**Gráfico 37** – Barras correspondentes à tabela 57....191
**Gráfico 38** – Barras correspondentes à tabela 60....192
**Gráfico 39** – Barras correspondentes à tabela 62....193

**Gráfico 40** – Barras correspondentes à tabela 65 ..... 195
**Gráfico 41** – Barras correspondentes à tabela 68 ..... 196
**Gráfico 42** – Barras correspondentes à tabela 70 ..... 197
**Gráfico 43** – Barras correspondentes à tabela 73 ..... 198
**Gráfico 44** – Barras correspondentes à tabela 74 ..... 199
**Gráfico 45** – Barras correspondentes à tabela 75 ..... 200
**Gráfico 46** – Barras correspondentes à tabela 76 ..... 200
**Gráfico 47** – Barras correspondentes à tabela 77 ..... 201
**Gráfico 48** – Barras correspondentes à tabela 78 ..... 201
**Gráfico 49** – Barras correspondentes à tabela 81 ..... 204
**Gráfico 50** – Barras correspondentes à Tabela 82 ..... 206
**Gráfico 51** - Barras correspondentes à Tabela 83..... 206
**Gráfico 52** - Comparação entre a cotação das questões no pré e no pós-teste no GC... 207
**Gráfico 53** - Ganho do pré-teste para o pós-teste no GC ..... 207
**Gráfico 54** – Barras correspondentes à tabela 85 ..... 208
**Gráfico 55** – Barras correspondentes à tabela 86 ..... 208
**Gráfico 56** - Comparação entre a cotação das questões no pré e no pós-teste no GE... 209
**Gráfico 57** - Ganho do pré-teste para o pós-teste no GE ..... 209
**Gráfico 58** - Comparação entre os resultados do pré-teste e do pós-teste..... 210
**Gráfico 59** - Resultados entre o pré-pós no GC..... 211
**Gráfico 60** - Resultados entre o pré-pós no GE..... 211
**Gráfico 61** - Comparação entre pré e pós do GC ..... 212
**Gráfico 62** - Comparação entre pré e pós do GE ..... 212
**Gráfico 63** - Comparação dos pré-testes..... 212
**Gráfico 64** - Comparação dos pós-testes ..... 212
**Gráfico 65** - Comparação do ganho absoluto entre GC e GE..... 213
**Gráfico 66** - Comparação do ganho normalizado entre GC e GE..... 214
**Gráfico 67** - Comparação do pré e pós-teste no GE e GC em cada escola..... 215
**Gráfico 68** - Diferenças entre os resultados do pré e do pós-teste para cada escola ..... 220
**Gráfico 69** – Barras correspondentes à tabela 97 ..... 221
**Gráfico 70** - Diferença pós e pré-teste no GE..... 222
**Gráfico 71** - Médias – comparação dos resultados em cada procedimento..... 224
**Gráfico 72** - Médias para cada procedimento..... 227
**Gráfico 73** – Diferenças entre o pré e o pós no GC ..... 228
**Gráfico 74** – Diferenças entre o pré e o pós no GE ..... 228

# Índice de quadros

**Quadro 01** - Domínios e subdomínios da disciplina de Físico-Química .....44
**Quadro 02** - Número de alunos do 3.º CEB .....140
**Quadro 03** - Turmas da Escola 1 .....154
**Quadro 04** - Turmas da Escola 2 .....155
**Quadro 05** - Turmas da Escola 3 .....155
**Quadro 06** - Turmas da Escola 4 .....155
**Quadro 07** - Turmas da Escola 5 .....156
**Quadro 08** - Distribuição de género por escola e por grupos.....160
**Quadro 09** - Idades dos elementos da amostra tomadas por Grupo e por escola.....161

# Índice de tabelas

**Tabela 01** - Cotação da amostra geral por escola ..... 154
**Tabela 02** - Frequência dos elementos por género ..... 159
**Tabela 03** - Idades dos elementos da amostra ..... 161
**Tabela 04** - Escolaridade das mães tomada por grupos ..... 162
**Tabela 05** - Escolaridade dos pais tomada por grupos ..... 162
**Tabela 06 -** Visitas realizadas num Planetário ..... 163
**Tabela 07** - Visitas realizadas num Observatório ..... 163
**Tabela 08** - Estudo de astronomia fora da escola ..... 164
**Tabela 09** - Uso de instrumentos de observações ..... 164
**Tabela 10** - Uso de mapa celeste virtual ..... 165
**Tabela 11 -** Sentimentos e emoções para o Grupo de Controlo ..... 165
**Tabela 12** - Sentimentos e emoções para o Grupo Experimental ..... 166
**Tabela 13 -** Sentimentos e emoções constatados para os GC e GE ..... 166
**Tabela 14** - Frequências na Q.1 para o GC ..... 168
**Tabela 15** - Frequências na Q.1 para o GE ..... 168
**Tabela 16** - Cotação geral da Q.1 ..... 168
**Tabela 17** - Frequência dos quadros para o GC ..... 171
**Tabela 18** - Frequência dos quadros para o GE ..... 171
**Tabela 19** - Cotação geral do pré-teste à Q.3 ..... 172
**Tabela 20** - Frequência para os GC e GE à Q.4 ..... 173
**Tabela 21** - Cotação do pré-teste à Q.4 ..... 173
**Tabela 22** - Frequências para o GC e GE à Q.5 ..... 174
**Tabela 23** - Cotação geral da Q.5 ..... 174
**Tabela 24** - Frequências para o GC e GE à Q.6 ..... 175
**Tabela 25** - Cotação do pré-teste à Q.6 ..... 175
**Tabela 26** – Frequências no preenchimento das lacunas para o GC à Q.7 ..... 176
**Tabela 27** - Frequências no preenchimento das lacunas para o GE à Q.7 ..... 176
**Tabela 28** - Cotação das lacunas no pré-teste à Q.7 ..... 177
**Tabela 29** - Frequências para o GC e GE à Q.7 ..... 178
**Tabela 30** - Cotação do pré-teste à Q.8 ..... 178
**Tabela 31** - Frequências para o GC à Q.9 ..... 179
**Tabela 32** - Frequências para o GE à Q.9 ..... 179
**Tabela 33** – GC e GE no pré-teste à Q.9 ..... 179
**Tabela 34** - Frequências para o GC à Q.10 ..... 180
**Tabela 35** - Frequências para o GE à Q.10 ..... 180
**Tabela 36** - Cotação do GC e GE à Q.10 ..... 181
**Tabela 37** - Frequências para o GC e GE à Q.11 ..... 182
**Tabela 38** - Cotação do pré-teste à Q.11 ..... 182
**Tabela 39** - Frequências para o GC à Q.12 ..... 183

**Tabela 40** - Frequências para o GE à Q.12 ..... 183
**Tabela 41** - Cotação V ou F à Q.12 do pré-teste ..... 183
**Tabela 42** - Frequências para o GC à Q.06 ..... 184
**Tabela 43** - Frequências para o GE à Q 06 ..... 184
**Tabela 44** - Cotação das Respostas à Q.06 ..... 185
**Tabela 45** - Resultado geral do GC e GE à Q.2 ..... 186
**Tabela 46** - Cotação Geral da Q.7 ..... 186
**Tabela 47** - Frequências para o GC à questão 08 ..... 187
**Tabela 48** - Frequências para o GE à questão 08 ..... 187
**Tabela 49** - Cotação das Respostas à Questão 8 ..... 187
**Tabela 50** - Frequências para o GC e GE à questão 09 ..... 188
**Tabela 51** - Cotação das Respostas à Questão 9 ..... 189
**Tabela 52** - Frequências para o GC e GE à questão 02 ..... 189
**Tabela 53** - Cotação das Respostas à Questão 02 ..... 190
**Tabela 54** - Frequências para o GC e GE à questão 03 ..... 190
**Tabela 55** - Cotação das Respostas à Questão 03 ..... 191
**Tabela 56** - Frequências para o Grupo de Controlo à questão 04 ..... 192
**Tabela 57** - Frequências para o Grupo Experimental à questão 04 ..... 192
**Tabela 58** - Cotação das Respostas à questão 04 ..... 192
**Tabela 59** - Frequências para o GC e GE à questão 05 ..... 193
**Tabela 60** - Cotação das Respostas à questão 05 ..... 193
**Tabela 61** - Frequências para o GC à questão 10 ..... 194
**Tabela 62** - Frequências para o GE à questão 10 ..... 194
**Tabela 63** - Cotação das Respostas à questão 10 ..... 195
**Tabela 64** - Frequências para o GC à Q.11 ..... 196
**Tabela 65** - Frequências para o GE à Q.11 ..... 196
**Tabela 66** - Cotação das Respostas à questão 11 ..... 196
**Tabela 67** - Frequências para o GC e GE à questão 11 ..... 197
**Tabela 68** - Cotação das Respostas à questão 12 ..... 197
**Tabela 69** - Frequências para o GC à questão 01 ..... 198
**Tabela 70** - Frequências para o GE à questão 01 ..... 198
**Tabela 71** - Cotação das Respostas à questão 01 ..... 198
**Tabela 72** - Respostas à classificação da visita ..... 199
**Tabela 73** - Respostas ao nível de entendimento ..... 200
**Tabela 74** - Sobre o regresso ao Planetário ..... 200
**Tabela 75** - Respostas sobre a publicitação ..... 201
**Tabela 76** - Respostas sobre o regresso à sessão ..... 201
**Tabela 77** - Frequências para o GC ao grau de concordância ..... 202
**Tabela 78** - Frequências para o GE ao grau de concordância ..... 203
**Tabela 79** - Cotação do GC e GE para o grau de concordância ..... 203
**Tabela 80** - Cotação no pré-teste para o GC ..... 206

**Tabela 81** - Cotação das respostas no pós- ..... 206
**Tabela 82** - Cotação das amostras emparelhadas para o GC ..... 206
**Tabela 83** - Respostas no pré-teste para o GE ..... 208
**Tabela 84** - Respostas no pós-teste no GE ..... 208
**Tabela 85** - Cotação das amostras emparelhadas para o GE ..... 208
**Tabela 86** - Valores da média e do desvio-padrão dos resultados ..... 210
**Tabela 87** - Comparação entre os resultados do pré-teste e do pós-teste ..... 210
**Tabela 88** - Resultados do pré-teste e do pós-teste nos GC e GE ..... 211
**Tabela 89** - Teste t para amostras emparelhadas ..... 213
**Tabela 90** - Ganho absoluto ..... 213
**Tabela 91** - Ganho normalizado entre os GC e GE ..... 214
**Tabela 92** - Resultados do pré e do pós-teste no GE e GC em cada escola ..... 216
**Tabela 93** - Comparação entre os ganhos do pré-pós-teste no GE e GC ..... 216
**Tabela 94** – Valores do ganho para cada escola ..... 220
**Tabela 95** – Ganhos G no GC ..... 221
**Tabela 96** - Diferença pós e pré-teste no GE ..... 221
**Tabela 97** - Resultados do pré e pós-teste nos GE e CG para cada procedimento ..... 223
**Tabela 98** - Teste t para amostras emparelhadas entre o GE e CG ..... 224
**Tabela 99** - Teste t para amostras emparelhadas entre o GE e CG ..... 226
**Tabela 100** - Teste ANOVA para as diferenças entre os procedimentos para o GC ..... 227
**Tabela 101** - Teste ANOVA para as diferenças entre os procedimentos para o GE ..... 228

# Anexos

Anexo 01 - Print screen da página da APLF ..... 259
Anexo 02 - Print screen do site do OAGUC ..... 260
Anexo 03 - *Script* da sessão experimental ..... 261
Anexo 04 - Protocolo de intenções ..... 276
Anexo 05 - Inquéritos Pré-teste e pós-teste ..... 277
Anexo 06 - Grelhas de observações ..... 285

## Lista de abreviaturas

| | |
|---|---|
| **AAAS** | American Association For the Advancement of Science |
| **APLF** | Association des Planetariums de Langue Francaise |
| **BDTD** | Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações |
| **BM** | Banco Mundial |
| **BRAC** | Bangladesh Rehabilitation Assistance Committee |
| **BSCS** | Biological Science Curriculum Study |
| **CAPES** | Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES |
| **CBA** | Chemical Bond Approach |
| **CE** | Conselho da Europa |
| **CEB** | Ciclos do Ensino Básico |
| **CEDEFOP** | Centro Europeu para o Desenvolvimento da Formação Profissional |
| **CHEM** | Chemical Education Material Study |
| **CN** | Ciências naturais |
| **CRELL** | Centre for Research on Education and Lifelong Learning |
| **CSIP** | Conselho Superior de Instrução Pública |
| **CSTM** | China Science And Technology Museum |
| **CTI** | Ciência, Tecnologia e Inovação |
| **DL** | Decreto-Lei |
| **DGEEC** | Direção-Geral de Estatísticas da Educação e Ciência |
| **EAD** | Educação à distância |
| **EF** | Educação formal |
| **EI** | Educação informal |
| **ENF** | Educação não-formal |
| **EPT** | Educação para todos |
| **ERIC** | Educational Resources Information Center |
| **E&S** | Evans & Shutherland |
| **ETF** | Fundação Europeia para a Formação |
| **EUA** | Estados Unidos da América |
| **EUROSTA** | Gabinete de Estatísticas da União Europeia |
| **FCSH/UNL** | Faculdade de Ciências Sociais e Humanas |
| **FME** | Fórum Mundial de Educação |
| **FMI** | Fundo Monetário Internacional |
| **GC** | Grupo de Controlo |
| **GE** | Grupo Experimental |
| **FQ** | Físico-Química |
| **HDTV** | High-definition television |
| **IAVE** | Intituto de Avaliação Educativa |
| **ICOM** | International Council of Museums |

| | |
|---|---|
| **IIEP** | International Institute for Educational Planning |
| **IPS** | International Planetarium Society |
| **ISC** | International Science Council |
| **MEC** | Ministério da Educação |
| **MINON** | Movimento Internacional para uma Nova Museologia |
| **MIT** | Massachusetts Institute of Technology |
| **NAS** | National Academy of Sciences |
| **NASA** | National Aeronautics and Space Administration |
| **NSF** | National Science Foundation |
| **OCDE** | Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Económico |
| **ODM** | Objetivos de Desenvolvimento do Milénio |
| **ODS** | Objetivos de Desenvolvimento Sustentável |
| **OGAUC** | Observatório Geofísico e Astronómico da Universidade de Coimbra |
| **ONU** | Organização das Nações Unidas |
| **P&D** | Pesquisas e Desenvolvimento |
| **PISA** | Programme for International Student Assessment |
| **PORDATA** | Base de Dados Portugal Contemporâneo |
| **PSSC** | Physical Science Study Committee |
| **RCAAP** | Repositórios Científicos de Acesso Aberto de Portugal |
| **SC** | Sessão de Controlo |
| **SE** | Sessão Experimental |
| **SMSG** | Science Mathematics Study Group |
| **SPSS** | Statistical Package for Social Science |
| **SSE** | Status quo socioeconómico |
| **STEM** | Science, technology, engineering and mathematics |
| **TALIS** | Teaching and Learning International Survey |
| **TIMSS** | Trends in International Mathematics and Science Study |
| **UNCED** | United Nations Conference on Environment and Development |
| **UNICEF** | United Nations Children's Fund |
| **UNDP** | United Nations DevelopmentProgramme |
| **UNESCO** | United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization |
| **UNL** | Universidade Nova de Lisboa |

# INTRODUÇÃO

Um relance ao cronómetro *Countrymeters*[1] na ocasião em que se elaborava este texto indicava 7,63 mil milhões de pessoas na Terra. Ainda que uma em cada dez pessoas sobrevivam com menos de US$1,90 por dia, segundo o Banco Mundial[2], 53% da população mundial está ligada à Internet, 42% utiliza redes sociais e 68% serve-se de telemóveis para comunicar[3]. Em países como o Qatar e os Emirados Árabes Unidos, 99% da população usa a rede mundial de computadores.

A "Internet das coisas" (Internet of Things ou IoT) impressiona qualquer trabalho de ficção científica. Em 1984 apenas 1.000 dispositivos estavam conectados à Internet, em 2010 o número subiu para 10 mil milhões e projetam-se para dentro de dois anos, aproximadamente, 50 mil milhões de dispositivos; segundo John Chambers, CEO da Cisco, a IoT terá de cinco a dez vezes mais impacto na sociedade do que a própria Internet[4].

Os dados acima servem apenas para ilustrar o cenário em que se encontra a humanidade no setor da comunicação; a ciência e a tecnologia aproximaram em menos de meio século a maioria dos habitantes do nosso planeta. E poder-se-iam considerar ainda outros exemplos do desenvolvimento da ciência e tecnologia em áreas mais específicas, como a biotecnologia, a robótica, o desenvolvimento de materiais, as conquistas do espaço, entre outras.

---

[1] Disponível em http://countrymeters.info/. Acesso em 05 de agosto de 2018.

[2] Disponível em https://goo.gl/4RpD61. Acesso em 05 de agosto de 2018.

[3] Disponível em https://wearesocial.com/. Acesso em 05 de agosto de 2018.

[4] IoT é um conceito que se refere aos dispositivos que se utilizam diariamente e que estão ligados entre si e pela Internet para múltiplas funções. A Cisco Systems é uma companhia transnacional norte-americana que oferece soluções para redes e comunicações quer seja na fabricação de produtos quer na prestação de serviços. Disponível em https://goo.gl/Gqrrdh. Acesso em 05 de agosto de 2018.

Apesar de a sociedade estar modelada pela ciência e tecnologia, a educação científica não é privilégio de todos. Na escola, o ensino das ciências nem sempre é contextualizado, seja por falta de políticas públicas mais efetivas, seja pela existência de professores com formação inadequada ou por falta de um ambiente convidativo e estimulante, entre outros, o que leva o aluno a estudar os conteúdos sem os compreender, uma vez que as ciências experimentais estão distantes das experiências (COMISSÃO EUROPEIA, 2014). Por estes e outros motivos, os professores servem-se cada vez mais de ambientes contextualizados fora da escola para reforçar as aprendizagens e, neste bojo, surgem os espaços não-formais de educação, entre eles os Planetários.

Convicto de que os Planetários têm potencialidade para contribuir para a educação científica dos jovens estudantes e não servirem apenas como uma atividade extra-aula sem qualquer compromisso pedagógico, propôs-se neste estudo um novo modelo de "sessão de cúpula" para melhor atender a estudantes, contribuindo assim para a literacia científica. Não somente foi proposto um novo modelo, como se testou a sua aplicabilidade, tomando a ciência astronómica como exemplo.

Uma apresentação bem elaborada nos Planetários não só concorre para o compromisso de uma educação científica eficiente, como pode provocar no sujeito uma revolução. Alguém que se proponha assistir à série "5 minutos com um cientista[5]", produzida pelo Museu da Ciência da Universidade de Coimbra ou ler a coleção "memória biográfica" mantida pela *National Academy of Sciences*[6] poderá apreender que de facto as vivências nos diversos estádios de desenvolvimento cognitivo dos jovens moldam o seu futuro e só florescem se a capacidade de questionar encontrar um campo fértil, um ambiente rico em oportunidades.

[5] Disponível em https://goo.gl/ggzHuY. Acesso em 06 de agosto de 2018.

[6] Disponível em http://www.nasonline.org/. Acesso em 06 de agosto de 2018.

O leitor saberá identificar o problema principal deste trabalho de Tese a partir da motivação do investigador, referida no tópico a seguir. Se a história a narrar não tivesse nenhuma relação com este trabalho de Tese, seria omitida, pois o seu relato, que poderia ser considerado do domínio privado, correria ainda o risco de aborrecer o leitor; no entanto, intrínseco ao desenvolvimento desta investigação, favorece a sua exposição. Depois de ter alcançado o seu objetivo somente aos 38 anos, após 25 anos de persecução e ter dedicado pelo menos 1/3 da sua vida a esta temática, talvez o autor queira, inconscientemente, que a sua história se possa repetir em cada jovem que frequenta um Planetário.

### Motivação e identificação do problema

A fase das descobertas do investigador aflorou em meados da década de 60. Era inevitável que num lugarejo sem iluminação pública, e com as casas iluminadas à noite com candeeiros a querosene, os "astros não fossem as estrelas". O que o incomodava, porém, nesta fase de descobertas, eram as desculpas, os rodeios ou os desvios dos adultos nos porquês das coisas.

Certo dia anunciou-se que um objeto seria visto no céu. Noticiavam-no, simplesmente, como "cometa". Seria visto no limite entre o céu e a terra, próximo do horizonte leste, por quem "desadormecesse" antes do Sol surgir. Por especulação, depreende-se hoje tratar-se do comenta Ikeya-Seki no seu periélio em 1965. Não querendo apenas testemunhar o objeto, desejava saber a origem e os motivos da sua aparição. De novo, o que o incomodava eram as desculpas, os rodeios ou os desvios dos adultos nos porquês das coisas.

A casualidade fê-lo realizar os estudos - a partir do 7.º ano de escolaridade - num internato localizado na cidade de São Paulo. O Colégio, de ensino tradicional, baseava-se no conceito de memorização e avaliava-se o desempenho dos alunos por sustentação oral, principalmente em disciplinas como filosofia, latim e grego. Eram

exigências que não o incomodavam - afinal, no 6.º ano de escolaridade, com doze anos de idade, já havia estudado desenho geométrico traçado com régua e compasso e conhecido os principais teoremas dos matemáticos gregos. O que o incomodava era não poder estar na biblioteca do Colégio a manusear uma Enciclopédia sobre astronomia, numa língua desconhecida, tentando explicações sobre o cometa visto outrora. Algumas páginas, ainda coladas umas às outras, devido a um refilamento mal acabado, denunciavam o pouco uso, criminando os rodeios ou os desvios dos adultos nos porquês das coisas.

O educandário proporcionava, no início de todos os anos letivos, um passeio por diversos pontos turísticos. O Planetário Aristóteles Orsini - o primeiro Planetário inaugurado no Brasil em 1957 – fazia parte das visitas obrigatórias para todos os alunos. Não se é capaz de lembrar dos demais locais visitados naquela altura; não pelo tempo que, implacável, faz esquecer momentos vividos, mas pelo êxtase revolucionário que aquela primeira atividade provocou no seu espírito. Foi naquela visita que começou, placidamente, nos subterrâneos da sua imaginação, sem se aperceber, uma discreta e particular aventura intelectual.

Tomado pelo encantamento e pelo entusiasmo, o primeiro interesse fora transportar aquele aparato cultural para a sua terra natal e proporcionar a mesma oportunidade aos seus conterrâneos e, se fosse possível, simular a trajetória do nefasto, mas inocente cometa. Viu-se, num segundo momento, a transportar todos os seus conterrâneos ao Planetário do Parque Ibirapuera. Contou a quantidade de autocarros que seriam necessários para uma população próxima de 10.000 habitantes, distante 700 km da capital paulista, para assistir a uma "sessão de cúpula". Tinha consciência das suas limitações como pré-adolescente, mas havia uma esperança: a de que estabeleceria, num futuro não muito distante, as estratégias necessárias para que o sonho fosse realizado.

Já adulto e a tentar conquistar a sua independência financeira, pensou na aquisição de um projetor-planetário. Levá-lo-ia à sua cidade, improvisaria um ambiente necessário à sua instalação e mostraria a "maravilha de Jena" à sua gente; porém, agora, já não idealizava somente isto: poder-se-ia apresentar o trabalho nas escolas vizinhas, nos centros comerciais de cidades maiores, instalá-lo num descampado nas cidades, como se fora um circo. O sonho desfez-se num repente, ao saber que o custo da aquisição cabia somente no orçamento de municípios com alto grau de arrecadação financeira, razão pela qual somente as grandes cidades eram contempladas.

Inabilitado, o desejo de realizar o seu intento ficou adormecido por quase três lustros. Casado, pai de dois filhos, a conduzir todas as responsabilidades e adversidades que a vida lhe proporcionava, surgiu na sua imaginação, como numa alucinação do inconsciente, a intenção de se adquirir um planetário que houvesse mobilidade. Seria isto realizável? Há projetores de pequeno porte? Onde? Como adquirir? Onde encontrar os recursos necessários? Mas traria aos visitantes o mesmo efeito revolucionário que lhe proporcionara aquela primeira sessão de cúpula trinta e cinco anos antes? Pôs-se, a partir, daquele momento, na persecução daquela nova imaginativa. O devaneio de um circo revelava-se novamente.

Tentar encontrar um projetor que tivesse mobilidade, porém, não foi um caminho fácil de percorrer. Sem as facilidades dos meios de comunicação de hoje, e não havendo a quem perguntar, não sabia por onde começar. Aproximou-se de alguns colaboradores do Centro de Ciências de uma Universidade local, mas em vão - nenhuma informação que o auxiliasse na procura.

Percorreu algumas bibliotecas em busca de catálogos, publicidades, *folders*, livros de astronomia. Sôfrego, folheava as páginas dos livros que encontrava com o único interesse de colecionar nomes de instituições, nomeadamente Planetários e

observatórios, onde pudesse conseguir informações seguras sobre a aquisição de um projetor móvel, se é que o havia.

Dezenas de cartas foram enviadas a diversas instituições brasileiras, outras tantas a instituições estrangeiras reproduzidas em diversas línguas. Sem respostas, desinteressou-se. O sonho haveria de ser abandonado pela quarta vez, ou definitivamente. Já não poderia continuar a iludir-se com a "fantasia" de um adolescente.

Meses depois, naufragado, recebeu uma correspondência de alguém que estava nos EUA. Era a resposta a uma de tantas correspondências enviadas. O remetente informava que havia no Japão uma empresa que produzia pequenos projetores. A carta fora escrita à mão, às pressas, num papel sem pauta e em texto curto. Acompanhava o expediente uma fotocópia da página de uma revista, na língua inglesa, com o endereço, o telefone e outras formas de contacto com a referida empresa.

Entre os países situados em meridianos opostos do planeta, não foi possível buscar a paciência necessária a fim de esperar a resposta de uma correspondência que poderia durar várias semanas. Uma convizinha, filha de imigrantes japoneses, auxiliou-o, através de uma ligação telefónica com a empresa nipónica. Recebia mais adiante, pelo correio tradicional, um catálogo bilingue (inglês e espanhol) a indicar dois projetores de pequeno porte. Ao somar os custos de importação, seguro, frete e alfândega desapontou-se novamente, por verificar que se encontrava sem os recursos necessários para adquirir o instrumento que melhor se adaptaria ao seu intento. Obrigou-se, pois, a optar pelo modelo mais simples, um "classroom planetarium".

Em julho de 1995 chegava ao Brasil o primeiro projetor modelo EX-3 da Goto Optical Co - um projetor com recursos limitados, desenvolvido ainda no sistema *pinhole*. Acompanhavam o produto um conjunto de finas hastes de aço

inoxidável e um material *blackout* de poliéster com a propriedade de impedir a passagem da luz; arranjados, transformavam-se numa cúpula com um metro e meio de raio - assemelhar-se-ia a um grande guarda-chuva, se houvesse o castão e a ponteira.

Planeou e encomendou uma tenda confecionada em chapa metálica, medindo três metros e meio de altura por quatro metros de diâmetro, que se podia armar e desarmar com um certo labor. O ambiente interno ficava integralmente escuro quando uma portinhola de acesso se fechava. Suspenso no interior desta estrutura, a cúpula e, sob esta, o projetor apoiado sobre um pequeno armário. Duas caixas simples de som distribuídas em lados opostos da sala e vinte e quatro cadeiras dispostas em círculo completavam o ambiente. A construção invulgar dava a aparência de um observatório. Naquela altura, não eram comuns os práticos *domos* insufláveis encontrados hoje, mas, se o fossem, provavelmente não iria alterar a opção pela construção rígida em chapa metálica; o desejo era que o ambiente se assemelhasse aos Planetários fixos.

A tenda e todo o engenho não eram o que a sua ambição houvera planeado por toda a vida; mesmo assim, o sonho começava a ser concretizado. Era o primeiro Planetário de iniciativa particular com mobilidade dotado de estrutura rígida, em funcionamento no Brasil.

Acostumado aos controlos administrativos, fruto da sua formação académica inicial, registava as informações que lhe pudessem ser úteis, com o único intuito de melhorar o desempenho das suas tarefas: o número de sessões, o de participantes, a idade, o tipo e o modelo das apresentações, a formação académica dos intervenientes, o currículo, que tipo de freguesia era mais favorecida e diversos outros quesitos – o objetivo era conseguir um perfil completo da sua clientela, que se supunha estar interessada em conhecer um recurso tecnológico que encantava as pessoas e chamava a atenção para as coisas do céu. Não havia rótulo, se ensino ou

divulgação científica; não havia idade nem escolaridade, se adulto ou infantil; se para este ou aquele segmento da sociedade. Havia, porém, um nicho de mercado: entretenimento em instituições de ensino.

Ao trabalhar com o público escolar foi possível perceber que o interesse dos professores estava além da proposta inicial, embora tal não fosse explicitado num primeiro momento. O que os docentes pretendiam, na verdade, era que as sessões complementassem os conteúdos que estavam relacionados com a astronomia. A impressão que se tinha é que os professores desejavam ratificar aos alunos as explicações dadas em sala de aula ou mesmo complementar certas informações de difícil explicação quando não se tem um aparato apropriado.

Foi com este "mercado" que se passaram a elaborar as sessões mais vinculadas aos conteúdos da astronomia, dispersos em disciplinas como ciências, geografia e o ensino de Física. O desafio estava lançado. Como conciliar ensino e aprendizagem num ambiente de entretenimento? Por outras palavras, como produzir e conduzir uma sessão de cúpula em que o foco fossem os conteúdos da escola, sem perder o "encanto" e a "magia" que o espaço proporcionava através das imagens, som e luzes?

A primeira resposta veio dos Planetários fixos. Ao visitá-los encontrou sessões bem próximas daquela que havia visto na pré-adolescência. A diferença é que agora a sessão era "professoral". Um quadro negro, um giz e um professor, em que o giz era um *pointer* e o quadro negro uma tela hemisférica. A sonoplastia e os demais recursos visuais que tanto encantavam os participantes como complemento das belíssimas imagens eram coisas secundárias. Mesmo assim, os professores e alunos estavam satisfeitos, saíam felizes e encantados com o que viam. Se o público se sentia realizado, então este era o caminho a trilhar.

Implantou no Planetário itinerante o mesmo método dos Planetários fixos; todavia, realizar entre oito e dez sessões diariamente não era uma tarefa muito fácil

para apenas uma pessoa. Muitas questões tiveram que ser consideradas, entre elas os parcos recursos de um Planetário de pequeno porte e a exaustiva preparação dos monitores, que afetava diretamente a qualidade das apresentações. Alguém sabiamente sugeriu que se armazenasse numa "fita K7" a narração de uma sessão ao vivo e a reproduzisse em substituição da apresentação do planetarista. Seguindo esta recomendação, ressurgiram na "sessão professoral" os efeitos sonoros que haviam sido negligenciados, o melhor manuseio dos equipamentos auxiliares – ainda não automatizados, naquele Planetário -, a correção do texto. Deste modo, o planetarista dispunha de tempo suficiente para acompanhar a sessão, analisando a reação do público, adaptando-se aos interesses e corrigindo quantas vezes fossem necessárias.

Foi a partir deste momento que as sessões deste Planetário passaram a ter maior projeção nas escolas. A questão administrativa que se buscava para uma melhor qualidade das sessões ficou em segundo plano e entraram em cena as questões pedagógicas. O *marketing "word-of-mouth"* fez deste Planetário o projeto itinerante com o maior tempo de atuação e com o maior número de participantes, até ao momento, no Brasil – próximo a um milhão de participantes[7].

A questão inicial estava formulada. Qual o motivo do sucesso alcançado por este Planetário com mobilidade entre as escolas? Por que este Planetário de dimensão reduzida, sem grandes investimentos a nível estrutural, conquistava o interesse dos alunos e professores, superando muitas vezes as sessões em Planetários fixos, com investimentos altíssimos e com uma equipa eventualmente mais bem preparada?

---

[7] No primeiro *Guia de Centros e Museus de Ciência da América Latina e do Caribe*, lançado em 2015 pela Rede para a Popularização da Ciência e Tecnologia na América Latina e no Caribe (RedPOP) – criada em 1990 a pedido do Programa de Ciência, Tecnologia e Sociedade da UNESCO -, é o único Planetário de iniciativa particular a constar entre 470 instituições catalogadas (ver p. 290). Disponível em http://www.redpop.org/. Acesso em 20 de julho de 2018.

Em 2002, o investigador assumiu a direção de um Planetário fixo de administração pública: o Planetário de Presidente Prudente, cuja cúpula de 12m de diâmetro recebia um projetor ótico-mecânico, modelo ZKP3, adquirido da empresa alemã Carl Zeiss.

A primeira recomendação recebida dos diretores da Secretaria Municipal a que estava subordinado é que fosse implementada a mesma estratégia de trabalho desenvolvida naquele Planetário itinerante[8]. Era a oportunidade que surgia, a fim de comparar a dinâmica utilizada em dois ambientes de um mesmo segmento. O sucesso das sessões foi igualmente confirmado.

A experiência foi refreada pelas novas tecnologias. Em 2008, o Planetário da Universidade Federal de Santa Catarina estava a substituir o projetor ótico-mecânico modelo ZKP1/Zeiss, em funcionamento desde 1971, por um projetor digital modelo 3 SPII/Digistar. Seria o primeiro projetor digital em funcionamento no país; dois anos mais tarde já havia quatro planetários digitais instalados; no início desta investigação, em 2014, a maioria dos Planetários fixos no Brasil projetavam substituir os planetários clássicos pelos digitais. Hoje já não se concebe inaugurar um Planetário com os antigos projetores óticos-mecânicos.

Os novos projetores digitais chegaram para revolucionar: são ricos em apresentações de qualquer natureza, fazem aproximar ainda mais a escola dos Planetários, apresentam conteúdos fascinantes e divertidos, fazem da imersão um jogo de sedução, impressionam pelas imagens e pelos efeitos visuais. Todas estas valências são importantes como elementos motivadores para promover o encantamento, despertar a curiosidade, chamar a atenção do público para as ciências.

---

[8] A denominação do Planetário de Presidente Prudente foi uma homenagem prestada pelo então Prefeito Municipal ao amigo e juiz de direito que o aconselhou a instalar o Planetário na cidade. Anos mais tarde descobriu-se que a inspiração para sugerir a construção do Planetário Municipal surgiu a partir de uma visita do juiz ao Planetário itinerante.

A escola, frequentemente desprovida de instrumentação para experiências, faz com que os professores mais comprometidos com a educação visitem, juntamente com os seus alunos, os Planetários, com o objetivo de enriquecer os conteúdos dados em sala de aula, mas por um paradoxo rendem-se ao espetáculo e dão-se por satisfeitos. A Ciência aprende-se com problemas experimentais, e uma boa parceria entre Planetário e escola é uma das estratégias mais valiosas para o ensino das ciências. Por vezes, esta visita "contextualizada" será a única oportunidade que aquele jovem terá na vida. Para atestarmos esta ocorrência, basta perguntar a um adulto se já visitou um Planetário. Se responder que sim, certifiquemo-nos da época. A resposta será clássica: "Fui uma vez quando jovem estudante". É uma perda grande demais e, como dizia um poeta, "nenhuma perda supera a omissão". Neste sentido, é preciso responder à seguinte indagação: "quantas vezes é necessário ficar encantado antes de começar a aprender?".

O problema desta investigação – **direcionada especificamente às sessões para grupos de estudantes em detrimento de quaisquer outros** - revela-se em várias envergaduras: a) encantar; b) revolucionar o sujeito; c) despertar para as questões científicas; d) provocar sonhos; mas, sobretudo, e) contribuir para a aprendizagem da educação formal, não deixando que o arrebatamento e o fascínio provocados pelas primeiras se sobreponham à última.

## Objetivos do estudo

Como o título deste trabalho revela - "*Desenvolvimento de uma sessão de cúpula em planetários digitais e análise da sua aplicabilidade como recurso auxiliar no ensino da astronomia*" -, o objetivo é testar um novo formato de sessão de cúpula em Planetários digitais a jovens estudantes e analisar, através de uma pesquisa quali-quantitativa quase-experimental, se o novo formato corresponde aos interesses

deste determinado grupo. Recorreu-se às dimensões operacionais praticadas em Planetários para reafirmar com um maior realce a sua dimensão prática.

Os dados numéricos ajudaram a quantificar as aprendizagens, e os dados qualitativos colhidos através de opiniões e observações reforçaram diversos outros objetivos específicos, como a relação Planetário-escola, o uso de recursos gráficos para efeito didático, a otimização dos recursos sonoros, a concentração do público, o melhor uso dos termos conceituais, entre outros.

## Importância e delimitação do estudo

Para a Association des Planetariums de Langue Francaise (APLF), 65% dos visitantes dos Planetários são jovens estudantes[9]. No Brasil, esta percentagem é de 76%, segundo Oliveira (2010) e, nalguns cenários como o Planetário do Observatório Geofísico e Astronómico da Universidade de Coimbra, onde esta investigação foi realizada, pode chegar a 90% do total de visitantes.

De facto, os professores da disciplina de Físico-Química em Portugal, na qual está inserido o maior número de conteúdos relacionados com a astronomia no ensino básico, além de áreas associadas como a geografia e ciências naturais, veem nestes espaços a possibilidade de explorar o tema, seja despertando nos alunos um maior interesse pelas ciências, seja para complementar os conteúdos apresentados em sala de aula.

Portanto, este estudo reveste-se de importância por abrir espaço para novas investigações, acalorar as discussões entre os profissionais da área, seja entre os profissionais dos Planetários ou das escolas que deles se servem, e contribuir para que o tema seja inserido nas tomadas de decisões.

Poder-se-ia utilizar este estudo para analisar diversas áreas científicas nos Planetários pois, como já foi comentado anteriormente, a partir da utilização dos

[9] Disponível em http://www.aplf-planetariums.info. Acesso em 30 de julho de 2018.

projetores digitais ampliaram-se as potencialidades destes ambientes. Todavia, dada a necessidade de delimitar a investigação, foi apenas tomada em consideração a ciência astronómica, por ser inviável trabalhar todas as temáticas.

### Plano geral da dissertação

Este trabalho de Tese foi dividido em duas partes. A primeira parte abrange, quatro tópicos. Discute-se, no primeiro tópico, o desenvolvimento da educação e do ensino das ciências, no âmbito dos organismos supranacionais. Não se discute qual o viés ideológico destas agências internacionais, pois não é este o propósito desta Tese; no entanto, é certo que o desenvolvimento da educação e, no caso específico, o ensino das ciências, somente começou a ser articulado com mais ênfase quando a crise da educação foi vinculada à economia, logo após a segunda grande guerra. Encerra-se este primeiro tópico com alguns dados sobre o ensino das ciências em Portugal e no contexto europeu.

O segundo capítulo contextualiza os Planetários enquanto espaços não-formais de educação, à semelhança, por exemplo, de museus, zoológicos, jardins botânicos ou centros de ciências - são ambientes onde a educação entra na vida das pessoas de forma espontânea, informal e descontraída. De uma forma indireta, pode-se relacionar este capítulo com as discussões apresentadas no primeiro título, pois parece certo que a crise da educação fez dos espaços não-formais de educação colaboradores destes afazeres.

O terceiro capítulo foi dedicado ao historial dos Planetários. O esforço de se produzir um mecanismo que pudesse representar a "esfera celeste" teve origem há mais de 2000 anos, mas somente no início do século XX, com o aperfeiçoamento da ótica e da mecânica de precisão, é que surgiu um equipamento ótico-mecânico que conseguiu reproduzir com fidelidade a esfera celeste. Até este período, os Planetários trabalhavam especificamente com temas relacionados com a Astronomia. A partir

da década de 80 surgiu o "planetário digital", uma nova modalidade de projeção que utiliza um projetor digital adaptado com lente grande angular para projeção de imagens em tela hemisférica. Com os novos recursos, os Planetários ganharam uma abrangência expressiva, trabalhando com temas de qualquer área do conhecimento humano. Para além disto, o baixo custo dos equipamentos e o desenvolvimento de *software* para produção de imagens em computação gráfica despertou o interesse dos dirigentes destes ambientes.

Apesar das mudanças tecnológicas, a antiga denominação permanece, embora algumas novas e tímidas designações comecem a surgir, como "Planetário digital", "Teatro *Fulldome*", "Cinema imersivo", dentre outras, dependendo do local, das finalidades e dos recursos. O público leigo, principalmente os professores, ainda não incorporou estas mudanças, apesar do aumento do número de Planetários instalados em todas as partes do mundo, em parte por culpa dos próprios Planetários que continuam a oferecer - com raras exceções - temas relacionados com astronomia.

O quarto capítulo é reservado ao ambiente da investigação, objetivos e metodologia. Por ser um ambiente singular e desconhecido para a maioria das pessoas, achou-se interessante revelar os bastidores dos Planetários: arquiteturas, quem se propõe operá-los, de que forma são administrados, que tipo de sessões são desenvolvidas, os tipos de equipamentos, a relação com o público, dentre outras questões. A revisão da literatura, o recorte da investigação e todo o planeamento do trabalho finaliza este título.

A recolha dos dados e a estatística descritiva e inferencial é apresentada na segunda parte. Reservaram-se os dados primários do pré-teste e pós-teste para o capítulo cinco e os dados globais e por procedimentos para o sexto capítulo, tal como as apresentações do ganho normalizado e absoluto.

# PARTE I

# ENQUADRAMENTO TEÓRICO E CONCETUAL

# 1 O ENSINO DAS CIÊNCIAS COMO PROGRAMA DE AÇÃO GLOBAL

Atualmente discute-se, no âmbito dos organismos supranacionais, uma "nova educação", através de um "Programa de Ação Global" - uma educação que exige diferentes estilos de vida no pensar e no agir para um desenvolvimento sustentável da humanidade, promovendo uma "educação ao longo da vida e para todos (EPT)" (UNESCO, 1998).

As ciências, e mais especificamente a literacia científica, ocupam um espaço significativo neste "Programa de Ação Global". Os espaços não-formais de educação, nomeadamente aqueles que estão mais relacionados com as ciências, contribuem para este "Programa", seja de forma autónoma seja auxiliando a escola, a quem a sociedade imputa a educação científica como dever de ofício.

O objetivo deste capítulo - dividido em quatro partes - é servir como norte para perceber a importância das ciências (educação, alfabetização ou literacia científica) no contexto mundial, atualmente. 1) A primeira parte trata da origem da educação para todos e da educação ao longo da vida. Embora tendo adquirido maior ênfase a partir dos trabalhos desenvolvidos pelos organismos supranacionais após a segunda guerra mundial, estas agências apenas ratificaram o que já se discutia no século XIX; 2) As ciências não somente trouxeram progresso a todos os setores sociais, contribuindo para a melhor adaptação do homem e para o seu domínio do planeta, como comportaram aspetos negativos de dominação e destruição. A experiência norte-americana com a segunda grande guerra conduziu este país a diversas reformas do ensino - perante tal, prevaleceu a premissa de que as competências em literacia científica são fundamentais para uma participação cívica e devem ser compreendidas desde os primeiros anos de escolaridade, aproveitando a curiosidade dos jovens para favorecer o "pensar cientificamente"; 3)

A alfabetização científica não é uma disciplina apartada da educação, enquanto processo contínuo de formação e de ensino-aprendizagem. Compreende-se melhor este processo percorrendo as ações discutidas e implementadas pelas agências internacionais; 4) Termina este capítulo com um panorama do ensino das ciências em Portugal no contexto europeu.

## 1.1 Origem da educação para todos e a educação ao longo da vida

A educação para todos e ao longo da vida, proclamada atualmente no âmbito da educação mundial, a partir das orientações da UNESCO, não é, como se poderia imaginar num primeiro momento e já foi mencionado, uma ideia contemporânea.

O Renascimento ficou assinalado como um dos períodos mais efervescentes da história mundial. Sem o poder definir num intervalo de tempo preciso, pode-se limitar a sua duração entre as grandes navegações e a invenção da imprensa, ou seja, do século XV à afirmação da ciência experimental no final do século XVII.

Juan Luís Vives (1492-1540), pedagogo espanhol, foi um defensor do método indutivo para a compreensão dos factos científicos na Renascença; reconhecia as vantagens da observação rigorosa e da recolha de experiências, mais tarde estabelecidas por Francis Bacon (1561-1626). Vives foi um dos primeiros a chamar a atenção dos cientistas para a responsabilidade "social" da ciência, estimulando-os a não a cultivarem como fim em si mesma, mas a "ir às oficinas e locais de trabalho e deixar-se instruir pelos trabalhadores" e, dessa forma, pesquisar "o que é necessário saber **[ensinar]** para a vida em comum", grifo nosso (GADOTTI, 2003, p. 66).

Como consequência direta do movimento reformista cristão no século XVI, as escolas nos países protestantes passaram para o controlo do Estado: uma escola pública, mas religiosa, todavia ainda não gratuita, longe de ser leiga, universal e obrigatória (GADOTTI, op. cit.).

Entre o início do século XVI e o final do século XVII, o homem concentra os seus esforços no domínio da natureza, adquirindo soberania em diversas áreas do conhecimento humano (astronomia, matemática, ciências físicas, química, geografia, medicina, biologia). Nas escolas, a pedagogia humanista foi dando lugar à pedagogia mais realista (racional). Um método pedagógico para ensinar com rapidez, economia de tempo e sem fadiga foi proposto por João Amos Comenius (1592-1670), na sua *Didactica Magna*: a escola deveria preocupar-se com os "conhecimentos das coisas". Por seu turno, John Locke (1632-1704) defendia que talvez se devesse "ensinar mecânica e cálculo" (GADOTTI, 2003, p. 78). Estas e outras diligências do período renascentista fizeram com que a ciência passasse a ter uma forte influência sobre as questões sociais, ainda que de uma forma mais evidente a partir do início do século XIX, como se pode inferir pelo trabalho de Tese de Leonardo (2011), como veremos a seguir.

Com o efervescente interesse pelo domínio da natureza, surgiram academias informais de ciências por toda a Europa. A academia da casa dos Médici, em Florença, já havia sido criada no século XV. Na Itália, conhecida como o centro da "nova ciência", surgiu em 1603 a Accademia dei Lincei e, em 1657, a Accademia Del Cimento. A criação da Royal Society em Londres, na Inglaterra, data de 1662; a Académie des Sciences, em Paris, de 1666 e, dentre todas, esta já tinha um vínculo governamental. Em Berlim surgiu a Akademie der Wissenschaften, criada em 1700, e, em Portugal, a primeira academia dedicada ao estudo científico foi a Academia Real das Ciências de Lisboa, criada em 1779, no reinado de D. Maria I (LEONARDO, 2011).

Não restam dúvidas de que estas academias informais vão influenciar as iniciativas dos governos no âmbito da educação. Em 1836, no reinado de D. Maria II, no território português, segundo Leonardo (2011), foi proposta, embora não efetivada, a criação de 21 Liceus Nacionais que deveriam reservar um "jardim

experimental" com laboratórios químicos e estudos de física e mecânica, zoologia e mineralogia.

É indispensável dizer que estas Academias não surgiram repentinamente. Não se pode esquecer que eclodira antes o período da chamada "Revolução Científica" (séculos XVI e XVII), que iria influenciar as ciências por todo o mundo, pelo que no final do século XVIII, em Portugal, surgiriam O Laboratório Químico, o Gabinete de Física Experimental, o Museu de História Natural, o Jardim Botânico e o Observatório Astronómico, criados no âmbito das reformas dos estudos de ciências implantadas entre 1750 e 1777 pelo Marquês de Pombal (MARTINS & FIOLHAIS, 2006).

Alfred North Whitehead (1861-1947) advogava que o progresso da educação dependia da ciência e o filósofo britânico Herbert Spencer (1820-1903) - incentivador do princípio da formação científica na educação, seguindo as pegadas de Auguste Comte (1798-1857) - passou boa parte da sua vida a defender a utilidade do Ensino das Ciências (GADOTTI, 2003). Acreditava que esta disciplina poderia fornecer aos jovens um conhecimento sobre o funcionamento da natureza a fim de que pudessem ajustar-se às exigências do mundo (grifo nosso):

> Assim para a questão que formulamos – quais são os conhecimentos de maior valor? – há uma resposta uniforme – a Ciência. É o *veredictum* para todas as interrogações. Para a direta conservação própria, para a conservação da vida e da saúde, o conhecimento mais importante é a Ciência. Para a indireta conservação própria, o que se chama ganhar a vida, o conhecimento de maior valor é a Ciência. Para o justo desempenho das funções de família o guia mais próprio só se encontra na Ciência. Para a interpretação da vida nacional, no passado e no presente, sem a qual o cidadão não pode justamente regularizar o seu procedimento, a chave indispensável é a Ciência. Para a produção mais perfeita e para os gozos da arte em todas as suas formas, a preparação imprescindível é ainda a Ciência, e para os fins da disciplina intelectual, moral e religiosa, o estudo mais eficaz é, ainda uma vez, a Ciência. (Spencer, *apud* GADOTTI, 2003, p. 115).

Na história escolar da França, no final da década de 1880, no ideário de uma laicidade dos ensinos[10], segundo o historiador e epistemólogo francês Pierre Kahn (KAHN, 2014), podem destacar-se pelo menos três registos: a instrução obrigatória para os dois sexos dos 6 aos 13 anos[11], a gratuidade total da escola primária e a integração das Ciências Físicas e Naturais no currículo primário. Segundo Kahn (op. cit.), "as reformas iniciadas não foram somente estruturais […]. Elas diziam respeito também ao currículo e quiseram propor uma renovação, tanto da cultura escolar, quanto da pedagogia" (p. 186).

Pela Lei Falloux, de 1850, ainda em França, criou-se a modalidade de disciplinas obrigatórias e facultativas[12]. No primeiro grupo, a educação moral e instrução religiosa, leitura, elementos da língua francesa e do cálculo; desenho, ciências, trabalhos manuais, música ou ainda ginástica passaram a ser facultativas. Este procedimento tornava possível, ao governo, excluir então o ensino das ciências; no entanto, a cada reforma, insistentemente, voltava-se a discutir a sua utilidade, como de facto ocorreria em 1882:

> Essas matérias não tinham um programa - portanto, não havia manuais - tão pouco lugar previsto no calendário e os professores não eram formados para ensiná-las, o diploma simples para professor compreendia somente as matérias obrigatórias. Compreende-se, então, que qualificar estes ensinos de facultativos era, realmente, designá-los como supérfluos e colocá-los às margens da instrução pública (KAHN, op.cit. p. 186).

---

[10] Leia-se "Projeto Condorcet". Proposta expressa em 1792, pela Comissão de Educação da Assembleia Legislativa Francesa, apresentada pelo Marquês de Condorcet (1743-1794) para uma escolarização gratuita, laica e universal como meio para eliminar a desigualdade social, no bojo da Assembleia constituinte de 1789 (GADOTTI, 2003).

[11] Segundo Gadotti (2003), a instrução obrigatória deve-se ao governo da Prússia em 1717.

[12] Este procedimento de se criarem disciplinas obrigatórias e facultativas também viria a acontecer em 1844 em Portugal, numa reforma da educação levada a cabo pelo governo de Costa Cabral, segundo Leonardo (2011).

Em 1854, o ministro de instrução Pública de Louis-Napoléon Bonaparte, Hippolyte Fortoul, manifestava-se do seguinte modo acerca das disciplinas facultativas:

> O objetivo do ensino primário é proporcionar a todas as crianças os primeiros instrumentos indispensáveis ao desenvolvimento da sua inteligência. [...] Estaríamos nos expondo ao debilitar, enfraquecer mesmo a instrução primária se, como fizemos seguidamente, condenássemos à discussão de sutilezas gramaticais crianças que mal sabem ler e escrever, se obrigássemos a assistir às aulas de física e de história natural quando elas nem mesmo conhecem as bases de aritmética (KAHN, op. cit. p. 187).

Esta situação particular da França é apenas um exemplo de que a alfabetização científica começava lentamente a ser introduzida nos currículos das escolas e, mais do que isso, reafirmava a sua preocupação social, o que se pode inferir nos conflitos conceituais existentes. Tome-se como exemplo a revolução pedagógica nacional francesa do final do século XVIII. Kahn (op. cit.) expressa-se em nota de rodapé sobre a citação anterior de Hippolyte Fortoul:

> Este minimalismo escolar resulta diretamente do medo provocado junto às classes dirigentes pela insurreição dos trabalhadores em junho de 1848. A escola primária e os professores foram julgados responsáveis. [...] uma instrução demasiadamente abrangente riscaria de levar à ilusão uma ambição social desmedida (p. 187).

Se antes a escola tinha interesse em alfabetizar as pessoas preparando-as para as atividades laborais (mesmo estandardizada e disciplinadora), a introdução das ciências no currículo escolar vai deslocar a formação puramente individual do homem para o social, o político e o ideológico. Neste raciocínio, apesar de certas características particulares de cada nação, fica demonstrado que de facto a educação não é neutra e interage com o tecido social.

Para melhor compreender este ideário social na nossa atual sociedade, no qual o ensino das ciências se inclui, é preciso um reexame das ações relativas à educação implementadas pelas agências supranacionais. Antes, porém, nesta mesma contextura, ocorriam, previamente às ações dos organismos supranacionais, as

políticas públicas norte-americanas no pós-guerra, interna e externamente, que fomentaram quase todas as diretrizes educacionais da UNESCO e, a partir daí, um pouco por todo o mundo.

## 1.2 A experiência norte-americana e as reformas no ensino das ciências

As reformas bem-sucedidas no ensino das ciências nos Estados Unidos da América, no pós-guerra, servirão de modelo às políticas públicas implementadas pelas agências supranacionais um pouco por todo o mundo, não somente em relação ao ensino das ciências como em relação à educação de um modo geral.

Em meados do século passado, concomitantemente com o conceito de educação não-formal, após a demonstração por P. H. Coombs da forte ligação entre a educação e o crescimento económico (COOMBS, 1968)[13], o ensino das ciências ganhou uma efetiva preocupação social em todo o mundo.

É conhecida a carta que o Presidente Franklin Roosevelt (1882-1945) escreveu ao Escritório de Pesquisa e Desenvolvimento Científico dos EUA em 1944, na época dirigido por Vannevar Bush[14]. Muitos investigadores da história da ciência (SAVIANI, 2008; ARAPIRACA, 1982) atribuem a esta carta o início da preocupação com o conhecimento científico nos Estados Unidos, expandindo-se a quase todos os países que com ele mantiveram acordos bilaterais de apoio à educação.

Na referida carta, Roosevelt enaltecia os contributos dados por Bush ao governo americano, durante a segunda grande guerra, e solicitava recomendações

[13] Retornar-se-á às contribuições deste autor sobre a "crise da educação" no capítulo 3 desta Tese, que versa sobre a educação não-formal.

[14] Vannevar Bush foi diretor do Departamento de Pesquisa e Desenvolvimento Científico dos Estados Unidos da América, durante a Segunda Guerra Mundial, chefe do Projeto Manhattan, por um certo período, e criador e primeiro diretor da Fundação Nacional de Ciências daquele país, em 1950 (WIESNER, 1979). A carta do presidente, a carta de transmissão, assim como o relatório completo, estão disponíveis na página Web da National Science Foundation. Disponível em https://www.nsf.gov/about/history/vbush1945.htm. Acesso em 02 de junho de 2018.

sobre quatro questões fundamentais que o preocupavam: 1) O que pode ser feito para o progresso e o bem estar da sociedade, utilizando o mesmo esforço que foi dispensado à produção do conhecimento em tempos de guerra?; 2)O que pode ser feito para organizar um programa de medicina e ciências afins a bem da sociedade?; 3) O que pode o governo fazer agora e no futuro para ajudar as atividades de investigação desenvolvidas por organizações públicas e privadas?; 4) É possível um programa eficaz para desenvolver talentos na juventude americana, no sentido de assegurar o futuro da investigação científica?

O extenso relatório produzido por Bush está dividido em seis capítulos. Ressalta repetidamente, em toda a sua extensão, a importância da educação científica para o progresso de uma nação. Era o final da segunda grande guerra e os EUA mostravam ao mundo a sua hegemonia no campo das ciências. O documento ficou conhecido como uma espécie de "ponto de partida" a ser desenvolvido na maioria dos países, já que os EUA eram vistos como uma nação na vanguarda do conhecimento científico.

Em meados de 1947 discursava, a convite na Universidade de Harvad, o Secretário de Estado dos Estados Unidos da América, George C. Marshall[15]. Relatou a sua preocupação com a situação dramática da Europa pós-guerra, totalmente destruída. Defendia um plano de recuperação que pudesse resgatar o continente, devastado pelo conflito, a fim de que a dignidade humana fosse restabelecida, uma vez que a fome e a pobreza poderiam ser um processo doloroso, não somente para

[15] George Catlett Marshall Jr. (1880-1959) foi um general dos Estados Unidos, combatente da Primeira e da Segunda Guerras Mundiais. Após as duas missões de guerra, e reconhecido como excelente estratega, foi convidado a ocupar vários cargos de Estado, representando o seu país em diversas missões de conflitos pelo mundo. Afligido pela situação em que a Europa se encontrou logo após o segundo grande conflito, trabalhou para contribuir para a restauração deste continente. A sua ação culminou com o Plano Marshall, que lhe valeu o Prémio Nobel da Paz em 1953. Disponível em https://www.nobelprize.org/prizes/peace/1953/summary/. Acesso em 21 de março de 2018.

a população europeia como para a mundial, podendo trazer graves consequências ao nível do desenvolvimento dos povos (ROLLO, 1994).

Foi a partir do discurso de George Marshall que surgiu o Programa de Recuperação Europeia - PRE -, hoje conhecido como "Plano Marshall". Para executar este Plano criou-se, em 1948, a Organização Europeia de Cooperação Económica (OECE) que, por sua vez, deu origem, em 1961, à *Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Económico* (OCDE). Inicialmente participaram dezoito países, entre os quais Portugal, sendo que hoje trinta e cinco países têm assento garantido na Assembleia e outros tantos participam como convidados, representando 80% do comércio mundial[16].

Desde a sua fundação, diversos programas foram criados e implementados, não somente na Europa como em todo o mundo, visando o compartilhamento e a cooperação, distribuindo experiências e medindo o desenvolvimento em todas as áreas, principalmente a económica, a social e a ambiental, a fim de servirem de orientação aos planos governamentais.

Em 1950, também sob a responsabilidade de Bush, criou-se a National Science Foundation (NSF)[17], que iria coordenar a maioria dos investimentos em pesquisas naquele país. Em 1956, um grupo de professores de Física, no âmbito do Massachusetts Institute of Technology (MIT), propôs à NSF a criação de um Comité de estudos que ficou conhecido como PSSC - Physical Science Study Committee (DODGE, 2006); o objetivo, entre outros, era repensar o Ensino de Física que, segundo estes professores, não estava a atrair o interesse dos estudantes.

[16] Disponível em http://www.oecd.org/about/history/. Acesso em 01 de julho de 2018.

[17] A NSF - *National Science Foundation* - é uma agência federal independente. Recebe 24% de toda a pesquisa básica apoiada pelo governo federal americano. Em muitas áreas, como matemática, ciência da computação e ciências sociais, a NSF é a principal fonte de apoio federal. Disponível em https://www.nsf.gov. Acesso em 02 de junho de 2018.

Neste mesmo contexto, outras áreas de estudos (biologia, química, matemática, astronáutica) foram chamadas a integrar-se, surgindo diversos comités de estudos (como, por exemplo, o Biological Science Curriculum Study – BSCS[18] - e o Science Mathematics Study Group – SMSG), além da apresentação de projetos pedagógicos que marcaram profundamente a educação, a exemplo da Chemical Education Material Study (CHEM Study) e do Chemical Bond Approach (CBA). Surge igualmente, nesta mesma altura, a NASA (National Aeronautics and Space Administration), empresa estratégica da política americana.

Seriam apenas grupos de estudos, se não fosse o impacto do lançamento do primeiro satélite artificial do programa Sputnik, pelos russos. Este acontecimento histórico só fez enaltecer e reafirmar os objetivos dos programas desenvolvidos pelos americanos, principalmente ao nível dos interesses do PSSC.

Em linhas gerais, o que se discutia nos EUA, após o lançamento do programa soviético, é que o país estava a perder a corrida científica para os russos, o que levou a que o governo americano não só reforçasse o apoio aos programas como aumentasse as verbas destinadas ao desenvolvimento das ciências.

Em 1969, o mundo assistia à primeira alunagem tripulada, pelos norte-americanos, assinalando que os investimentos em ciências estavam no caminho correto. Na década seguinte, apesar da liderança quanto aos investimentos nas investigações em ciências, os americanos começaram a perder terreno noutros campos. Na indústria automobilística, em plena crise de capitais que assolava o mundo, o modelo japonês de produção, que ficou conhecido como *toyotismo,* deixou a produção *fordista* e *taylorista*, de origem norte-americana, para trás; simultaneamente, o mundo conhecia a eficiência das fábricas sul-coreanas e a qualidade da produção de máquinas e ferramentas da Alemanha[19].

---

[18] BSCS Science Learning é a nova denominação que esta organização adota a partir de 2018.

[19] Os termos *toyotismo, fordismo e taylorismo* referem-se a sistemas de organização voltados para a produção em massa de mercadorias.

Toda esta conjuntura levou, em 1983, o Departamento de Educação dos Estados Unidos a divulgar uma avaliação com um título dramático: *A Nation at Risk: The Imperative for Educational Reform (GARDNER and others (s/n), 1983), com um* conteúdo não menos dramático, e cujo primeiro parágrafo se iniciava deste modo - *"Our Nation is at risk"* (op.cit., p. 5) e, mais adiante, "*History is not kind to idlers*" (op.cit., p. 6). Representava um alerta, sob a forma de carta aberta, ao povo americano.

A avaliação apontava alguns indícios que atingiam não somente os setores da economia, mas também da educação: a fraca prestação dos alunos em testes de desempenho internacional, o analfabetismo que atingia quase 20% da população, o analfabetismo funcional em torno de 13% entre os jovens de 17 anos, entre outros aspetos. Recomendava às escolas uma ampla revisão no conteúdo, padrões e expectativas do desempenho académico, maior tempo de permanência dos estudantes na escola, melhor preparação dos professores, entre outras iniciativas, prevendo reverter a situação e colher resultados nas crianças do século XXI.

Esta conjetura levou ao surgimento do "Projeto 2061", da AAAS - American Association For the Advancement of Science (AAAS, 1985) que, na sua essência, dentre outras recomendações, propunha rever novamente o Ensino das Ciências.

Após 4 anos de discussão, no âmbito da AAAS, os técnicos chegaram à conclusão de que era preciso um esforço de toda a sociedade e não somente de profissionais das ciências, publicando o relatório *Science for All Americans*; os seus intentos visavam agora não somente estudos mais contextualizados de ciências para os estudantes, mas para toda a sociedade, e ainda o incentivo à popularização das ciências.

O que parecia ser uma iniciativa isolada dos norte-americanos passou a ser uma estratégia política, cultural e hegemónica do mundo contemporâneo, uma nova

ordem socioeconómica mundial do pós-guerra que passou a ter efeito nos organismos supranacionais.

### 1.3 A nova educação a partir dos organismos supranacionais

Foram anteriormente referidas, no início deste texto, as alegações de Spencer (1820-1903) quanto à utilidade do ensino das ciências aos jovens. Adepto das teorias naturalistas de Charles Darwin, Spencer ficou conhecido como o "naturalista social". [20] Influenciado pelas ideias de economistas como Adam Smith, que defendia a lei da oferta e da procura, entendia que o Estado não deveria interferir na educação, pois a sociedade adaptava-se ao meio social (ROCHA, 2000).

Na primeira década do século XXI, Marcelo Gleiser, atualmente professor de Física e Astronomia do Dartmounth College, alerta que "Se um governo tem como missão preparar os cidadãos para o futuro, necessita ensinar ciência"[21].

Entre Spencer e Gleiser há um espaço temporal de um século e meio: o primeiro vivendo o período da segunda revolução industrial, o último inserido numa sociedade de informação, imersa em ciência e tecnologia ou a "quarta revolução industrial", para tomar de empréstimo o termo de Schwab (2016).

Enquanto na segunda metade do século XIX Spencer recomendava afastar a influência do Estado da educação, atualmente está implícito nas palavras de Gleiser que cabe ao Estado assegurar o ensino das ciências como um bem fundamental para a sobrevivência da sociedade. Não é difícil tecer críticas à defesa de Spencer, olhando pelo retrovisor à distância de quase um século e meio, quando naquela altura não estava consolidada a ideia de que os Estados deveriam prover os benefícios sociais

[20] Spencer defendia a utilidade das ciências sem a interferência do estado. O Estado não deveria interferir na educação, pois a sociedade adaptava-se ao meio social. Não custa lembrar que o Marquês de Condorcet (1743-1794) já defendia esta proposta no período da Revolução Francesa (1789/1799), segundo Gadotti (2003).

[21] Disponível em: https://goo.gl/jGezWS. Acesso em 03 de junho de 2017.

aos cidadãos, como foi visto no primeiro tópico deste capítulo, tomando a educação como exemplo.

O que a história nos mostra hoje é que não somente o Estado assumiu o controlo da educação como esta é orquestrada por organismos supranacionais.

As agências supranacionais surgiram após a segunda grande guerra. As duas primeiras agências, em ordem cronológica de fundação, foram o Banco Mundial – BM - e o Fundo Monetário Internacional – FMI. Segundo Haddad (2008), enquanto o BM era responsável pela reconstrução dos países membros, o FMI supervisionava o sistema monetário, assegurando a estabilidade económica.

O BM e o FMI investiram no setor produtivo, nas infraestruturas e na reconstrução dos países (inicialmente na Europa e logo depois por todos os países do terceiro mundo, forçando-os a assegurar políticas sociais que pudessem garantir o retorno dos investimentos). Com estas medidas surgia um reordenamento político global que "trouxe consigo mudanças no tecido social, dentre elas a educação, que passou a ter papel fundamental na construção do novo ideário social" (BENDRATH & GOMES, 2011, p. 93).

A Organização das Nações Unidas (ONU) e a Organização das Nações Unidas para a Educação, Ciência e Cultura (UNESCO) surgem somente após a fundação das duas agências financeiras citadas anteriormente:

> A missão da UNESCO consiste em contribuir para a construção de uma cultura da paz, para a erradicação da pobreza, para o desenvolvimento sustentável e para o diálogo intercultural, por meio da educação, das ciências, da cultura e da comunicação e informação (UNESCO, 2010).

Dentro deste contexto não se pode olvidar que estas agências precisavam legitimar o novo ordenamento mundial e, inspirada em cartas como a *Declaração da Independência Americana*, de 1776, e a *Declaração de Direitos do Homem e do Cidadão*, de 1789, surge, sob orientações da ONU, a *Declaração Universal dos Direitos Humanos*, em 1948, cujo artigo 26 é dedicado à educação.

As diretrizes da UNESCO são relativas à educação, ciência e cultura, como a própria denominação aponta. As suas orientações estão centradas nos trabalhos da ONU provenientes de tratados multilaterais que resultam em declarações, convenções coletivas, ações, fóruns, entre outras iniciativas, estabelecendo as diretrizes com metas específicas, princípios normativos, financiamentos e relatórios comparativos entre países membros. Em torno destas agências há uma verdadeira rede de organizações contribuindo com pareceres técnicos em cada um dos segmentos.

Com a criação da UNESCO surgem novos pilares que se vão refletir no ensino das ciências, como se verá mais adiante. O advento de uma nova educação é o pressuposto orientador da política dos Estados Membros. O mote é a "cultura de paz", repetidamente encontrado nos documentos da organização: somente se alcança a cultura de paz através da educação - "Uma vez que as guerras se iniciam nas mentes dos homens, é nas mentes dos homens que devem ser construídas as defesas da paz" (UNESCO, 2002, p.7).

A UNESCO percebe a dimensão internacional do alerta dado por Coombs e, mais tarde, cria a Comissão Internacional para o Desenvolvimento da Educação, coordenada por Edgar Faure, no sentido de obter um panorama mundial desta crise. O Relatório Faure, publicado em 1972, tornou-se um marco na história do pensamento educacional da organização. Naquela altura, a narrativa chamava a atenção, entre outras, para as tecnologias e a educação ao longo da vida (*lifelong education*), pois o homem necessita "aprender constantemente para sobreviver e evoluir" (WERTHEIN & CUNHA, 2000, p.15).

A nova recomendação, que passou a ser um novo fundamento da educação a partir de então, é centrar a aprendizagem no sujeito:

> Cabe ao ensino adaptar-se aos alunos e não o aluno sujeitar-se às regras pré-estabelecidas. Os alunos, jovens e adultos, devem poder exercer responsabilidades como sujeitos não só da sua própria educação, mas de toda atividade educativa, no seu conjunto (WERTHEIN & CUNHA, op. cit., p.17)

Para além disto, a educação não deverá ficar restrita apenas à escola. Deve, antes, como defende a Comissão, "Prolongar a educação por todas as idades mediante a ampliação e diversificação da oferta, aproveitando todos os tipos de instituições existentes, educacionais ou não" (WERTHEIN & CUNHA, op. cit., p.16).

A partir do Relatório de Faure (*Learning to be)* ou *Relatório – aprender a ser*, como ficou conhecido na língua portuguesa, iniciativas de âmbito mundial coordenadas pelas agências supranacionais começaram a ser tomadas, ora atingindo a educação de forma direta ora indiretamente. Como exemplo desta última pode-se atentar na *Declaração da Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente Humano*, de 1972 (ONU, 1972). O objetivo era definir ações que pudessem suprir as necessidades humanas, sem comprometer o futuro das próximas gerações. Parece apropriado defender que esta *Declaração* emprestará o termo "sustentabilidade" aos principais documentos da UNESCO a partir deste momento, a exemplo dos *Objetivos de Desenvolvimento Sustentável* (ODS), inclusive na educação (ODS4), como se verá mais adiante.

Após proclamar que "o homem é ao mesmo tempo obra e construtor do meio ambiente que o cerca", a *Declaração de Estocolmo* estabeleceu 26 princípios impossíveis de serem executados sem adotar uma mudança de mentalidade e atitudes na sociedade, considerando a educação como chave desta mudança.

Apesar dos esforços em promover a educação em todas as partes do mundo, havia, segundo a UNICEF, antes de encerrar a última década do século passado, mais de 100 milhões de crianças sem acesso ao ensino primário, outras mais de 100 milhões sem conseguir concluir o ciclo básico, 960 milhões de adultos analfabetos e, aproximadamente, dois mil milhões de adultos num universo de 5.2 mil milhões de pessoas (população estimada em 1990) sem acesso às diversas habilidades tecnológicas. Estes dados foram alguns dos argumentos apresentados na

Conferência de Jomtien, patrocinada pela UNESCO, que resultou na *Declaração Mundial sobre Educação para Todos* (EPT) (UNESCO, 1998).

A Declaração EPT reitera os compromissos firmados no Relatório de Faure, principalmente quanto ao enfoque abrangente "capaz de ir além dos níveis atuais de recursos, das estruturas institucionais, dos currículos e dos sistemas convencionais de ensino" (UNESCO, 1998, art.º 2.º). Para além disto, mais do que reiterar os compromissos, estabeleceu um calendário indicativo de implementação, uma demonstração do uso de recursos administrativos dado o caráter de urgência nas ações.

Segundo Werthein & Cunha (2000), a derrocada dos países socialistas e a queda do muro de Berlim, em 1989, deu novo impulso à globalização económica, "promovendo e provocando mudanças estruturais substantivas em todo a paisagem da sociedade mundial" (p. 16).

A *Declaração Mundial sobre Educação para Todos* (EPT) passou a ser uma meta a perseguir. Diversas ações na década de 90 foram desenvolvidas para amenizar os problemas da educação no mundo[22]. Destas ações, merecem um destaque especial a Comissão Internacional sobre Educação para o século XXI, sob a organização do economista e político francês Jacques Delors, em 1996, e o compromisso reafirmado no Marco de Ação de Dakar na Cimeira de 2000.

Percebe-se que a cada novo documento resultante de ações globais produzido no âmbito da UNESCO, as questões relacionadas com esta "nova educação" se tornam mais enfáticas. O *Learning: the treasure within*, o Relatório da Comissão

[22] Destacam-se as seguintes ações realizadas na mesma década: Cúpula Mundial para a Infância (1990), a Conferência do Meio Ambiente e Desenvolvimento (1992), a Conferência Mundial de Direitos Humanos (1993), Conferência Mundial sobre Necessidades Especiais da Educação: Acesso e Qualidade (1994), Cúpula Mundial sobre Desenvolvimento Social (1995), Quarta Conferencia Mundial da Mulher (1995) Encontro Intermediário do Fórum Consultivo Internacional de Educação para Todos (1996), Comissão Internacional sobre Educação para o século XXI, Conferência Internacional de Educação de Adultos (1997), Conferência Internacional sobre o Trabalho Infantil (1997) e Conferência de Dakar na Cimeira de 2000 (UNESCO, 1998).

Internacional sobre Educação para o século XXI, também conhecido como "Relatório Delors", estabeleceu três temas transversais (tecnologia de comunicação; professores e processo de ensino e administração e finanças); seis linhas investigativas de trabalho (educação e cultura, educação e cidadania, educação e coesão social, trabalho e emprego, educação e desenvolvimento, pesquisa e ciência); e quatro princípio-pilares: Aprender a Conhecer, Aprender a Viver Juntos, Aprender a Fazer e Aprender a Ser (DELORS *et al.*, 1996) - Aprender a Conhecer para beneficiar das oportunidades oferecidas pela educação ao longo da vida; Aprender a Viver Juntos para resolver de forma solidária as vicissitudes da vida; Aprender a Fazer como um preparativo para o uso das novas ferramentas tecnológicas com competência técnica e profissionalismo e Aprender a Ser a fim de que possam todos estar preparados para a autonomia intelectual, formando o seu próprio juízo sobre as adversidades da vida. Assim,

> A este propósito convém insistir no papel formador do ensino das ciências e, nesta perspectiva, definir uma educação que saiba, desde a mais tenra idade, por meios por vezes muito simples como a tradicional "lição das coisas", despertar a curiosidade das crianças, desenvolver o seu sentido de observação e iniciá-las na atitude de tipo experimental (UNESCO, 1998, p. 84).

O Relatório Delors chama ainda a atenção para a criatividade e a descoberta de talentos. Hobsbawn, *apud* Werthein & Cunha (2000), alertava: "se a humanidade quer ter um outro futuro reconhecível, não pode ser pelo prolongamento do passado ou do presente. Se tentarmos construir o terceiro milênio nesta base, vamos fracassar" (p. 19).

Com estes dois relatórios (o Relatório Delors e o Relatório de Faure), ficaram estabelecidos os novos fundamentos da educação para o século XXI. Segundo Behrens (1999), o ensino passou a desempenhar um "novo paradigma" (p. 383), a totalidade do saber numa visão holística e não mais fragmentada em disciplinas.

Na viragem do milénio, a UNESCO convida Edgar Morin a expressar as suas ideias sobre como contruir os alicerces para a educação do milénio. O texto cujo título em português é "Os Sete Saberes Necessários à Educação do Futuro" (MORIN, s/d) explora as tendências educacionais já expostas nos documentos da UNESCO em sete questões: conhecimento, conhecimento pertinente, a identidade humana, compreensão humana, incerteza, condição planetária e, por último, o antro-poético.

Chama-se ainda a atenção para a compreensão humana, de uns em relação aos outros, tendo consciência que o homem não conhece o destino da aventura humana e, portanto, é preciso saber estabelecer estratégias. O homem depara-se atualmente com temáticas tão complexas e imbricadas que é um verdadeiro desafio conhecê-las. Por fim, Morin pergunta se somos capazes de "civilizar a terra e transformá-la numa verdadeira pátria".

Na Conferência de Dakar ou Marco de Ação de Dakar, realizada no mês de abril de 2000, foi reafirmado o compromisso da EPT e estabelecidas metas mais rigorosas para serem cumpridas até 2015. Segundo o documento, a educação em todo o mundo mostra algum progresso desde a EPT de 1990, porém:

> (i) dos mais de 800 milhões de crianças abaixo de seis anos de idade, menos de terça parte é beneficiada com alguma forma de educação pré-primária; (ii) perto de 113 milhões de crianças, 60% das quais são meninas, não tem acesso à escola primária; (iii) Pelo menos 880 milhões de adultos são analfabetos, a maioria mulheres. Esses números representam uma afronta à dignidade humana e uma negação do direito à educação. Mantêm-se como os maiores obstáculos à eliminação da pobreza e à consecução de um desenvolvimento sustentável, e são evidentemente inaceitáveis (UNESCO, 2001, p. 14).

Procurando associar as questões da educação a outros problemas mundiais de modo a demonstrar que as ações desenvolvidas pelas agências supranacionais estão interligadas, vale a pena discorrer sobre a Cúpula do Milenium, realizada em

setembro do ano 2000[23]. Coordenada pela ONU, a Cúpula estabeleceu os *Objetivos de Desenvolvimento do Milénio* (ODM) que deveriam ser alcançados até 2015 (ONU, 2000). A meta para a educação era garantir que todas as crianças do mundo terminassem o ensino primário na idade certa.

Segundo Hume, *apud* Carvalho e Barcelos (2014, p. 224), a redação dos ODM elaborada pela Cúpula do Milenium foi um aproveitamento quase literal de um documento produzido pela OCDE em 1996, no mesmo ano do Relatório Delors, cujo título era "Shaping the 21st Century: The Contribution of Development Cooperation", que estabelecia diversos objetivos e metas e "procurou-se consolidar muito do que já havia sido estabelecido pela ONU, nas conferências ocorridas nos anos 90 (como, por exemplo, Rio 92)".

Ainda segundo Home, *apud* Carvalho e Barcelos (op. cit.), o interesse era elaborar um único documento, uma vez que em 2000, agora no âmbito da ONU, o documento "We the peoples: the Role of the United Nations in the 21st Century" tinha praticamente o mesmo objetivo. Na viragem do século, também o FMI, a OCDE e o Banco Mundial e a ONU divulgaram o documento "A Better World for All", que pode ser considerado um precedente dos ODM.

As metas não foram atingidas em 2015 e, com o insucesso das ações, as agências passaram a adotar como estratégia de implantação a gestão por objetivos - a lógica administrativa do setor privado desenhada por Peter Drucker através do SMART[24].

---

[23] Cúpula do Milenium foi um evento promovido pela ONU com os presidentes de 189 países para debaterem a fome e a pobreza no mundo. Deste debate surgiu a Declaração do Milenium contendo, genericamente, oito objetivos: a) acabar com a fome e a miséria; b) educação básica de qualidade para todos; c) igualdade entre sexos e valorização da mulher; d) redução da mortalidade infantil; e) melhorar a saúde materna, f) combater a SIDA, a malária e a tuberculose; g) garantir a Sustentabilidade Ambiental e h) estabelecer a Parceria Mundial para o Desenvolvimento.

[24] Acrónimo de: Stretching, Measurable, Agreed, Realistic and Time-limited. Ainda de acordo com Hulme, *apud* Carvalho e Barcelos (op. cit.), esta estratégia utilizada pelas agências supranacionais foi proposta por Osborde e Gaebler no livro *Reinventing Government*, publicado em 1992.

Em 2015, a UNESCO organizou o Fórum Mundial de Educação - FME 2015[25] - na Coreia do Sul, com representantes de 160 países. Deste fórum surgiu a *Declaração de Incheon para a Educação 2030* e a *Agenda de Desenvolvimento Sustentável 2030* (UNESCO, 2016), que apontam a educação como principal motor do desenvolvimento da sociedade. O FME 2015 foi uma resposta ao movimento global de "Educação para Todos", iniciado em Jontiem em 1990 e reiterado na viragem do século em Dakar que, como já referido, finalizou as suas intenções sem cumprir em plenitude as metas previstas. O *Marco de Ação da Educação 2030* esclarece que:

> Em sua essência, a aprendizagem ao longo da vida se baseia na integração entre aprender e viver e cobre atividades de aprendizagem para pessoas de todas as idades (crianças, jovens, adultos e idosos, meninas e meninos, mulheres e homens), em todos os contextos da vida (família, escola, comunidade, ambiente de trabalho etc.), por meio de uma gama de modalidades (formal, não formal e informal), que, juntas, atendem a uma ampla gama de necessidades e demandas de aprendizagem. Os sistemas educacionais adotam uma abordagem holística e setorial, que envolve todos os subsetores e níveis para garantir a oferta de oportunidades de aprendizagem para todos os indivíduos (UNESCO, 2016, p. 9).

Os *Objetivos de Desenvolvimento do Milénio* - ODM - são agora denominados *Objetivos de Desenvolvimento Sustentável* (ODS): "Comprometemo-nos, em caráter de urgência, com uma agenda de educação única e renovada, que seja holística, ousada e ambiciosa, que não deixe ninguém para trás" - essa nova visão é, pois, inteiramente captada pelo ODS4 (UNESCO, 2016, p. iii).

A UNESCO utiliza diversos órgãos de assessoria. No caso específico das ciências pode referenciar-se o Conselho Internacional das Uniões Científicas para o Conselho Internacional para a Ciência (ICSU), fundado em 1931, a fim de promover a atividade científica internacional nos diferentes ramos da ciência e a sua aplicação

[25] Todas as agências das Nações Unidas, agências multilaterais, organizações da sociedade civil e entidades privadas participaram ativamente neste Fórum; a relação completa consta no próprio documento. Disponível em https://goo.gl/rxoU6E. Acesso em 01 de junho de 2018.

em benefício da humanidade. É uma das organizações não-governamentais mais antigas do mundo, originária da Associação Internacional de Academias (1899-1914) e do Conselho Internacional de Pesquisa (1919-1931).

O ICSU foi o principal conselheiro científico na Reunião do Desenvolvimento no Século XXI, realizada em Viena em 1991 (ASCEND 21) e, igualmente, da Eco-92 (UNCED) na Conferência Internacional sobre uma Agenda para o Meio Ambiente. Para além disto, muitas das iniciativas apresentadas na atual *Agenda de Educação 2030* são provenientes dos trabalhos deste Conselho.[26]

Os relatórios de Ciências da UNESCO que mapeiam a Ciência, Tecnologia e a Inovação – CTI -, são publicações quinquenais. Basta uma leitura do último relatório publicado em 2015 para observar o quanto as ciências estão inseridas nos processos de resolução dos Estados Nacionais: principais influências sobre as políticas e a governação em CTI, tendências globais de despesas em Pesquisas e Desenvolvimento - P&D -, tendências na geração de conhecimento, entre outras temáticas.

É impossível rever num único texto toda a literatura produzida no âmbito da UNESCO, dada a inesgotável produção de estudos e documentos emanados desta agência e das suas parceiras.

O que se pode extrair, em síntese, é que a "Educação Para Todos" e a "educação ao longo da vida" como meio de desenvolvimento social não é uma invenção do nosso tempo. Começou com as primeiras escolas no início do período renascentista, vindo somente a florescer logo após a segunda grande guerra, a partir das reformas educacionais norte-americanas. No último quartel do século passado, este ideário passou a ser uma preocupação coletiva, capitaneada por agências supranacionais.

---

[26] Em 2017, a ICSU fundiu-se com o Conselho Internacional de Ciências Sociais – ISSC - transformando-se no International Science Council (ISC). Disponível em: https://council.science/. Acesso em 01 de julho de 2018.

As mudanças que ocorrem hoje no âmbito escolar nada mais são do que uma forma de adequar o cidadão para sobreviver às mudanças que se operam na sociedade, tal como se verificou com as mudanças que se operaram na sociedade do período renascentista (grandes navegações, descobertas científicas), da Revolução Industrial (utilização do carvão como fonte de energia, máquinas a vapor) e, porque não dizê-lo, da "quarta revolução industrial" (SCHWAB, 2016) em que vivemos atualmente (utilização da inteligência artificial, o sequenciamento genético, os sensores vestíveis - *wearable* -, *microchips* menores do que um grão de areia e, brevemente, ainda segundo Schwab (op. cit.), a utilização de nano materiais centenas de vezes mais fortes que o aço e um milhão de vezes mais finos do que um fio de cabelo, os transplantes de fígados impressos em 3D, telemóveis implantáveis fabricados com materiais biossintéticos).

## 1.4 Panorama do ensino das ciências em Portugal e no contexto europeu

Referiu-se anteriormente que foi durante o século XIX, na maioria dos países da Europa, que floresceu as disciplinas de cunho científico.

Em Portugal, as disciplinas de Física, Química e História Natural foram sugeridas inicialmente nos anos de 1830, mas em 1844, o governo de Costa Cabral entendeu que deveriam ser facultativas. Nesta mesma reforma recriou-se o Conselho Superior de Instrução Pública (CSIP), presidido pelo Reitor da Universidade de Coimbra, segundo Leonardo (2011).

Os relatórios emitidos pelo CSIP, ao contrário das orientações do governo de Cabral, estimulavam as disciplinas de cunho científico no ensino secundário: "[as ciências] ensinadas no ponto de vista prático, devem fazer parte da instrução secundária nos liceus maiores (…) [para que] os raios da ciência despertem a indústria adormecida entre nós" (CSIP, *apud* LEONARDO, 2011, p. 267), mas somente no ano letivo de 1854/55 é que foi criada a cadeira de Princípios da Física

e da Química e História Natural, "inicialmente só nos liceus de Coimbra e Porto [...] nos anos seguinte, alargada aos restantes liceus" (p. 268). Aproximadamente vinte anos após a criação destas cadeiras, as críticas ao ensino das ciências não tardaram a surgir, recaindo sobre os compêndios, atuação e formação dos professores, ausência de laboratórios, preocupação com as novas pedagogias, planos curriculares, o que levou ao envio de professores para formação com base experimental para outros países e à sua participação em encontros internacionais como o Congresso Internacional do Ensino em Paris de 1889 e o Congresso Pedagógico hispano-português-americano realizado em Madrid no ano de 1892, por exemplo, citados por Leonardo (2011, pp. 274-275).

Gonçalves Guimarães, naquela altura professor da Universidade Coimbra e do Liceu de Coimbra, segundo Leonardo (2011), tecia críticas à formação dos professores: "Apesar do progresso verificado com a reforma de Jaime Moniz, o maior problema residia na formação dos professores, que continuavam a apresentar uma deficiente preparação científica e pedagógica" (p. 277).

Leonardo (2011) explica, mais adiante, que

> Gonçalves Guimarães alertou para um outro problema de fundo, que segundo muitos autores ainda hoje assola o sistema educativo português, que se prende com a grande vontade reformista de quase todos os governos na aprovação de novos projectos de reforma que nunca são concretizados na sua totalidade, ou por falta de supervisão adequada ou por limitações financeiras ou por outra razão qualquer, sendo alvo de um conjunto de remendos ao sabor das críticas que vão sofrendo, remendos esses que desvirtuam muitos dos seus princípios e muitas vezes bloqueiam a sua execução (pp. 277-278).

De facto, a cada governo novas reformas são implantadas, sempre associadas a diferentes contextos, sejam políticos, sociais e/ou económicos. Seguidamente, será analisada a organização do ensino básico e temas organizadores à luz da Lei n.º 46/86 que instituiu a Lei de Bases do Sistema Educativo em Portugal.

### *1.4.1 Organização do ensino básico e temas organizadores*[27]

Atualmente, o ensino básico em Portugal organiza-se em três ciclos. O 1.º Ciclo estende-se do 1.º ao 4.º ano; o 5.º e o 6.º ano correspondem ao 2.º Ciclo e os três últimos anos formam o 3.º Ciclo.

A disciplina de Físico-Química (FQ)[28] é lecionada a partir do 1.º ano do 3.º Ciclo. Conjuntamente com a disciplina de Ciências Naturais, contempla uma carga horária semanal de 270 minutos, frequentemente correspondentes a 6 aulas de 45 minutos por semana para as duas disciplinas - "As escolas têm liberdade de organizar os tempos letivos na unidade que considerem mais convenientes desde que respeitem as cargas horárias semanais" (DL 139/2012, art.ºs 2.º e 8.º). Este Decreto-Lei do Ministério da Educação e Ciência estabelece a organização e a gestão do currículo subordinados a dezasseis princípios orientadores, podendo destacar-se dentre eles:

> b) Diversidade de ofertas educativas, tomando em consideração as necessidades dos alunos, por forma a assegurar a aquisição de conhecimentos e o desenvolvimento de capacidades essenciais para cada ciclo e nível de ensino, bem como as exigências decorrentes das estratégias de desenvolvimento do País; […]
> p) Enriquecimento da aprendizagem, através da oferta de atividades culturais diversas e de disciplinas, de caráter facultativo em função do projeto educativo de

[27] A maioria das informações a partir deste tópico foram extraídas de consultas realizadas em diversos documentos emitidos pela DGEEC e Rede Eurydice. A Rede Eurydice é uma organização que trabalha em parceria com a Comissão Europeia para estudo comparado e difusão sobre políticas de sistemas educativos europeus. As unidades nacionais integram os órgãos das áreas da educação de cada governo. Em Portugal está sedeada na Direção-Geral de Estatísticas da Educação e Ciência (DGEEC), conforme sustenta o Decreto-Regulamentar n.º 13/2012, de 20 de janeiro. Colabora com o Eurostat (autoridade estatística da União Européia), CEDEFOP (Centro Europeu para o Desenvolvimento da Formação Profissional), Fundação Europeia para a Formação (ETF), Agência Europeia para o Desenvolvimento em Necessidades Educativas Especiais e com o Centro de Investigação sobre Aprendizagem ao Longo da Vida (CRELL). A Rede Eurydice apoia o trabalho colaborativo desenvolvido pela Comissão Europeia (2005) com organizações internacionais, tais como a OCDE, o Conselho da Europa e a UNESCO.

[28] Conforme os documentos normativos em vigor no ano letivo de 2017/2018 para a generalidade das escolas (excetuam-se as escolas-piloto que aderiram à flexibilidade curricular), a área de Ciências Físicas e Naturais desdobra-se em duas disciplinas: Físico-Química e Ciências Naturais.

> escola, possibilitando aos alunos diversificação e alargamento da sua formação, no respeito pela autonomia de cada escola (3.º artigo).

Igualmente no artigo 14.º, os professores podem oferecer atividades de enriquecimento do currículo, de caráter facultativo, em que se podem incluir os espaços não-formais de educação:

> As escolas do 1.º ciclo, no desenvolvimento do seu projeto educativo, devem proporcionar aos alunos atividades de enriquecimento do currículo de caráter facultativo e de natureza eminentemente lúdica, formativa e cultural, incidindo, nomeadamente, nos domínios desportivo, artístico, científico e tecnológico, de ligação da escola com o meio, de solidariedade e voluntariado e da dimensão europeia na educação.

De acordo com as Metas Curriculares (MEC, 2013), a disciplina de Físico-Química compõe-se de uma componente disciplinar e uma componente experimental. A componente experimental (laboratorial) é indissociável da componente teórica (disciplinar); todas as aulas deverão ser entendidas como potencialidade de natureza teórica e prática Os professores devem adequar o tipo de atividade laboratorial de modo que melhor possa atingir os objetivos (MEC, 2013).

A componente disciplinar abrange três domínios: Espaço, Materiais e Energia. Os subdomínios do domínio Espaço, explorado neste trabalho de Tese, compreendem: Universo; Sistema Solar; Distâncias no Universo; A Terra, a Lua e forças gravíticas.

No domínio Espaço, o aluno deverá estar apto a "Conhecer e compreender a constituição do Universo, localizando a Terra, e reconhecer o papel da observação e dos instrumentos na nossa perceção do Universo"; "Conhecer e compreender o sistema solar, aplicando os conhecimentos adquiridos" e "Conhecer e compreender os movimentos da Terra e da Lua". Na ausência de uma disciplina autónoma de Astronomia, as noções básicas com ela relacionadas estão inseridas neste domínio (Ver quadro 1, a seguir).

Os conteúdos científicos exploram campos diversificados do saber, com o objetivo de contribuir para o desenvolvimento da literacia científica numa formação cívica.

| ANO | DOMÍNIO | SUBDOMÍNIOS |
|---|---|---|
| 7º | **Espaço** | **Universo** |
| | | **Sistema Solar** |
| | | **Distâncias no Universo** |
| | | **A Terra, a Lua e forças gravíticas** |
| | Materiais | Constituição do mundo material |
| | | Substâncias e misturas |
| | | Transformações físicas e químicas |
| | | Propriedades físicas e químicas dos materiais |
| | | Separação das substâncias de uma mistura |
| | Energia | Fontes de energia e transferência de energia |
| | **- Subdomínios utilizados no processo de investigação desta Tese.** | |

**Quadro 01** - Domínios e subdomínios da disciplina de Físico-Química
**Fonte:** Adaptado de Metas Curriculares, MEC (2013).

### *1.4.2 Monitorização dos ambientes de aprendizagens - os professores*

O inquérito Internacional sobre Ensino e Aprendizagem da OCDE[29] implantado em Portugal em 2008 é um sistema quinquenal de monitorização sobre ensino e aprendizagem realizado no 3.º Ciclo do Ensino Básico entre diretores e professores, mais conhecido pelo acrónimo TALIS (DGEEC, 2013). Recolhe informações que refletem os ambientes de aprendizagens, principalmente as condições de trabalho dos docentes. O relatório da edição 2018 deverá ser divulgado somente em julho de 2019, após a conclusão deste trabalho de Tese, portanto, considerou-se, para exemplificar, a última edição de 2013. Nesta edição participaram mais de 100.000 docentes de mais de 6.500 escolas, selecionados aleatoriamente, representando mais de 4 milhões de professores em 34 países.

[29] A Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Económico – OCDE - é composta por 35 países e responde por 80% do comércio mundial. Realiza monitorização contínua nos países membros nas mais diversas áreas sujeitas a monitorização contínua.

É consensual, segundo Estrela (1999), que os professores são os principais indicadores de qualidade de um sistema educativo; neste sentido, o Relatório TALIS de 2013 publica uma vasta informação sobre os professores e diretores, recolhida nos três últimos anos do ensino básico em Portugal.

Os professores que lecionam o 1.º Ciclo não possuem conhecimentos especializados no domínio das ciências, enquanto os professores do 3.º Ciclo são especialistas em determinadas áreas científicas. Há para todos os ciclos uma preocupação em relação à formação contínua dos docentes, seja com a troca de informações entre as escolas, seja com os espaços não-formais de educação (Centros de Ciências, Planetários, Museus, entre outros).

Algumas conclusões extraídas deste relatório ajudam a definir alguns parâmetros para análise quanto aos ambientes de ensino e aprendizagem:

- Os docentes que têm mais oportunidades de desenvolvimento profissional trabalham com mais eficiência;
- Os docentes que têm fortes convicções sobre métodos de ensino revelam atitudes mais colaborativas com os colegas, relações mais positivas com os alunos e sentem-se mais eficientes;
- Os docentes que relatam terem tido a oportunidade para participar na tomada de decisão a nível de escola expressam maiores níveis de satisfação no trabalho, em todos os países participantes no TALIS, bem como sentimentos mais elevados de autoeficácia na maioria desses países;
- Nalguns países, a dimensão das turmas parece ter apenas um efeito mínimo sobre a sua eficácia do ensino ou a satisfação no trabalho dos professores. Não é o número de alunos, mas sim as características dos alunos, que mais se associa aos sentimentos de autoeficácia e satisfação no trabalho dos professores;
- O relacionamento que os docentes estabelecem com o diretor, com outros colegas e com os alunos nas suas escolas é importante. Relações interpessoais positivas podem minimizar os efeitos negativos que aulas em turmas mais difíceis possam originar sobre os sentimentos de autoeficácia de um professor e a sua satisfação no trabalho. (DGEEC, 2013).

O relatório chama ainda a atenção para alguns dados específicos, nomeadamente acerca de Portugal em relação aos demais países:

- No que respeita à caracterização demográfica dos docentes do 3.º ciclo do ensino básico em Portugal, a maioria dos docentes são do sexo feminino

(73,2%), situação inversa à verificada no caso dos diretores (60,6% são do sexo masculino);

- Em Portugal, 82,1% dos docentes concluíram um programa de formação de professores, valor um pouco inferior à média TALIS (89,8%);
- Em geral, os docentes portugueses sentem-se "melhor preparados" para lecionar as respetivas disciplinas – valores superiores aos valores médios registados no TALIS – no que concerne ao conteúdo das disciplinas (98,2% vs. 93,2%);
- Em linha com o facto de, em geral, os docentes portugueses terem uma idade superior à média registada no projeto TALIS, o número médio de anos de trabalho dos docentes portugueses é igualmente superior ao valor médio registado no TALIS:

- Quer em termos do número de anos a trabalhar como "docente nesta escola" (valor médio em Portugal: 10,4 anos; valor médio TALIS: 9,8 anos);
- Quer em termos do número de anos a trabalhar como "docente, no total" (valor médio em Portugal: 19,4 anos; valor médio TALIS: 16,2 anos);

- No que concerne ao regime de trabalho, 94,5% dos docentes portugueses trabalham a tempo inteiro – mais de 90% do horário completo – valor superior ao valor médio registado no TALIS (82,4%);
- O número de horas que os docentes portugueses declaram trabalhar por semana é superior ao valor médio observado nos países participantes no TALIS, em mais do que seis horas (Portugal: 44,7 horas; valor médio TALIS: 38,3 horas);
- A lecionação das disciplinas e a avaliação/correção dos trabalhos dos alunos são as atividades a que os docentes dispensam mais tempo:

- Em Portugal, respetivamente 20,8 e 9,6 horas; - em média, nos países participantes no TALIS, respetivamente 19,3 e 4,9 horas;

- Entre todos os itens associados a processos de *feedback* considerados no Projeto TALIS 2013, o "desempenho dos alunos" é o mais valorizado entre os docentes, quer em Portugal (assinalado por 94,8% dos docentes), quer em termos da média dos países participantes no TALIS (87,2%);
- Para além do desempenho dos alunos, e por ordem decrescente de importância assinalada pelos docentes portugueses, regista-se:

- A valorização do *feedback* recebido pelos alunos (valor registado em 2013, em Portugal: 91,2%; valor médio TALIS: 79,2);
- O conhecimento científico das disciplinas lecionadas (em 2013, 89,4% vs. 82,8%);

- Ao nível das suas crenças pessoais, e do respetivo papel a cumprir nos processos de ensino e aprendizagem, os docentes do 3.º ciclo do ensino básico em Portugal têm, de uma forma geral, uma opinião mais positiva do que os docentes dos outros países participantes no TALIS, no que explicitamente se refere:

- À necessidade de se levar os alunos a pensarem por eles próprios, para a resolução dos problemas que se lhes colocam, antes do docente lhes apresentar a solução (Portugal: 97%; valor médio TALIS: 92,6%);

- Ao facto de atribuírem uma maior importância aos processos que motivam o pensamento e o raciocínio, do que a algumas matérias do currículo (91,1% vs. 83,5%);
- Ao facto de considerarem que os alunos aprendem melhor quando procuram e encontram, por si próprios, soluções para os problemas (89,4% vs. 83,2%);

• Entre as rondas TALIS 2008 e 2013, a população docente portuguesa envelheceu, assistindo-se a uma diminuição da importância relativa de professores com idades compreendidas entre os 25 e 29 anos (de 7,4% para 1,2%) e entre os 30 e 39 anos (de 40% para 24,2%), e a um aumento da importância relativa dos professores com idades compreendidas entre os 40 e 49 anos (de 36,3% para 46,8%) e entre os 50 a 59 anos (de 14,2% para 25,4%).

Entre os principais indicadores de qualidade de um sistema educativo chama-se a atenção para a idade do corpo docente. Em Portugal, mais de 80% dos docentes da disciplina de F.Q. têm uma idade superior a 40 anos e apenas 0,2% dos professores têm menos de 30 anos de idade (ver gráficos 01 e 02, a seguir).

A tendência para o envelhecimento progressivo do corpo docente (não somente na disciplina de F.Q., evidentemente) vem desde as reformas educacionais que foram previstas pelo artigo 74.º da Constituição de 1976, quando o número de professores cresceu demasiadamente, de modo a atender a demanda da generalização do acesso à escola.

O número de matrículas apresentou um forte crescimento em todos os ciclos de escolaridade entre a década de 70 do século passado e meados da primeira década do século atual. A título de exemplo, na pré-escola o número passou de 6.528 crianças matriculadas para 263.887. No ensino básico, o número de alunos matriculados passou de 1.066.471 para 1.650.000, aproximadamente, em meados da década de 1980, altura em que começou a decrescer. No ensino secundário passou de 13.116 para 356.711 alunos. O número de docentes acompanhou a evolução: os educadores de infância passaram de um valor praticamente nulo para, aproximadamente, 18.000 docentes e, no ensino secundário e nos 2.º e 3.º ciclos do ensino básico, o número de docentes passou de 10.386 para 123.009, nos mesmos períodos (INE - GEPE, 2009).

**Gráfico 01** - Idade dos Professores de F.Q.
**Fonte:** OECD, 2013 – Adaptado pelo autor

**Gráfico 02** - Idade dos professores geral
**Fonte:** OECD, 2013 – Adaptado pelo autor

A investigação conduzida pela historiadora Raquel Varela[30] sobre a "síndrome de *burnout*"[31] associada à condição de trabalho e vida entre os professores portugueses no ensino obrigatório (setor público e privado) indica, após os primeiros levantamentos provenientes de um volume com mais de dois milhões de dados, que 75% dos professores apresentam desgaste profissional, 48% apresentam sinais preocupantes de desgaste profissional, 84% desejam aposentar-se antecipadamente e 27,3% dos professores apresentam sinais críticos ou extremos de desgaste emocional.

A investigadora alerta para o facto de se verificar uma ligação direta entre o índice de *burnout* e a idade, mas não da idade em relação ao índice de *bounout*, uma vez que há outros fatores associados: as questões de cansaço, burocracia, indisciplina de alunos, falta de autonomia, desafetação, falta de controlo sobre o processo de trabalho, assiduidade, remuneração, entre outros.

[30] Disponível em https://goo.gl/T2cviR. Acesso em 20 de agosto de 2018. Trata-se de um grupo interdisciplinar de investigadores formados por várias universidades, liderado pela Faculdade de Ciências Sociais e Humanas da Universidade Nova de Lisboa (FCSH/UNL). Os dados são preliminares e foram recolhidos no primeiro trimestre de 2018.

[31] "Síndrome de *burnout*" é um distúrbio emocional provocado por acumulação de tarefas, pressão excessiva, perfecionismo e enfoque no trabalho, como fonte exclusiva de prazer, que levam ao esgotamento físico e mental (PAIVA, GOMES E HELAL, 2015).

### *1.4.3 Algumas referências avaliativas*

A Rede Eurydice (2012) publicou dois trabalhos sobre o panorama do ensino das ciências em Portugal, comparativamente com outros países da Europa. O primeiro foi publicado em 2007: "O ensino das ciências nas escolas da Europa - políticas e investigação"; o segundo, publicado em 2012, reporta-se ao ano letivo de 2010/2011 - "O ensino das ciências na Europa: contextos, políticas e práticas" -, e será utilizado como referência. Este documento alerta para a necessidade de se levar em consideração a distinção entre o "conhecimento de ciência" (saber física, por exemplo), mais relacionado com teorias e conceitos, e o "conhecimento acerca da própria ciência" (saber o que é a física e para que serve), mais relacionado com a atividade humana, o que se pode fazer com ela e as suas limitações.

Segundo o sumário executivo deste último relatório, não havia um plano para melhorar o ensino das ciências nos países que pertenciam à Rede Eurydice pelo menos até ao início de 2012. Os governos tomaram iniciativas individuais cujos resultados ainda não foram avaliados de uma forma mais efetiva.

Em comum entre as ações dos órgãos educacionais na Europa estão os objetivos das disciplinas científicas: promover a cultura, o conhecimento e a investigação científicos; melhorar a compreensão dos alunos no que respeita à aplicação das ciências; reforçar o seu ensino nas escolas e aumentar o recrutamento para as áreas da matemática, ciências e tecnologia (DGEEC, 2013).

Uma nota importante no contexto deste trabalho mencionada no relatório de 2013 é que os centros de ciências (acredita-se que se possa traduzir para espaços não-formais de educação) se destacam por cooperar com as escolas em mais de 60% dos países avaliados.

### *1.4.4 Programa Internacional de Avaliação de Alunos*

Segundo o relatório TALIS (DGEEC, 2013), o insucesso escolar é tratado localmente, geralmente a nível da escola. As avaliações são realizadas através de testes e desempenho dos alunos durante as aulas, incluindo os projetos.

Ganham destaque no que respeita à aferição da literacia científica os inquéritos internacionais como o Trends in International Mathematics and Science Study (TIMSS), que avalia "o que os alunos sabem", e o Programme for International Student Assessment (PISA), que considera "o que os alunos conseguem fazer com os conhecimentos adquiridos". Proceder-se-á a uma rápida análise em relação ao PISA para compreender que os objetivos deste programa são os mais adequados aos interesses desta Tese. Portugal participou em todas as edições do PISA; no entanto, até à conclusão desta Tese, a edição de 2018 não havia sido divulgada, pelo que prevalecerá para efeitos de referência a edição de 2015.

O Programme for International Student Assessment - PISA - é uma avaliação internacional que tem como objetivo verificar de que modo os jovens assimilaram os conhecimentos adquiridos na educação formal em três áreas: Literatura, Matemática e Ciências. Na primeira avaliação, realizada em 2000, Portugal ficou nas últimas posições das três literacias. Em Ciências, especificamente, Portugal, a par do México e do Luxemburgo, ficou nas últimas posições, no universo dos 28 países da OCDE (OCDE, 2018).

Portugal participa no PISA como estado membro. O objetivo deste Programa é conceber um indicador que contribua para a discussão da qualidade da educação, de modo a subsidiar as políticas de melhoria do ensino básico, no sentido de saber como estão os governos a preparar os jovens para exercerem plenamente o seu papel de cidadãos na sociedade. O programa PISA tem em consideração "a capacidade de os jovens usarem os seus conhecimentos e as suas competências na resolução de problemas da vida real" (MEC/GAVE, 2001); portanto, não se trata

especificamente de uma intervenção e/ou de uma análise curricular, como se pode imaginar num primeiro momento.

A avaliação do PISA é aplicada a cada três anos. As unidades escolares são selecionadas aleatoriamente, por método de amostragem estratificada e, após definidas as escolas, escolhem-se os alunos também de forma aleatória. No geral, são estudantes entre os 15 anos e 3 meses e os 16 anos e 2 meses de idade. É necessário que os avaliados tenham frequentado pelo menos seis anos de escolaridade e estejam matriculados entre o 3.º Ciclo e o Ensino Secundário.

Os testes são aplicados num mesmo dia e, normalmente, ocorrem no mês de maio ou próximo deste. Nas primeiras quatro edições (anos de 2000, 2003, 2006 e 2009), a avaliação estava restrita a três áreas do conhecimento humano (Leitura, Matemática e Ciências). Na quinta edição, em 2012, foi incluída uma outra literacia, a "Resolução de Problemas", denominada na edição realizada em 2015 como "Resolução Colaborativa de Problemas". Para além do já referido, em cada versão dá-se ênfase maior a uma destas áreas; a ênfase em ciências ocorreu nas avaliações das edições de 2006 e 2015; quando tal ocorre, o questionário da área escolhida é apresentado com maior número de questões, aprofundando-se os conteúdos e os processos cognitivos que lhe estão associados.

Os questionários são elaborados em formato de testes de escolha múltipla divididos em duas sessões de sessenta minutos. Para além dos testes, o aluno preenche um questionário de informações pessoais para identificar os seus interesses e as suas experiências. Às informações do aluno somam-se mais dois questionários que são preenchidos com informações dos professores e com os dados da escola. Todos estes formulários são elaborados a partir de um consórcio internacional, integrando a colaboração de instituições e especialistas dos países participantes.

Após a aplicação dos testes e realizada a sua correção, os resultados são separados em seis níveis, conforme as dificuldades. O primeiro nível compreende

aqueles alunos que evidenciam maior grau de dificuldades e o nível seis respeita aos alunos com maior grau de compreensão.

A coordenação do PISA em Portugal é realizada pelo Instituto de Avaliação Educativa (SOUZA *et al.*, 2018). Considerando apenas os 35 países que integram a OCDE, dos 72 participantes no estudo, Portugal alcançou, em 2015, a 17.ª posição em Ciências, com 501 pontos. Nos gráficos 3 a 5, a seguir, tem-se uma ideia geral da avaliação de 2015 na literacia científica.

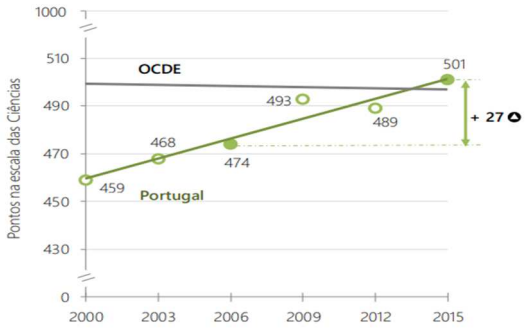



**Gráfico 03** - Literacia científica - evolução 2000-2015

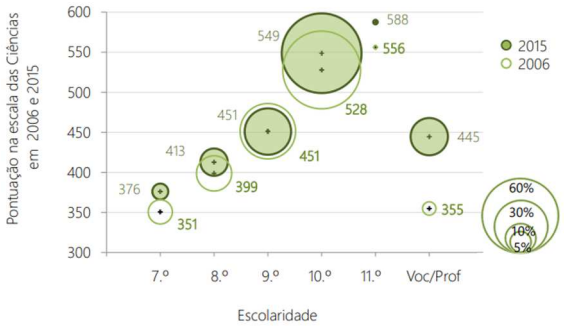



**Gráfico 04** - Literacia científica - Evolução 2006-2015 por ano de escolaridade

**FONTE:** Sumário executivo PISA 2015 – Sousa *et al.*, 2018

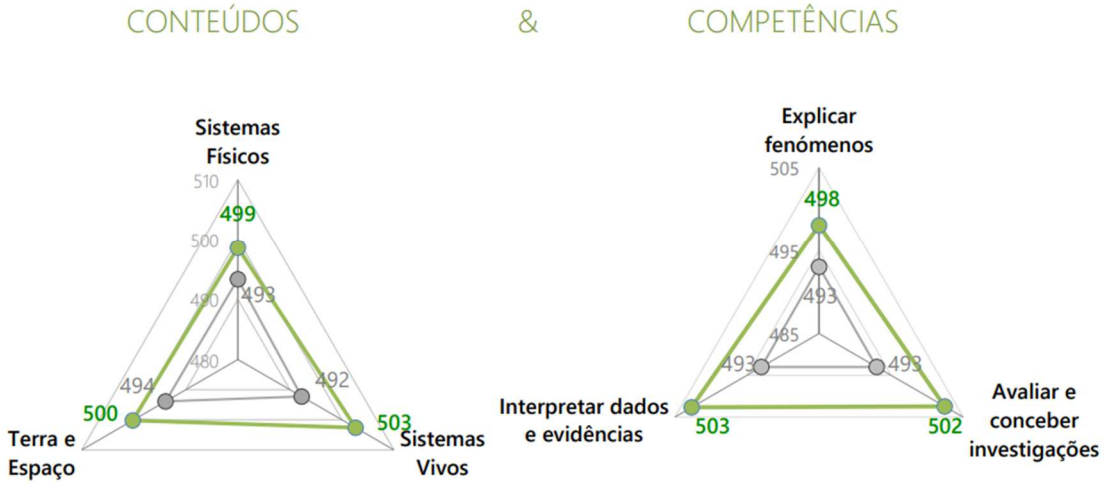



**Gráfico 05** - Literacia científica por conteúdos e competências

**FONTE:** Apresentação dos Resultados Nacionais – Sousa *et al.*, 2018

### *1.4.5 Provas de Aferição do Ensino Básico*

Outra avaliação que merece destaque, principalmente por estar em sintonia com os objetivos desta Tese, é constituída pelas Provas de Aferição do Ensino Básico (SOUSA *et al.*, 2018), implementadas em 2016 através do Decreto-Lei n.º 17/2016 de 4 de abril e Despacho Normativo nº4-A/2018 de 14 de fevereiro, que estabelece a necessidade "de aprofundar a articulação entre a avaliação externa e a avaliação interna das aprendizagens e de reavaliar a realização de exames nos primeiros anos de escolaridade".

Esta aferição é aplicada em fases intermediárias nos três primeiros ciclos do ensino básico (CEB), nomeadamente no 2.º ano do 1.º CEB, no 5.º ano do 2.º CEB e no 8.º ano do 3.º CEB e substituem as provas finais que eram realizadas no último ano do 2.º CEB desde 2012 e no último ano do 1.º CEB desde 2013.

A título de exemplo, atente-se no relatório nacional 2016/2017 e na prova no âmbito da disciplina de Físico-Química (FQ), realizada de forma integrada com a disciplina de Ciências Naturais (CN), que teve em consideração quatro domínios curriculares: Terra no Espaço, Terra em transformação, Sustentabilidade na Terra e Componente Experimental[32].

Percebem-se as dificuldades dos estudantes nos quatro domínios apresentados, em particular nos conteúdos da disciplina de FQ, onde os resultados são mais fracos, conforme se pode comprovar pela análise do Gráfico 6, a seguir, referente aos itens do domínio da Terra no Espaço:

> Os itens 8.1. e 8.2., que incidiam em conteúdos da disciplina de FQ, tinham como suporte uma tabela com dados relativos aos planetas Terra e Marte. Em ambos os casos, eram mobilizadas operações cognitivas de nível médio (interpretação e aplicação), uma vez que os alunos tinham de interpretar os dados registados na tabela para responder ao que era solicitado pelos itens. No item 8.1., apenas 14% dos alunos conseguiram conceber uma estratégia para determinar, na unidade astronómica (ua), a distância do planeta Marte ao Sol; 3% conseguiram determinar a distância, mas não efetuaram a conversão para ua; 42% não conseguiram responder, e 42% deixaram a resposta em branco. No item 8.2.,

[32] Os resultados desta aferição são similares aos resultados alcançados pelos inquéritos utilizados nesta Tese, conforme se pode observar na parte II, capítulo 7.

apenas 15% dos alunos conseguiram selecionar a opção que continha a interpretação correta dos dados da tabela.

Nos itens 9.1. e 9.2., que também incidiam em conteúdos de FQ, os resultados mostram, igualmente, muitas dificuldades: no item 9.1., apenas 28% dos alunos selecionaram a opção correta, utilizando o conhecimento da distinção entre peso e massa de um corpo para associar o peso à força gravítica que um planeta exerce sobre esse corpo e indicar o modo como o peso varia com a distância do corpo ao planeta. A dificuldade aumentou no item 9.2., que mobilizava a capacidade de relacionar o conhecimento dos conceitos científicos em causa com as propriedades registadas no gráfico que servia de suporte ao item: apenas 10% dos alunos conseguiram retirar os dados necessários e aplicar a proporcionalidade direta entre peso e massa para determinar o peso de um corpo. Neste item, 16% dos alunos calcularam o peso do corpo, mas cometeram erros de unidades, de cálculo ou de leitura dos dados do gráfico, 29% deram uma resposta incorreta e 44% não responderam.

O desempenho manteve-se fraco no item 10.1. e no subitem 10.2.A, que incidiam em conteúdos de CN. No item 10.1., apenas 11% dos alunos referiram duas condições necessárias à existência de vida. Neste item, que mobilizava a reprodução de conhecimentos, 33% referiram apenas uma das duas condições, e 50% não reconheceram a existência de seres vivos que vivem na ausência de oxigênio ou identificaram a camada de ozono como condição necessária à existência de vida; 20% dos alunos deram uma resposta incorreta. No subitem 10.2.C, 37% dos alunos reconheceram as bactérias como seres procariontes e identificaram as suas características, enquanto 25% mostraram não ter adquirido estes conceitos. Tendo em conta que os itens mobilizavam o conhecimento de conceitos científicos, de relações e de propriedades elementares e fundamentais, será de recomendar que os conteúdos sejam objeto de reforço na lecionação, preferencialmente em situações que requeiram a sua aplicação em contexto (p. 61).

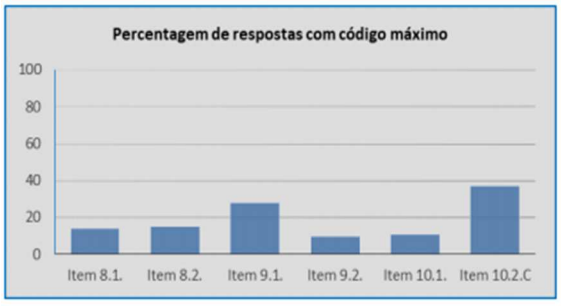



**Gráfico 06** - Terra no Espaço
**Fonte:** Sousa *et al.*, 2018.

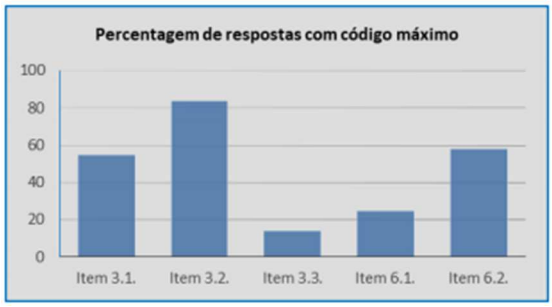



**Gráfico 07** - Componente Experimental
**Fonte:** Sousa *et al.*, 2018.

O gráfico 7 é referente à componente experimental das duas disciplinas. Os itens 3.1. a 3.3. respeitam às Ciências Naturais e os itens 6.1. e 6.2. referem-se a

Físico-Química. Permitiu-se avaliar as competências transversais relacionadas com a aplicação do método científico, independente dos conteúdos específicos das situações experimentais, a saber:

> i) identificar a hipótese testada (item 3.1.); ii) tirar conclusões a partir da interpretação da informação recolhida (item 3.2.); iii) apresentar uma explicação com base em resultados experimentais (item 3.3.); iv) prever resultados com base na interpretação de situações experimentais (item 6.1.); v) relacionar o conhecimento de princípios com as propriedades observadas (item 6.2.) (p. 64).

Observa-se, igualmente, que os resultados no domínio experimental não são favoráveis a uma boa aprendizagem, necessitando de reforços tanto a nível de conhecimento como ao nível do raciocínio:

> [...] No item 3.1., é de salientar que 30% dos alunos selecionaram a opção que continha o problema e não a hipótese testada. No item em que os alunos revelaram mais dificuldades (3.3., com 14% de respostas com código máximo, 21 e 22), verificou-se que 23% dos alunos não responderam e 35% deram uma resposta incorreta. Neste item, os alunos tinham de analisar resultados experimentais e explicar em que medida esses resultados estavam de acordo com uma determinada suposição. No item 6.1., apesar de apenas 25% dos alunos terem conseguido responder de forma correta e completa, 27% apresentaram uma resposta parcialmente correta (p. 65).

Achou-se oportuno discutir o ensino das ciências (origens, reformas internacionais, atuação das agências supranacionais) neste capítulo, assim como a organização e alguns aspetos da avaliação do ensino básico em Portugal, pois os espaços não-formais de educação contribuem para este "Programa de Ação Global", seja de forma autónoma, seja auxiliando a escola a quem a sociedade imputa a educação científica como dever de ofício, como já foi anteriormente referido.

O próximo capítulo é dedicado à discussão sobre a dualidade intrínseca entre a educação formal e a educação proveniente dos espaços não formais de educação, momento que se aproveita para discutir a classificação dos Planetários.

# 2 A IDENTIDADE CULTURAL DOS PLANETÁRIOS E A DUALIDADE INTRÍNSECA ENTRE A EDUCAÇÃO FORMAL E A NÃO-FORMAL

Os Planetários[33], tal como os conhecemos atualmente, nasceram como uma peça de museu. Ganharam notoriedade por encantar, entreter e educar simultaneamente, através de um tema que provoca o imaginário das pessoas.

Logo após a inauguração do invento, em 1923 (como se verá no capítulo 3, a seguir), os museus de diversas finalidades e as mais variadas instituições não hesitaram em adquirir o seu próprio equipamento. Com esta expansão, um outro fator começava a surgir: a implantação de Planetários fora do ambiente museológico tradicional.

Próximo de completar um século, encontram-se Planetários nos mais diversos locais do mundo, para além dos museus, universidades e escolas. Há Planetários em parques públicos, locais turísticos, ambientes de entretenimento, em instituições de caráter místico-filosófico, aeroportos, em casas de diversão, entre outros.

Por trabalhar inicialmente com a ciência astronómica e, mais recentemente, expandindo a sua atuação para diversas áreas do conhecimento humano, os Planetários foram facilmente transformados em espaços de divulgação científica e, por isto mesmo, em ambientes de aprendizagem conhecidos no âmbito educacional como "espaços não-formais de educação". Atualmente, a presença de estudantes é tão acentuada na maioria dos Planetários que alguns poderiam encerrar as portas, se este público fracassasse.

[33] Neste trabalho, por se tratar de um duplo emprego terminológico, utilizar-se-á a aceção de planetário com "p" minúsculo para o instrumento, enquanto o termo grafado com maiúscula inicial referirá o espaço físico.

Este capítulo está dividido em duas partes. A primeira parte trata da classificação dos Planetários, enquadrados como um grupo específico de divulgação científica. A segunda parte foca sobre a educação não-formal (a origem deste conceito e as principais discussões). Simultaneamente, nesta segunda parte, será realizado um panorama sobre um tema recorrente na literatura: a relação museu-escola.

## 2.1 Classificação dos Planetários

Pode-se observar nos trabalhos elencados por Plummer *et al.* (2015)[34] que somente a partir da última década do século passado é que o número de estudos relacionados com os Planetários começou a crescer. O que se observava até então eram estudos pontuais, geralmente colaborações dispersas e fracionadas, anexas a outras temáticas ou conceitos. Há pelo menos três pontos de vista que podem justificar esta ocorrência:

a) Estes ambientes sempre foram considerados como uma espécie de santuário onde somente alguns poucos iluminados poderiam manusear o instrumento de projeção, motivados pelo alto custo de aquisição, manutenção e manuseamento;

b) Por ser a astronomia um tema singular e apresentado num ambiente restrito, somente aqueles mais vinculados a esta ciência e a este ambiente se arriscariam num empreendimento investigativo;

c) É possível que a ausência de uma classificação definida para estes ambientes inibisse o processo de investigação, transformando os Planetários num ambiente isolado, fora de uma tipologia definida, sem uma identidade cultural. Afinal, o que é um Planetário? Para que serve?

[34] O trabalho destes autores foi elaborado a pedido de Thomas Kraupe, quando este foi Presidente do IPS, gestão 2014-2016, para o Comitê de Educação daquela entidade.

As duas primeiras justificações são puramente abstratas e provêm das observações do investigador, não havendo discussão na literatura neste sentido, mas a última e a mais importante para este trabalho é curiosa e instigante. Curiosa, pois ainda está implantado no nosso imaginário que um espaço museológico é um ambiente onde se encontram reunidas coisas do passado e, instigante, por considerar as práticas culturais, tradições, ambientes naturais, sentimentos, dentre outras manifestações, como um património intangível, imaterial, passível de exposição. Ainda hoje, mesmo entre os intervenientes mais atuantes em Planetários, guarda-se certa estranheza ao saber que este ambiente é classificado como um espaço museológico.

De facto, desde a altura em que alguns Planetários ganharam autonomia, ou seja, não dependente de outra instituição, somente no final da década de 80, no século passado, quando surge o conceito de "Nova Museologia", é que os Planetários começaram a ser considerados um espaço museológico. Um interessante artigo de Moutinho (2014), professor de museologia da Universidade Lusófona, revela os bastidores da origem deste novo conceito. A partir deste artigo podem inferir-se os motivos pelos quais os Planetários ficaram tanto tempo sem uma tipologia definida.

O ICOM – International Council of Museums - é uma organização não-governamental que tem o estatuto de órgão consultivo do Conselho Económico e Social das Nações Unidas. Foi fundado em 1946 e dedica-se a elaborar políticas internacionais para os espaços museológicos. Desde que foi criado manteve durante algum tempo uma definição única de museu, tradicionalmente voltada para as questões relacionadas com a conservação e repositório[35].

Na reunião anual do ICOM realizada em 1972, em Santiago do Chile, alguns membros entenderam que era preciso dar uma nova roupagem ao pensamento museológico, sobretudo devido a uma melhor sintonia com as mudanças que

[35]Disponível em http://icom.museum/the-organisation/history/. Acesso em 01 de mairo de 2018.

estavam a ocorrer no mundo após a II Grande Guerra (MOUTINHO, 2014). Apesar desta discussão ter sido iniciada em anos anteriores, foi neste encontro que o termo "museu integral" se consagrou no texto da Carta de Santiago, fundamentando-se numa nítida proposta de cunho social (SCHEINER, 2012).

Um grupo de museólogos, inconformados com a resistência do ICOM em ampliar as novas mudanças conceituais, propôs de forma autónoma uma organização distinta para discutir uma "museologia alternativa" e que estivesse mais em sintonia com o mundo contemporâneo. Neste contexto surgiu em 1984 a "Declaração de Quebec" em preservação do que foi depois designado como "*spiritu loci*"[36]; os museus deveriam não somente trabalhar com o colecionismo, mas também vincular-se a preocupações de caráter social, conforme Moutinho (2010).

Após a "Declaração de Quebec" e a aceitação desta insólita visão museológica, surgiu o conceito de "nova museologia", dando origem ao MINON – Movimento Internacional para uma Nova Museologia[37]. As práticas museológicas alargaram-se e diversos espaços que se encontravam isolados, sem uma classificação definida, como os Planetários, os museus a céu aberto, os museus-laboratórios e diversos outros ambientes, integraram-se como instituições museológicas. Graças a este novo conceito surgiram museus mais consentâneos: sociomuseus, atelier-museus, museus temporários de memórias, parques musealizados, museus de bairros, museus temáticos e outras denominações.

Não se pode olvidar, contudo, que o conceito de museu definido pelo ICOM, por vezes, colide com a aceção para fins operacionais e estatísticos patente em diversos países. Tome-se como exemplo a *Ley de Patrimonio Histórico Español*, que exclui da classificação de museus: "os Institutos de conservação e galerias de exposição que dependem de bibliotecas e centros de arquivo; instituições que

[36]A expressão "*spiritu loci*" ou "espírito do lugar" - tradução livre - é utilizada para definir as características próprias de um determinado espaço físico.

[37] Entidade fundada em Lisboa, hoje afiliada ao ICOM.

expõem espécies vivas, como jardins botânicos, zoológicos, aquários, viveiros, etc.; reservas naturais; planetários; e centros científicos" (BRASIL/MC, 2011, p. 2).

Outra particularidade neste sentido ocorre na Alemanha, país onde cabe a cada Estado Federado definir as instituições museológicas que podem ser contabilizadas nas estatísticas oficiais (BRASIL/MC*, op. cit.*).

Em Portugal, uma rápida busca na Base de Dados Portugal Contemporâneo – Pordata[38]-, que utiliza fontes de mais de sessenta entidades, com destaque para o Instituto Nacional de Estatística, permite verificar que não se encontra instalado nenhum Planetário como instituição autónoma no país. Motivados por uma circunstância administrativa, os Planetários estão sempre adstritos a outras instituições.

Esta característica de dependência dos Planetários dissimula, entre outras, questões de natureza: a) administrativa (cortes cegos nas prioridades das políticas de gestão); b) financeira (canalização dos recursos sempre compartilhados); c) operacional (disfunções profissionais, questões motivacionais e outras). Não se entrará no mérito destas questões, seja por não ser o foco deste trabalho, seja ser esta uma afirmação evidente.

Por fim, a definição atual de museu demonstra o quanto se têm alargado os objetivos destes ambientes. Com efeito, "o pensamento museológico tornou-se parte do pensamento contemporâneo, ocupando um espaço que até então não possuía" (MOUTINHO, 2014, p. 2). A 22ª Assembleia Geral do ICOM, realizada em Viena em 2007, expressa a definição atual de museu como

> uma instituição permanente sem fins lucrativos, ao serviço da sociedade e do seu desenvolvimento, aberta ao público, que adquire, conserva, investiga, comunica e expõe o património material e imaterial da humanidade e do seu meio envolvente com fins de educação, estudo e deleite[39].

[38]Disponível em https://goo.gl/khXMY4. Acesso em 24 de mairo de 2018.

[39]Disponível em http://icom.museum/the-organisation/history. Acesso em 01 de maio de 2018.

A tríplice finalidade patente na definição de museus - educação (objeto educativo), estudo (objeto científico) e deleite (objeto lúdico) - estará implícita nas discussões seguintes.

## 2.2 A dualidade intrínseca entre a educação formal e não-formal

Os Museus, de modo geral, são ambientes que estimulam a curiosidade dos visitantes e a curiosidade é o caminho para novos conhecimentos. Onde há conhecimento há aprendizagens. No âmbito educacional estes ambientes são tratados como "espaços não-formais de educação".

O termo educação não-formal (ENF) surgiu a partir da Conferência sobre a Crise Mundial da Educação, patrocinada pelo International Institute for Educational Planning - IIEP[40], em 1967 (COOMBS, 1968).

P. H. Coombs, presidente do IIEP, ex-secretário de Educação e Cultura do governo norte-americano, apresentou aos governos de diversos países a forte ligação existente entre a educação e o crescimento económico (COOMBS, *op. cit.*). Naquela altura, a educação só tinha validade se fosse certificada por uma instituição escolar.

Era inegável o s*tatus* que a escola havia adquirido e que conduzia ao pensamento geral de que qualquer educação que não tivesse a ratificação da escola não teria validade (BERNSTEIN, 1971). Era o "imperialismo da instituição escolar", conforme defenderam Dandurand & Ollivier, *apud* Palhares (2008, p. 111). Contudo, apesar da obrigatoriedade desta ratificação, a escola não se encontrava em todos os lugares e, nos locais onde existia, nem sempre trabalhava de modo mais adequado.

[40]O IIEP é uma organização educacional vinculada à ONU, com o mandato de apoiar a política educacional dos estados membros na gestão dos seus sistemas de ensino. Disponível em http://www.iiep.UNESCO.org/en/institute. Acesso em 15 de maior de 2018.

A UNESCO adotou as perspetivas de Coombs, que passaram a nortear os trabalhos desta instituição. O objetivo da UNESCO é que a aprendizagem ocorra de alguma forma e em qualquer lugar, que não necessariamente na escola, para que todos possam enfrentar as novas demandas sociais (SMITH, 1996).

Segundo Rogers (2004), a educação formal (EF) nunca foi rigorosamente definida, pois simplesmente assumia-se que "toda a gente podia reconhecer o que era o sistema formal de ensino". Senso comum é que se a EF é aquela proveniente de uma instituição escolar, estabelecida e regulamentada pelo Estado, a ENF seria toda a educação que não fosse proveniente desta instituição. A definição, porém, não é assim tão simples. Há educação que se adquire fora da escola, naturalmente e sem intencionalidades, e há aquela que se adquire fora da escola, mas com intencionalidades.

Para Livingstone (2001), as fronteiras das definições entre formalidade e informalidade estão no compromisso da aprendizagem, assumida de forma voluntária ou não. O autor define a EF e a educação informal (EI) como educação de treino, e a ENF como educação adicional. Qualquer atividade que envolva a procura de conhecimento sem a presença de uma imposição externa é considerada "não-formal". Por seu turno, a EI ocorre quando professores ou tutores assumem a responsabilidade de instruir os outros sem referência a uma instituição.

Billett (2001) defende que a aprendizagem é inerente ao ser humano e que não faz muito sentido falar em EI e "não-formal", pois a educação está sempre estruturada de alguma forma, onde quer que ela se processe.

Segundo Eraut (2000), a aprendizagem "formal" é prescrita, ou seja, há um programa definido, os conteúdos são estruturados e são frequentemente desenvolvidos com a maestria de um instrutor ou um professor designado; concede-se uma certificação e tem especificidades previstas. Qualquer outra aprendizagem

que não tenha estas características é considerada uma EI. Este autor conceitualiza apenas a EF por princípio; todas as demais são excludentes.

Para além dos conceitos de ENF serem divergentes, conforme os autores, podem incorporar novas definições dependendo da língua utilizada. Nos trabalhos publicados na língua inglesa encontram-se, comummente, os termos "formal" e "informal" e, menos frequentemente, "não-formal", como destacam Colley *et al.* (2003).

Beckett & Hager (2002) não definem a ENF, limitando-se a descrever EF e EI, mas, ainda assim, preferem não as utilizar, considerando que os termos estão assentes num certo "dualismo cartesiano". A aprendizagem, segundo estes autores, é orgânica e holística, uma vez que envolve toda a pessoa, o intelecto, as emoções, os valores, as atividades práticas, em qualquer lugar em que ela ocorra.

No caso norte-americano, além da expressão EI utiliza-se uma outra cunhada por Falk & Dierking (1998), a aprendizagem por livre escolha, *"free-choice learning",* contraposta à EF. De acordo com Marandino (2017), o termo foi criado por estes autores para enfrentar a confusão conceitual existente entre estes três tipos de educação (formal, informal e não-formal).

Segundo Cazelli, *apud* Marandino *et al.* (2004) "*informal science education"* e *"informal science learning"* são as expressões utilizadas por autores da língua inglesa para todo o tipo de educação em ciências que usualmente acontece em ambientes fora da escola.

Já o European Centre for the Development of Vocational Training (CEDEFOP)[41] define, separadamente, os três modelos. Considera a EF quando esta é prestada em escola de ensino ou de formação, sendo estruturada e certificadora; a sua característica principal reside no facto de ter que ser intencional do ponto de

[41] A CEDEFOP é uma das agências da União Europeia para o desenvolvimento da educação profissional. Disponível em http://www.cedefop.europa.eu/. Acesso em 13 de abril de 2018.

vista do aluno. A educação é "não-formal" quando não é proveniente de escola, não tem certificação, é estruturada em termos de aprendizagem e a sua característica principal é ser intencional do ponto de vista do aluno. A EI, por sua vez, é toda a aprendizagem do dia a dia e pode ocorrer no trabalho, na família ou em contexto de lazer, não tem estrutura definida e não é certificadora. Pode ser intencional, mas na maioria dos casos é não-intencional.

Pode-se inferir que tanto na língua inglesa como na língua portuguesa o que há, em princípio, são dois conceitos bem distintos: o de EF e o de EI. A primeira é aquela que se adquire em espaço escolar, implantada de forma oficial pelos governos, estruturada em programas pré-determinados, departamentalizada e certificadora, podendo ser delegada. A segunda é toda aquela que se adquire fora do espaço formal de educação, não é estabelecida pelos governos, não tem uma estrutura definida e não é certificadora (os museus, as conversas informais, a convivência com os familiares, entre outras modalidades, são exemplos de meios de aquisição de EI).

Percebe-se, pois, que a EI é muito mais ampla que a EF e não há um local específico para que ocorra. Toda a educação que acontece fora da escola é informal, por princípio, ou seja, o espaço informal de educação é todo o meio social.

A EI, todavia, nalgumas ocasiões, reveste-se de certas características de formalidade, podendo ou não ter estrutura definida. A característica mais marcante nesta modalidade de educação é que ela é adquirida em locais que utilizam o conhecimento estruturado, possui uma equipa definida, visa a transmissão de conhecimento sobre um ou mais temas e serve tanto à informalidade como à formalidade, quando há atividades de aprendizagem.

Numa tentativa de identificar os espaços não-formais de educação, Jacobucci (2008) sugere observar se o local é ou não uma instituição. Sendo uma instituição, legalmente constituída para um determinado fim (museus, centros de ciências, parques ecológicos, parques zoobotânicos, jardins botânicos, planetários, institutos

de pesquisa, aquários, jardins zoológicos, dentre outros) podem ser considerados espaços não-formais de educação. Os locais que não são instituições (parque, casa, rua, praça, terreno, praia, caverna, rio, lagoa, campo de futebol, dentre outros inúmeros espaços) são espaços de EI[42].

São diversos os investigadores que defendem a importância da educação fora da escola, alegando que em muitos casos se aprende muito mais nos processos informais que nos formais (ERAUT, 2000; BECKETT & HAGER, 2002).

O certo é que, cada vez mais, as pessoas procuram informações fora do ambiente escolar. São motivadas não somente pela curiosidade natural, mas alimentadas pelos mais diversos *media* que exploram o seu imaginário, muitas vezes atraídas pelas propagandas dos meios de comunicação. Para além disto, governos e sociedade projetam museus, centros de ciências, zoológicos, entre outros ambientes, para conservar e preservar o património cultural; são espaços que se transformam facilmente em ambientes educativos, ocupando e desenvolvendo um papel social, proporcionando ao público oportunidades de aprendizagem.

Segundo Falk & Dierking (1998), secundados pela Associação de Centros de Ciência e Tecnologia dos EUA, os museus, especificamente os museus de ciência e tecnologia, são mais frequentemente visitados que os próprios eventos desportivos.

Uma pesquisa dirigida por Miller (2002) e realizada no âmbito do Conselho Nacional de Ciências dos EUA afirma que, aproximadamente, dois terços dos adultos visitou um centro de ciência ou museu de história natural pelo menos uma vez por ano naquele país.

Outros autores, como Bourdieu & Passeron (1990), argumentam que a ENF é uma boa alternativa à EF, pois muitas vezes a escola preserva e reproduz privilégios de uma determinada elite. Autores como Hewison, Dowswell & Millar

[42] Neste estudo, as menções à ENF referem-se às Instituições legalmente constituídas, conforme as sugestões de Jacobucci (2008).

(2000), Rainbird (2000), Billett (2001) e Evans *et al.*, (2002) corroboram a perspetiva de Bordieux & Passeron (*op. cit.*), embora argumentem que também a ENF não é totalmente isenta de elitização, pois esta ocorre de alguma forma nos ambientes informais.

Para além das discussões conceituais sobre a ENF e defesas sobre a importância desta discussão, há na literatura um tema central recorrente: a relação museu-escola. Esta relação, porém, é um termo genérico para representar diversas outras temáticas: a escolarização dos espaços não formais; se de facto os espaços não formais têm uma função educativa; onde está centrada a educação em museus; as discussões sobre as atuais definições e qual a estratégia sugerida pela maioria dos autores para melhor aproveitar esta relação.

### *2.2.1 A relação museu-escola*

Lopes (1991) elabora um interessante artigo crítico-construtivo para entender o esforço das atividades educativas dos museus. Os museus estão "inserindo-se, por assim dizer, em um campo que não é seu, e por isso mesmo apresentando soluções paliativas, que não contribuem para enfrentar o todo dos problemas que a escola enfrenta" (p. 4).

Conforme Lopes (*op. cit*, p. 5), chama-se escolarização dos espaços não formais "a esse processo de incorporação pelos museus das finalidades e métodos do ensino escolar". Este regime começou nas primeiras décadas do século passado, no bojo da implantação do Movimento da Educação Nova, e é proveniente da ideia de que as escolas eram deficitárias. Em 1936, uma resolução de um Congresso da *Museums Association* recomendava que os museus tornassem a ser considerados "sócios solidários na tarefa educativa" e, sem citar a "Crise Mundial da Educação", mas citando a UNESCO, defendia que esta ideia espelhava as diversas conceções políticas e económicas daquele decénio.

O trabalho de Lopes (*op. cit.*) ainda é bastante atual; todavia, aproximadamente três décadas já se passaram sob esta análise e o que se vê hoje é uma relação de maturidade entre museu-escola, embora muito se tenha que avançar; uma delas - e já alertada por Lopes no mesmo texto - é compreender o papel educativo destes ambientes.

a) A função educativa

De facto, os museus passaram a ser reconhecidos como instituições intrinsecamente educativas a partir do século XX, segundo Köptche (2003). Todavia, ainda hoje, alguns espaços não-formais de educação resistem em não assumir uma dimensão mais pedagógica, alegando que não é este o seu papel. Segundo Hooper-Greenhill (1994, p. 3), a principal função de uma instituição museológica é a de educação e é essa função que justifica, do ponto de vista social e económico, a manutenção dos museus no mundo contemporâneo.

É possível que a dificuldade de compreender esta dimensão resida num problema terminológico, pois quando se fala em ensino e aprendizagem remete-se naturalmente para as relações pedagógicas da escola (escola – professor - material escolar – avaliação – resultados - certificação). Ensino e aprendizagem em museus pode ter outro significado, pode ser sinónimo de estímulo, mudança de atitude, arte de transformar o conhecimento em inspiração, de produzir inquietação para provocar a mudança de atitude. "Tudo o que se faz num museu tem valor educativo, mesmo na ausência de toda a intenção deliberada", alerta Harrison, *apud* Mendes (2013, p. 263).

Gil (1997) lembra que o conceito de Museu de Ciência e Tecnologia já é de uma visão altamente educativa. A fundação em 1906 do *Deutsches Museum*, em Munique, na Alemanha, por exemplo, segundo este autor, teve objetivos eminentemente educacionais.

Os espaços não formais de educação não têm estrutura para se escolarizarem, não há pessoal e recursos preparados para esta função e diferem da escola em vários contextos. Tome-se como exemplo significativo a liberdade e a autonomia na escolha de conteúdos nos espaços não formais de educação que não se vê na escola. A escola é altamente institucionalizada, estruturada hierarquicamente, muito diferente dos espaços não formais de educação, onde não há créditos, avaliações e outros controles administrativos.

Pelo facto da impossibilidade de um espaço não formal se escolarizar, pode-se perfeitamente pensar numa educação com características estruturadas, mas semelhante à escola, num espaço de ENF, sim, mas parcialmente vinculado aos conteúdos escolares (em alguns casos, evidentemente) que poderá ganhar uma dimensão de formalidade. É nesta direção que se defende a dualidade intrínseca entre os espaços não formais de educação e a educação formal.

São diversas as diferenças entre as práticas pedagógicas encontradas nas escolas e nas atividades desenvolvidas nos espaços não formais de educação. Esta perceção parece tão clara para os intervenientes que, às vezes, um dos lados ou ambos se furtam a um compromisso mais estreito com as suas práticas, como se não conhecessem os interesses um do outro.

A função de ensinar cabe primeiramente à escola. Os espaços não formais de educação auxiliam enriquecendo o currículo escolar. Recomenda-se que todos os intervenientes conheçam e delimitem o seu campo de atuação, pois não se quer transformar estes espaços numa outra escola, mas não se pode evitar, apesar disto, o compromisso social destes ambientes.

A questão sobre a escolarização dos museus tem vindo a amadurecer: a função educativa é cada vez mais evidente e, segundo Rogers (2004), o conflito

existente entre as diversas definições sobre a ENF arrefeceu nos últimos anos[43]. Não se pode dizer o mesmo quanto às discussões sobre as dimensões da formalidade/informalidade (práticas pedagógicas, especificidades, limitações, estratégias de mediação, características individuais, dentre outras discussões) que ocorrem nestes ambientes:

> Em todas ou quase todas as situações em que a aprendizagem ocorre, os elementos da aprendizagem formal e informal estão presentes. Mas a questão mais significativa não são as fronteiras entre esses tipos de aprendizagem, mas inter-relações entre as dimensões da formalidade/informalidade em situações particulares (COLLEY *et al.*, 2003, p. 38).

Cada ambiente não formal é ímpar e não devem ser estudados como se todos fossem um corpo único. Segundo Bruno (1996), os museus têm cada qual a sua tipicidade, seja relacionada com a história institucional, seja com a sua conceção e estrutura profissional e administrativa, a tipologia do acervo, a localização e inserção sociocultural, entre outras particularidades.

Há diferenças não somente entre os distintos (museu x planetário; planetário x centro de ciências; herbário x oceanógrafo, como exemplos), mas também especificidades características entre ambientes supostamente iguais (planetário fixo x planetário com mobilidade; planetário em museu x planetário em centro de pesquisa). Igualmente, verificam-se diferenças de especificidades dentro do mesmo ambiente. Assim, por exemplo, um Planetário pode oferecer aos seus visitantes não somente uma sessão de cúpula, mas complementar com uma exposição, uma palestra, a visita a um observatório, entre outras atividades. Em cada proposição são equacionadas questões relacionadas com temas, imagens, comunicação, atendimento, para além de outras temáticas. A título de exemplo, um Planetário com mobilidade pode ser mais estruturado sob o ponto de vista da ENF que um

[43] A partir de 1986, segundo Rogers (2004, p. 140) o termo ENF foi substituido por outras terminologias como "alternativas ao ensino tradicional" ou "educação e formação vocacional", enfraquecendo o calor das discussões.

Planetário fixo, quando o habitual seria o inverso. Uma sessão de cúpula pode ser melhor conduzida para um processo de ensino e aprendizagem do que outra que visa apenas a divulgação científica.

Toma-se este trabalho de Tese como um caso a exemplificar. Estudam-se as questões de aprendizagem em Planetários num sentido estrito: técnica de transmissão de conhecimento, através de uma sessão de cúpula totalmente automatizada. Não se está a considerar o Planetário como um todo, ou seja, todas as atividades que podem ser desenvolvidas nestes ambientes. O trabalho refere-se, especificamente, à sala de projeção, onde se encontra o "coração" dos Planetários ou, para utilizar o termo da museologia, onde se encontram os objetos imateriais e intangíveis da exposição. Para além disto, toma-se um grupo específico de visitante, não se podendo generalizar a todo o seu público. Padilla (2001), ao comentar a ENF, lembra que um visitante pode estar nestes ambientes sem nenhum vínculo direto com a escola, podendo o ambiente representar para uns a ENF e para outros a EI.

Cury (2000, p. 9) analisa dois ambientes extremamente parecidos, os museus de ciências e os centros de ciências, e elabora uma tabela comparativa. Nos primeiros itens desta tabela, demonstra que ambos têm uma função social e educacional, uma mesma política de atuação e um comprometimento com a socialização do conhecimento; porém, a partir deste ponto as diferenças começam a fazer-se notar.

Segundo Cury (*op. cit.),* o museu de ciências "preserva os acervos e comunica", enquanto o centro de ciências apenas "comunica". O método de trabalho do museu de ciências é "centrado no processo de preservação do acervo", enquanto o do centro de ciências é "centrado na comunicação". Os acervos dos museus de ciências são "adquiridos e buscam formar coleções", a sua preocupação é a "conservação preventiva e restauração", ao passo que no centro de ciências os

objetos e modelos são “fabricados ou encomendados como modelos expositivos e estão em constante renovação, manutenção e reposição”.

Ainda segundo Cury (*op. cit.*), até mesmo a comunicação em cada espaço museológico apresenta uma tipicidade própria. Nos museus de ciências, a comunicação é “pertinente ao acervo”, realizada através de exposição, monitorização e outras estratégias; o mesmo acontece com os centros de ciências, mas com uma distinção - a comunicação neste último está sempre relacionada com “temas científicos e sempre ligados à política científica do próprio centro”. Por outras palavras, as atividades do museu de ciências são orientadas pelo acervo e a exposição é a principal forma de comunicação; nos centros de ciências, as atividades são orientadas pela divulgação científica e sempre há ênfase sobre um meio específico.

Queiroz *et al.* (2011) advertem, referindo-se a grupos de alunos, que em alguns casos, por não conhecerem as características dos ambientes visitados, os professores deixam de aproveitar as potencialidades educativas, fazendo das visitas meros passeios. A principal intenção dos professores, segundo Cazelli et al. (1998), é a correspondente relação com os assuntos tratados em sala de aula. Sendo assim, para que os espaços não formais possam satisfazer melhor os interesses do seu público, seria interessante a promoção de cursos aos professores, não somente como formação continuada (CHAGAS, 1993), mas também através de cursos que ensinariam a planear as visitas com a finalidade de explorar as diversas potencialidades do ambiente. Não seria exagero afirmar que esta última possibilidade, se bem conduzida, poderia sobrepor-se à primeira.

b) Centralização da educação em museus

Durante, aproximadamente, vinte anos (1968-1986), de acordo com Rogers (*op.cit.*) os educadores de todo o mundo ocuparam-se em definir e discutir a ENF.

Surgiram as mais diversas interpretações e definições, a ponto mesmo de se achar que a ENF resolveria todos os problemas da educação.

Ao analisar minuciosamente as definições de Coombs & Ahmed (1974) para ambos os termos, Roger (*op.cit.*) percebe que na verdade, quando se quer falar em ENF, pretende-se dizer "aprendizagem informal". Neste sentido, este autor parece seguir as definições de aprendizagem formuladas por Kolb (1984), de que o sistema dicotómico ensinar-aprender é inerente ao ser humano e só ocorre motivado pelos seus propósitos ao longo da vida, sendo esta pessoa escolarizada ou não.

O mesmo pode inferir-se a partir das palavras de Gohn, *apud* Marandino (2017), que define se um espaço é informal ou não formal através da intencionalidade do sujeito. A expressão *free-choice learning*, cunhada por Falk & Dierking, segundo Gohn (2006) e Marandino (*op.cit.*), nada mais é do que centrar a dimensão de formalidade ou não da educação no sujeito. O sujeito é quem define a sua intenção. Pode-se observar nas questões levantadas por Marandino, a seguir, as adversidades encontradas nestes ambientes:

> uma família visitando um jardim botânico estaria vivenciando a modalidade não formal ou informal? E o jardim botânico, ao musealizar seu espaço, organizando os organismos vegetais de uma forma específica e divulgando informações por meio de painéis, etiquetas, *folders* ou mesmo do discurso de um mediador, estaria praticando a modalidade não formal ou informal? E se uma escola visitasse esse mesmo jardim botânico, estaríamos falando de uma educação formal ou não formal? (MARANDINO, 2017).

c) Uma nova educação não-formal

Roger (2004) adverte que entre querer entender e definir os diversos tipos de educação, melhor seria pensar num processo *continuum* de educação. Alguns programas, principalmente em países do terceiro mundo, surgiram com a roupagem de ENF, mas dentro da formalidade. Este autor cita o BRAC - Bangladesh

Rehabilitation Assistance Committee[44]- pioneiro da educação primária não formal para desfavorecidos e lembra outras iniciativas semelhantes em Ásia, e em concreto nas Filipinas, Tailândia e África. São programas mais flexíveis, com professores com menor treino, currículo mais simplificado, diferentes materiais de ensino-aprendizagem, mas que fazem a acreditação como na EF. E o que dizer da educação à distância (EAD), a formação de grupos especiais para atender necessidades localizadas e outras formas de escolaridade que surgem a cada momento, possuindo diferenças em espírito e em forma e são certificadoras? "Onde de fato termina a EF e onde começa a ENF", questiona Roger? Num processo *continuum*, em que os programas são parcialmente formais (fornecidos pelas agências) e parcialmente informais (determinados pelos participantes), as aprendizagens tornam-se mais significativas.

Marandino (2017), a partir da proposta de Roger e dos diversos critérios discutidos na literatura, conclui que

> alguns critérios demarcam as experiências formais, não formais e informais, como: seus propósitos, a forma de organização do conhecimento, o tempo de desenvolvimento das ações, a estrutura com que é organizada, as formas e os agentes/sujeitos que controlam as práticas e a própria experiência e a intencionalidade que a fundamenta. [...] Podemos ainda observá-lo pelos olhos da instituição ou do sujeito da aprendizagem. Dessa forma, um museu, por exemplo, poderia ser nomeado como um espaço de educação não formal quando o pensamos como uma instituição que possui um projeto estruturado e com um determinado conteúdo programático e, em especial, com intencionalidades educativas determinadas. Contudo, sob o olhar do público, poderíamos considerá-lo, por exemplo, como educação formal, quando alunos o visitam com uma atividade totalmente estruturada por sua escola, buscando um aprofundamento em um determinado conteúdo específico. E podemos, ainda sob o olhar do público, imaginá-lo como educação informal, ao pensarmos em um visitante que procura

[44]O BRAC é a maior organização internacional não-governamental de desenvolvimento com sede em Bangladesh, atuando em 13 países da Ásia, África e Américas, com mais de 100.000 funcionários. É a maior provedora privada de educação secular do mundo. Disponível em http://www.brac.net/program/education/. Acesso em 18 de maio de 2018.

> um museu para uma experiência de fruição e entretenimento em um final-de-semana com seus amigos ou familiares.

A partir destas considerações, as práticas nos ambientes não formais de educação podem definir o sentido da formalidade, informalidade ou não-formalidade.

Quando um determinado grupo específico se dirige a um espaço não formal de educação com objetivos definidos, com intenções previamente acordadas respeitando cada qual os seus limites, procura obter um melhor aproveitamento destes ambientes por intermédio das parcerias. Pode-se entender a parceria sob diversos ângulos, nomeadamente estudando juntos as estratégias de visita, a escolha dos temas a serem tratados, o compromisso pedagógico, a transparência no fazer educacional, a participação ativa dos intervenientes, o comportamento ou a eficácia da exposição, entre outros.

d) Estratégias de mediação

Em certa medida, a maioria dos investigadores que trata da ENF, seja em museus ou não (ALLARD *et al.*, 1996; MARANDINO, 2001; CHAGAS, 1993, GOHN, 2006), apenas para citar alguns, destaca como estratégia de mediação uma melhor aproximação entre os intervenientes.

A parceria é estabelecida através do diálogo caso a caso e não há fórmulas mágicas. Segundo Hooper-Greenhill (1994), por mais que se queira elaborar uma definição para uma melhor abordagem educativa nos museus, tal não é possível. Allard *et al.* (1996) sugerem a procura de objetivos em comum para estabelecer uma parceria eficaz entre as duas educações.

Neste sentido, pode-se apresentar uma pequena digressão ilustrativa. Os melhores trabalhos desenvolvidos por este investigador, durante vinte anos, através de um planetário com mobilidade, no Brasil, e cujo foco era declaradamente a

aprendizagem, foram aqueles cujo vínculo entre o Planetário e a escola foi de facto mais estreito. Até mesmo as questões financeiras eram utilizadas para incrementar esta relação como sucedia, por exemplo, quando o Planetário declinava o pedido de uma escola privada cuja intenção era somente mimosear os seus alunos numa estratégia de *marketing*. Se não houvesse um compromisso com a aprendizagem, refutava-se a atividade.

Scribner & Cole (1973) defendem que a escola deveria aproveitar melhor os espaços não formais de educação. Uma parceria bem orientada entre a EF e a ENF poderia ser benéfica para todos, numa espécie de permuta ou um *"two-way movement"*, nas palavras dos autores, principalmente em casos em que os alunos sentem dificuldades na aprendizagem. Cañelas (2006, p. 45) pensa de forma semelhante - "os programas de educação formais e não-formais tendem a complementar-se e [...] entre estes não existem diferenças significativas ao nível de algumas dimensões estruturantes".

Gohn (2006, p. 29) pontua algumas diferenças entre os três tipos de educação (formal, não-formal e informal). Após questionar alguns aspetos sobre como quem de facto educa, qual o espaço físico territorial onde transcorrem os atos e os processos educativos, como se educa e em que contexto, a autora levanta uma questão fundamental: qual a finalidade ou objetivos de cada um dos campos de educação assinalados? Eis uma diferença fulcral citada por esta autora: "A educação não-formal capacita os indivíduos a se tornarem cidadãos do mundo, no mundo. Sua finalidade é abrir janelas de conhecimento sobre o mundo que circunda os indivíduos e suas relações sociais" (p. 13).

Na sequência, Gohn (*op.cit.*) defende que a educação não-formal trabalha e forma a cultura política de um grupo e desenvolve laços de pertença. Nesta linha de raciocínio, a autora elenca vários processos no campo não-formal, dentre eles:

> a) A construção e reconstrução de concepção (ões) de mundo e sobre o mundo; b) contribuição para um sentimento de identidade com uma dada comunidade; c) forma o indivíduo para a vida e suas adversidades (e não apenas capacita-o para entrar no mercado de trabalho; e) cria condições aos indivíduos para desenvolverem sentimentos de auto-valorização, de rejeição dos preconceitos que lhes são dirigidos, o desejo de lutarem para ser reconhecidos como iguais (enquanto seres humanos), dentro de suas diferenças (raciais, étnicas, religiosas, culturais; f) os indivíduos adquirem conhecimento de sua própria prática, os indivíduos aprendem a ler e interpretar o mundo que os cerca (p. 30).

Embora Gohn discuta aqui o papel da educação em espaços não formais, acaba por refletir simultaneamente as questões da cultura científica, um dos pilares dos espaços da divulgação científica. Faltam nestes ambientes, ainda segundo Gohn, formação específica no campo pedagógico, definição das suas finalidades, sistematização e construção das metodologias utilizadas.

É importante que se tenha em mente qual é de facto o papel dos espaços não formais de educação e, ao conhecê-lo e defini-lo, tomar consciência de que não há pretexto para um afastamento do seu contributo social.

Após a abordagem sobre o ensino das ciências no capítulo dois e as contribuições dos espaços não formais na educação escolar, apresentar-se-á, no próximo capítulo, uma noção geral sobre a origem dos Planetários e a sua evolução histórica, para que nos adentremos na metodologia.

# 3 PLANETÁRIOS: DEFINIÇÃO, HISTORIAL E TENDÊNCIAS

O Planetário é uma instituição aberta ao público, enquadrada numa categoria específica de museus, onde se abrigam um ou mais projetores que reproduzem imagens num teto hemisférico. Tem como objetivo principal a divulgação científica, através da astronomia (daí a sua denominação), embora os mais modernos possam abranger um amplo e variado espetro do conhecimento humano.

Assim como não se concebe um cinema sem um mecanismo que possa reproduzir um filme num anteparo, não se concebe um "Planetário" sem o instrumento, também denominado "planetário", que dá sentido às suas atividades.

O Planetário tal como o conhecemos hoje surgiu em 1923, como se verá, mas a história de um artefacto que tenta reproduzir a "esfera celeste" com objetivos didáticos tem origem há mais de dois milénios. Conhecer o desenvolvimento deste mecanismo é conhecer os objetivos desta instituição e as mudanças que vão sendo operadas neste ambiente, necessárias para acompanhar as discussões que serão realizadas aquando da apresentação dos resultados desta investigação.

Segundo Oliveira (2010, pp. 22-25), pode-se dividir a história dos "planetários" em três grandes períodos. O primeiro período tem início num passado remoto e vai até ao ano de 1923; caracterizou-se por variadas tentativas realizadas ao longo do tempo para se criar um artefacto que pudesse servir de modelo do firmamento, revelando-se a importância da "esfera" nesta materialização.

O segundo período inicia-se com a invenção de um "projetor de estrelas" que, apesar da aparente aproximação a um cinematógrafo na sua funcionalidade, é distinto, uma vez que não se serve de uma película em fotogramas como aquele.

O terceiro período - e atual -, surge por volta de 1980, com a conceção de um novo dispositivo, cuja tecnologia digital é, por sua vez, análoga à dos projetores

mais modernos utilizados nas salas cinematográficas. Por ser este período mais recente, tomar-se-á mais o conceito que a descrição técnica.

## 3.1 O primeiro período

Pode-se atestar que os planetários tiveram origem no hábito humano de observar a abóbada celeste. Para os povos da antiguidade, os astros giravam quase impercetíveis, lentos, silenciosa e misteriosamente, a surgir de um lado do céu e a desaparecer no lado oposto, enquanto a Terra estava parada. Para onde se dirigiam as estrelas após o seu desvanecimento? Estes observadores apercebiam-se, depois de um certo período, de que muitos daqueles luzeiros voltavam a realizar o mesmo percurso, enquanto outros se ocultavam para reaparecerem mais tarde, repetindo o ciclo. Uma grande e imensa "esfera" girava em torno da Terra e todos os astros estavam nela encravados.

Esta perceção de "esfera celeste", porém, não foi fabulação somente dos povos da antiguidade. Atualmente, qualquer pessoa que se proponha ficar algumas horas a observar o céu pode imaginar-se no centro desta "colossal esfera". Se na antiguidade as pessoas desconheciam as razões para o movimento desta "esfera", hoje, ainda que com as razões esclarecidas, apesar de alicerçadas por amplo conhecimento científico, poucas pessoas se atreveriam a tentar provar que é a Terra que gira em torno do Sol e que a Terra gira em torno do seu próprio eixo imaginário.

Motivo de discussão desde a origem do homem, somente há quatro séculos é que esta "engrenagem celeste" com uma ou mais esferas - de acordo com o entendimento e as explicações de cada observador solitário - foi aos poucos sendo elucidada por estudiosos, cada qual em seu tempo.

Enquanto as respostas não se revelavam, atribuíam-se os movimentos cíclicos dos objetos celestes a um sinal divino. Assim *"acreditavam que os deuses do céu*

*tinham o poder da colheita, da chuva e mesmo da vida"* (KEPLER & SARAIVA, 2014, p. 1). Era natural, portanto, que compreender os mistérios do firmamento significasse estar mais próximo dos deuses, imortais e supremos, que exerciam poder sobre toda a vida na Terra. O homem não somente precisava de compreender a natureza, mas procurava imitá-la, artificializá-la, a fim de conseguir o entendimento sobre todas as coisas, a sua origem, o seu destino, talvez a imortalidade, quiçá a conquista de poderes.

A astronomia é considerada a mais antiga de todas as ciências, tendo sido a primeira ciência a registar as suas observações e, igualmente verosímil, a primeira a instrumentalizar o conhecimento. Há registos de caráter astronómico gravados em rochas e em cavernas há pelo menos 50.000 anos (FARIA, 1987, p. 14); os monumentos megalíticos[45] que possuem estas marcas, embora tenham sido registadas para práticas religiosas ou sagradas, cultos à natureza, de fecundidade ou outras finalidades, não deixam de ser, como tal, um expediente astronómico, ainda que ao serviço de alguém, de um grupo ou de uma classe social (MATSUURA, 2014).

Da antiguidade - e mais consentâneo com o conceito atual de instrumento - pode-se referenciar o gnómon. Através da posição da sombra provocada por uma haste fixa, exposta aos raios do sol, este dispositivo indicava os períodos do dia; foi concebido pelos babilónios cerca de 3.500 a.C., segundo o historiador Heródoto (480-425 a.C.), e aperfeiçoado ao longo do tempo (SPINELLI, 1998). Inicialmente impreciso, ajudou ainda assim a chegar nos atuais relógios (dispositivos quânticos) cuja margem de erro é de um segundo em milhares de milhões de anos (HUTSON, 2017).

[45] São exemplos de monumentos megalíticos: os monólitos de Cromeleque dos Almendres, em Portugal (ALVIM, 1996), Pedras de Callanish, na Escócia, o Círculo de Stonehenge, em Inglaterra, as Rochas de Carnac, em França (FARIA, 1987, p. 14).

Outro exemplo de dispositivo de cariz astronómico é a rosa-dos-ventos. Trata-se de um círculo com divisões simétricas rotacionais cuja invenção é atribuída a Aristóteles Timóstenes (~250 a.C.), piloto-mor da marinha de Ptolomeu II, rei do Egito. Nas suas lições, Timóstenes afirmava que o vento era proveniente de vários caminhos: os ventos que partiam de dois eixos principais (Bóreas, Nótus, Zéfiro e Apeliotes), correspondentes hoje aos quatro pontos cardeais, distantes um do outro em 90º, e mais dois eixos entre cada um dos principais, atualmente próximos dos colaterais e subcolaterais, cada qual com as suas denominações. Foram orientações incertas no passado, para uma margem de erro de apenas dez centímetros no sistema de geoprocessamento japonês Michibiki, a ser inaugurado em 2018[46].

Não é propósito deste texto fazer uma revisão dos instrumentos científicos; uma consulta à História da Astronomia em Hoskin (1999) ou Kepler & Saraiva (2014) possibilitará identificar diversos instrumentos, dos mais simples aos mais complexos, que foram utilizados para chegar ao atual estádio do conhecimento neste campo. Esta perspetiva de que "*a técnica acompanha a descoberta científica*", na expressão de Acot (2001, p. 24), pode-se reportar à "esfera" como arquétipo dos planetários como se verá a seguir.

A "esfera" ou "globo" foi utilizada entre os pensadores gregos para representar, didaticamente, a posição, o formato e os movimentos aparentes dos astros. Não somente representar como personificar – *"cerrado invólucro de Harmonia está fixado* ***Esfero***[47] *torneado, alegre em sua solidão circular"*, escreveu Plutarco sobre a face da Lua (PESSANHA, 1985, p. 196).

Pitágoras de Samos (~573-497 a.C.) considerava a esfera a forma mais perfeita da geometria, acreditando que havia esferas distintas para o Sol, a Lua, os planetas e as estrelas. No diálogo entre Sócrates e Símias, segundo Platão, fica

[46] Disponível em http://global.jaxa.jp/projects/sat/qzss/. Acesso em 22 de outubro de 2017.
[47] Destacado nosso.

implícito que "*a terra é uma esfera que se acha colocada no centro do universo e ao redor dela gravita a abóbada celeste, que é uma esfera oca e cujo centro se confunde com o centro da própria terra"*(PESSANHA, 1991, p. 190).

Na tentativa de explicar os movimentos dos astros, Eudoxus de Cnidus (408-355 a.C.) propôs as esferas concêntricas, mais tarde aperfeiçoadas por Aristóteles de Estagira (384-322 a.C.), considerando que "*o mundo supralunar estaria constituído por uma sucessão de esferas, cada qual movimentando-se em função da esfera imediatamente superior, que atua como motor"* (PESSANHA, 1987, p. 29).

Tão incontestável era a "esfera celeste", que Hiparco de Nicéia (160-125 a.C.), convencido da sua existência, deduziu não somente a direção dos polos, como subtendeu um outro movimento, o de precessão (KEPLER & SARAIVA, 2014, p. 4). Outrossim, não convencido dos movimentos de alguns astros que percorriam o céu dissemelhante, Hiparco propôs os epiciclos - pequenos círculos que um astro parecia descrever em torno de um ponto fictício, que por sua vez estava incrustado na grande esfera -, mais tarde aperfeiçoados por Ptolomeu (87-150 d.C.), cuja interpretação permaneceu sem retificação até ao século XVI.

Em 1537, Nicolau Copérnico (1473-1543) deu os primeiros passos em defesa do heliocentrismo, mas o universo conhecido continuou a ser representado por uma esfera, a "esfera das estrelas fixas".

Mais compreensível que surpreendente, contudo, é o facto de a "esfera celeste" continuar a ser amplamente utilizada como um dispositivo hipotético, tanto nos estudos das posições e dos movimentos relativos dos astros, como no cálculo das órbitas dos satélites artificiais, nas trajetórias de sondas espaciais, na determinação das massas e na determinação das posições relativas dos astros, quer no âmbito dos estudos da astronomia de posição quer em estudos concernentes a outras ciências.

### *3.1.1 Esferas notáveis ao longo do tempo*

Seguindo a *timeline* sobre a história dos planetários nos textos disponíveis pela IPS – International Planetarium Society (IPS)[48], a instituição que reúne o maior número de Planetários associados, há diversas esferas ao longo deste primeiro período da história dos planetários que foram pensadas para materializar o movimento dos astros. No entanto, algumas merecem uma atenção particular pelo seu valor histórico e pela sua invulnerabilidade: o *Kugel Globe*, o *Mainz Globe* e o *Farnese Globe.* Além destes globos, não se pode olvidar a inquietante "Esfera de Arquimedes", que nos chega por acaso através das obras do orador grego Cícero (106-43 a.C.), e acerca da qual estudos arqueométricos recentes efetuados num artefacto encontrado no Mar Mediterrâneo deram pistas da sua autenticidade.

Kugel é um dos curadores da Galerie J. Kugel em Paris e realiza exposições culturais desde 1970[49]. Não somente realiza exposições como é referência para aquisições por antiquários e instituições museológicas. Pelo seu valor insólito, uma das peças deste museu ficou conhecida como *Kugel Globe*. Datado entre 200-300 a.C. (Figura 1), é uma esfera oca com apenas 6,3cm de diâmetro confecionada em prata. Segundo observações de Cuvigny (2017), acredita-se que tenha sido cópia de uma "esfera" mais antiga, uma vez que há imperfeições na disposição dos astros que estão nela impressos.

O *Mainz Globe* (Figura 2), uma obra do Império Romano (150-220 d.C.) provavelmente originária do Egito, encontra-se em exibição no Römisch-Germanischen Museum Köln*,* na cidade de Colónia, na Alemanha. Trata-se de uma esfera oca produzida em latão, com onze centímetros de diâmetro, que foi a coroa de um gnómon num relógio de sol. Exibe as constelações, retrata o zodíaco e os

[48] Disponível em http://www.ips-planetarium.org/. Acesso em 05 de outubro de 2017.
[49] Disponível em http://www.galeriekugel.com. Acesso em 30 de outubro de 2017.

grandes círculos dos solstícios e equinócios. De acordo com as observações de Dekker (2009), foi aí que pela primeira vez se viu a Via Láctea representada.

O *Farnese Globe* (Figura 3) tem um diâmetro de sessenta e cinco centímetros, representando as constelações em alto-relevo. Trata-se de uma esfera colocada sobre os ombros de Atlas, o titã da mitologia grega, configurando numa estátua com 2,1 metros de altura e que se encontra no Museo Archeologico Nazionale di Napoli. O objeto denomina-se Farnese por ter sido adquirido, na segunda metade do século XVI, pelo cardeal italiano Alessandro Farnese.

**Figura 01** - *Kugel Globe*
**Fonte:** Kugel (2017)[50]

**Figura 02** - *Mainz Globe*
**Fonte:** Kugel (2017)[51]

**Figura 03** - *Farnese Globe*
**Fonte:** Schaefer (2005)

O *Farnese Globe* ganhou maior importância depois de o astrónomo Bradley Schaefer, da Louisiana State University, ter analisado a sua autenticidade. Considerando as figuras das constelações representadas no globo, a latitude e a declinação dos círculos, assim como a precessão, Schaefer (2005) concluiu que o globo foi concebido por alguém que se encontrava no hemisfério norte, entre os paralelos 34º e 38º, por volta de 125 a.C., com uma margem de erro próxima de cinquenta anos.

Cícero descreve uma conferência privada entre oito personagens que foram ter com Cipião Emiliano, um dos cônsules da República Romana, que se encontrava de férias "nos seus jardins" (PESSANHA, 1985, pp. 290-294). O primeiro visitante

[50] Disponível em http://www.galeriekugel.com. Acesso em 30 de outubro de 2017.
[51] Disponível em http://www.galeriekugel.com. Acesso em 30 de outubro de 2017.

a chegar foi Tuberão, noticiando que os demais amigos não tardariam. Começou a indagar o anfitrião sobre as discussões que estavam a ocorrer no senado, relativas ao aparecimento de um "novo Sol". Tuberão estava reticente em acreditar naquele fenómeno celeste, contudo pessoas que gozavam de um bom prestígio na comunidade confirmavam a duplicidade do astro-rei. Não era este o tema principal do diálogo que iria travar-se entre aquele grupo de amigos, porém, todas as vezes que o assunto principiava, logo era interrompido com a chegada de um novo elemento que, por sua vez, queria inteirar-se da discussão; nesta indiscrição, todos se envolveram no tema. Quando Filão estava com a palavra, veio-lhe à memória uma recordação vivida:

> *não posso esquecer que C. Sulpício Galo, homem sábio e douto, conforme se afirma universalmente, ouvindo falar de um caso semelhante em casa de M. Marcelo, que fora cônsul com ele, mandou que lhe trouxessem o globo celeste que o avô de Marcelo tomara, no sítio de Siracusa, daquela cidade magnífica e opulenta, sem tirar de tão abundante conquista outro despojo; eu ouvira falar dessa esfera a propósito da glória e do renome de Arquimedes, e me admiraria se não soubesse que existia outra mais notável, construída pelo próprio Arquimedes e levada por Marcelo ao templo da virtude. Mas depois, quando Galo começou a explicá-la com sua grande sabedoria, achei que o siciliano tinha mais gênio do que a natureza humana parecia permitir. Galo dizia que a outra esfera sólida e maciça era invenção antiga, posto que o primeiro modelo se devia a Tales de Mileto, que depois Eudóxio de Cnido havia nela representado e descrito todos os astros que podemos admirar na abóbada celeste, e que muitos anos depois Arato a completara com seus versos, aproveitando esses desenhos e valendo-se não da ciência astronómica mas da poética. Esse gênero de esfera em que se representa o movimento do sol e da lua e o das cinco estrelas que se chamam errantes, não se podia demonstrar de um modo sólido. E o mais admirável, no invento de Arquimedes, consiste em ter ele achado um meio de demonstrar a convergência dos astros para um ponto no meio da diversidade e desigualdade de todos os seus movimentos e trajetórias. Quando Galo punha a esfera em movimento, via-se, a cada volta, a lua suceder ao sol, no horizonte terrestre, como ela sucede ao sol todos os dias no céu; via-se, por conseguinte, o sol desaparecer na esfera, como no céu, e pouco a pouco a lua vir projetar-se na sombra da terra, ao mesmo tempo que o sol (surge) do lado oposto* (PESSANHA, 1985, p. 294).

Não demorou para que o assunto sobre o "astro-rei" se exaurisse, pelo que o diálogo prossegue sobre o melhor sistema político, ideia central do *Tratado da*

*República*. O duplo Sol parece ter sido um artifício literário do maior orador romano da antiguidade, para principiar uma das suas principais obras.

Nem mesmo Cícero, com toda a sua capacidade imaginativa, sabedoria e lucidez, poderia ter como intenção que esta narrativa, com pouca ou nenhuma importância para a sua obra política, deixasse à humanidade a história dos primeiros mecanismos representativos da "esfera celeste": aqueles que poderão ter sido a fase embrionária do primeiro planetário.

Não foram encontrados indícios da materialidade destes mecanismos atribuídos a Arquimedes e, por isto mesmo, pode-se interrogar se estes artefactos foram genuínos ou se não foram o resultado de simples devaneios de Cícero no *script* de Filão. É difícil atestar, mas pode-se elaborar algum juízo de valor.

Uma síntese de todas as conquistas de Arquimedes ocuparia um capítulo deste trabalho. Os seus feitos como matemático e inventor são do domínio público, mas somente conhecendo as suas obras é que se revela a sua proeminência. Como inventor, e decorrentes dos seus trabalhos, destacam-se: o parafuso de Arquimedes, as máquinas para defesa militar, os instrumentos de balísticas e outras invenções cuja outorga ainda é objeto de investigação. Com todos estes tratados e capacidade inventiva, elaborar uma mecânica que pudesse fazer girar uma peça esférica, com uma simples dobadoura, citando um caso análogo, parece não ser obra de muita exigência intelectual para um homem com estas valências.

A outra asseveração encontra-se no conhecimento desproporcional de Cícero, influente homem público que recebeu parte da sua educação na Grécia. Possuía um conhecimento eclético, sendo "*amigo de epicuristas, estóicos, peripatéticos e acadêmicos*" (PESSANHA, 1985, p. 18), sem se vincular a qualquer doutrina grega, e, à vista disto, não era homem de verdades absolutas. Segundo Pereira (2006, p. 101), Cícero *"Foi um estadista, escritor, teorizador da retórica, filósofo, epistológrafo"*, dentre tantos outros atributos. O eloquente orador relata a sua visita

ao túmulo de Arquimedes em Siracusa, encimado por uma esfera com um cilindro inscrito, o que prova o seu conhecimento e o interesse por esta personagem (RORRES, 2017). Tomando todos estes predicados, podemos inferir que a narrativa de Filão é credível, embora, como um paradoxo, seja a prosa fictícia.

Uma nova perspetiva para reavivar o diálogo de Cícero encontra-se numa peça descoberta em 1903 na ilha de Anticítera (Antikythera) cuja importância e detalhes carecem de desenvolvimento num tópico à parte, a seguir.

Há diversas outras referências a globos da antiguidade e acredita-se mesmo que os matemáticos, astrónomos e pensadores naquela altura não se furtaram em reproduzi-las; todavia, trata-se muitas vezes de fragmentos de esfera que dão margem a especulações ou investigações inconclusivas que, por falta de propósito, deixarão de ser comentadas neste trabalho.

O céu, como uma esfera celeste, foi o arquétipo e a mais sincrónica técnica que os homens utilizaram para chegar ao atual conhecimento sobre o Universo. Não seria exagero afirmar que foi, e ainda é, o modelo mais metafórico da ciência astronómica. Basta lembrar as lições de João de Sacrobosco (1195 – 1256), matemático, astrónomo, clérigo inglês e professor da Universidade de Paris, autor do *Tractatus de Sphaera "o livro clássico de iniciação astronómica adotado praticamente em todas as escolas medievais e renascentistas durante mais de quatro séculos"* (FIOLHAIS & MARTINS, 2016).

### *3.1.2 A esfera em movimento*

Com os avanços da horologia no mundo ocidental, no início do século XIII, alguns especialistas imprimiram o rigor matemático a peças de relógios. Alguns destes mecanismos mostravam não somente as horas, mas os movimentos dos astros como a Lua, o Sol e os planetas - literalmente, um "relógio astronómico". Já não

bastava uma esfera para representar os astros, era preciso imprimir-lhe mobilidade. Como ilustração, citam-se duas ocorrências.

Em 1327, Richard de Wallingford (1292-1336), um clérigo inglês, projetou e iniciou a construção de um relógio astronómico a ser instalado na Abadia de Saint Albans, em Inglaterra; infelizmente, a edificação foi destruída aquando da "dissolução dos monastérios" por Henry VIII, e com ela o maquinismo. Tratava-se da construção de um relógio que mostrava o curso dos planetas, o Sol e a Lua (BENDER, 1998). O clérigo morreu sem ver a sua obra concluída; porém, deixou todo o projeto registado no *Tractatus Horologii Astronomici* (WALLINGFORD, 1976) o que tornou possível a sua finalização por um sucessor. Destaca-se este projeto, nesta ocorrência, pela sua complexidade, dado que os mostradores de horas e dos eventos astronómicos estavam dispostos numa mesma face (*one sky - one face*), uma engenhosidade difícil de ser executada naquela altura.

Quase no mesmo período, o italiano Giovanni de Dondi (1330-1388), astrónomo e engenheiro mecânico, construiu um relógio de "pêndulo" cujo propósito era descrever o movimento dos astros com precisão matemática. Denominou-o "*planatarum ou astrarium",* uma *"imitação humana da arte divina"*, conforme se expressa Ítalo (2015, p. 58) numa figura de linguagem. Neste trabalho, Giovanni de Dondi menciona que o "*astrarium"* foi baseado no trabalho dedicado ao papa Urbano IV - *Teorica Planetarum*, de Campano de Novara (1220-1296)[52] -, onde o autor ensina a construir um "*equatorium"* que Dondi preferiu denominar *"astrarium".* Por sua vez, Dondi descreveu o seu trabalho em *Tractatus Astrarii*, obra a partir da qual o "*astrarium*" foi reproduzido daí em diante.

A lista destes "relógios astronómicos" não é pequena, embora alguns tenham sido produzidos como peça de ornamentação, a exemplo de alguns modelos dos

[52] Cumpre observar que o trabalho de Campano de Novara não foi totalmente original, mas baseado em trabalhos árabes, conforme Bagliani (1974).

séculos XVI e XVII, construídos para a corte de William IV, Landgrave de Hesse-Kassel, que estão expostos no Museum Astronomisch-physikalisches Kabinett, em Dresden, na Alemanha.

Posteriormente, as demonstrações dos astros ganharam autonomia, saíram das caixas dos relógios e foram exibidas em planos sobre uma mesa ou em teto, em forma de maquetes. John Rowley, um conhecido fabricante de instrumentos em Londres, recebeu em 1713 um pedido de Charles Boyle, o 4º. Conde de Orrery, para elaborar uma maquete do Sistema Solar. Rowley reproduziu um modelo, a partir de um *design* que fora elaborado por George Graham (1673-1751), famoso relojoeiro da capital londrina; a partir desta encomenda, os instrumentos que representam os movimentos dos astros num plano passaram a ser denominados *Orrery*, embora, atualmente, no âmbito escolar, sejam denominados, erroneamente, como "planetários". Foi baseado neste modelo que surgiu o "planetário" de Eisinga em 1780, criado para fins didáticos (Figura 4). É o maior e mais antigo *Orrery* em funcionamento.[53]

Conta-se que a iniciativa de Frisian Eise Eisinga se deu alguns meses antes do dia 08 de maio de 1774, quando correu a boa nova de que a Lua, Mercúrio, Vénus, Marte e Júpiter estariam em conjunção; a notícia provocou amedrontamento nos habitantes da região de Franeker, na Holanda, pois o fenómeno astronómico faria a Terra "deslocar-se de sua órbita e ser incinerada pelo Sol". Eisinga (1744-1828), um matemático diletante, resolveu construir um mecanismo, na sala da sua residência, para mostrar aos incautos que se tratava de uma notícia inverídica[54].

[53] Disponível em https://www.planetarium-friesland.nl/en/. Acesso em 25 de julho de 2018.

[54] Disponível em https://www.planetarium-friesland.nl/en/. Acesso em 25 de julho de 2018. É bem provável que o invento não tenha chegado a ser concluído para explicar a conjunção de 1774, visto que o dispositivo somente foi concluído sete anos mais tarde.

Para além dos relógios astronómicos e da invenção dos *Orrerys*, a ideia de se elaborar um globo revivesceu em meados do século XVII, sendo, porém, maiores em relação aos da antiguidade, com movimentos mecânicos e com abertura para que algumas pessoas neles pudessem entrar. Foi o que fizeram Adam Olearius e Andreas Bösch, a pedido do Duque Friedrich III, Duke of Holstein-Gottorp, em Schleswig. Olearius elaborou o projeto de um globo com 3,11 metros de diâmetro e Andreas Bosch executou o empreendimento, com a colaboração de diversos profissionais. Inaugurado em 1664, depois de dez anos de construção, ficou conhecido como o *Globo de Gottorf* (Figura 5).

**Figura 04** - *Orrery Eisinga*

**Fonte:**Eisinga Planetarium[55]

**Figura 05** - *Globo de Gottorf*

**Fonte:** Lühning, 2017

**Figura 06** - *Atwood Sphere*

**Fonte:** Adler planetarium[56]

Visto do lado exterior, o *Globo de Gottorf* era um globo em escala reduzida do planeta Terra, com as limitações dos continentes; contudo, a superfície interna, de cor azul, representava o céu com as constelações nas suas devidas posições. Aproximadamente mil adornos em seis tamanhos variados, confecionados em latão, representavam as estrelas que brilhavam quando uma ou duas velas ardiam internamente. Fora instalado no terceiro piso de um edifício construído tão-somente para esta finalidade e encontrava-se fundado por um eixo metálico inclinado em 54º 30´ (latitude de Schleswig) que se prolongava até alcançar o primeiro piso, onde uma

[55] Disponível em www.planetarium-friesland.nl/en/. Acesso em 25 de julho de 2018.

[56] Disponível em http://www.adlerplanetarium.org. Acesso em 01 de outubro de 2018.

roda d'água lhe imprimia movimento[57]. Dez ou doze pessoas entravam por uma escotilha, acomodavam-se em torno de uma mesa, sentadas em círculo, e permaneciam durante quinze minutos (período de revolução do globo), a observar o deslocamento dos "astros" (LÜHNING, 2017).

Aquando da Grande Guerra do Norte em 1717, que culminou com o fim do Império Sueco, o *Globo de Gottorf* foi levado para São Petersburgo, acabando por ser destruído num incêndio em 1747, dele remanescendo somente a estrutura. Em 1990 foi elaborada uma réplica do globo, a partir do seu rescaldo, mas os movimentos foram substituídos por motores elétricos. Encontra-se em exposição no Castelo de Gottorf [58].

Considerando o Planetário como um ambiente onde as pessoas se podem inserir para observar a simulação de um céu noturno, o *Globo de Gottorf* parece ter sido a primeira iniciativa com sucesso.

Nos Estados Unidos, o *Globo de Gottorf* serviu de inspiração a outro empreendimento semelhante, o do artefacto denominado *Atwood Sphere* (Figura 6), com 5,18 metros de diâmetro. Enquanto no primeiro as estrelas eram adereços, no segundo, 692 "estrelas" eram representadas por microfuros (*pinhole*). Foi projetado por Wallace W. Atwood e construído pela empresa *Aermotor Windmill Company*, que o doou à Academia de Ciências de Chicago em 1913.[59]

Longe de ter esgotado o assunto, dada a grande diversidade de modelos e variações de mecanismos, poderiam ainda fazer-se referências às inúmeras pinturas de representações do céu nas edificações construídas ao longo da história, principalmente em arcos, domos e tetos abobadados. No entanto, por considerar

[57] Consta-se que também poderia ser facilmente movimentado por uma manivela.

[58] Todas as informações sobre o *Globo de Gottof*, nomeadamente projeto, imagens e história, estão disponíveis no *site* mantido por Felix Lühning. Disponível em https://goo.gl/oJxgyB. Acesso em 01 de novembro de 2017.

[59] Disponível em http://www.adlerplanetarium.org. Acesso em 01 de outubro de 2017.

que estas representações não constituem um "objeto", na sua aceção mais intrínseca, e estão mais ao nível da expressão artística que mecânica, não serão contempladas neste trabalho, embora não deixem de ser tema passível de contextualização.

### *3.1.3 O diálogo de cícero e o mecanismo de Anticítera*

No início do século XX, próximo de Anticítera, uma das ilhas jónicas no Mar Mediterrâneo, mergulhadores encontraram diversas peças provenientes de um naufrágio; eram estátuas, vasos, moedas e outros objetos de mármore e bronze que foram recolhidos e catalogados no Museu Nacional de Arqueologia em Atenas. Dentre os objetos recolhidos, uma peça chamou a atenção por nela estar incrustada a figura de uma engrenagem de precisão, recebendo a denominação de "mecanismo de Anticítera". O que há de incomum, à partida, é que a cultura grega dominava as engrenagens, mas não as de precisão como aquelas que surgiram no final do século XIII no Ocidente, havendo aí um hiato entre a cultura grega e a ocidental que ainda não foi elucidado.

Price afirmou tratar-se de um mecanismo com 27 engrenagens de precisão, destinado a prever as posições de corpos celestes (PRICE, 1959). O físico e historiador de ciência Derek de Solla Price (1922-1983), da Universidade de Yale, e o físico nuclear grego Charalampos Karakalos estudaram o artefacto durante oito anos, na década de 70 do século XX utilizando raios-X de superfície.

Em 2005, uma equipa de astrónomos, matemáticos, historiadores e especialistas de informática, integrantes do *Antikythera Mechanism Research Projet* avançou um pouco mais nos detalhes deste mecanismo[60]. Utilizando técnicas

[60] O Projeto de Investigação deste mecanismo é uma colaboração internacional de pesquisadores académicos. A história, detalhes do projeto, publicações e *media* divulgadas em língua inglesa, francesa e grega podem ser encontrados no *site* "The Antikythera Mechanism Research Project". Disponível em http://www.antikythera-mechanism.gr/. Acesso em 02 de novembro de 2017.

mais avançadas de raios-X de superfície e imagens de raios-X volúmica, através do scanner CT "Blade Runner" conseguiram decifrar nomes de meses gravados nas peças do mecanismo, donde foi possível inferir que a origem do dispositivo era de povos que utilizavam o calendário de Coríntios (EDMUNDS & FREETH, 2011). É oportuno lembrar que Siracusa era a colónia de Coríntios onde Arquimedes passou toda a sua vida. Embora a investigação tenha aproximado o artefacto do local onde Arquimedes se imortalizou, dando maior credibilidade ao diálogo de Cícero, uma nova evidência tem vindo a ser explorada por Iverson (2017), epígrafo grego da Case Western Reserve University, ao defender que o calendário encontrado no mecanismo se adequa mais à região de Epirote, no leste do Mar Jónico, do que à Sicília, a oeste.

Os primeiros estudos indicaram que o artefacto fora construído, sensivelmente, por volta do ano 150 a.C.; todavia, outras investigações, como as de Christián C. Carman, historiador da Universidade Nacional de Quilmes na Argentina, e o físico James Evans, da Universidade de Puget Sound de Washington, sugeriram uma datação para o ano de 205 a.C. (CARMAN & EVANS, 2014). Trata-se de uma data muito próxima da do falecimento de Arquimedes

O mecanismo é, de facto, surpreendente. Com as suas engrenagens quase atritando umas nas outras numa caixa de tamanho reduzido, pareceria impensável que pudesse ter sido construído pelos povos daquela zona e naquela altura, dado o conhecimento técnico dominante: não somente previa a posição dos planetas e a data exata de todos os Jogos Pan-Helénicos, como indicava as fases da Lua, o dia, o mês e a hora dos eclipses solares e lunares; para além disto, estabelecia a direção da sombra na Lua e a sua cor aparente. Considerando o incrível desenvolvimento tecnológico implementado na peça, e embora encerrando ainda diversos enigmas, foi logo designada como o "primeiro computador analógico" de todos os tempos.

O investigador Martin (2016), após análise da peça e não tendo encontrado erros de fabricação, como furos acima do necessário, vestígios de sobras de metais ou peças amolgadas, chegou à conclusão de que o mecanismo de Anticítera não teria sido a primeira peça a ser produzida, mas sim uma cópia de um outro mecanismo igual, mas precedente. Nesta direção pode-se perguntar: seria o instrumento que Filão relatou no artifício literário utilizado por Cícero em *De Re Publica* uma cópia do mecanismo de Anticítera? Antes de ser o primeiro computador analógico de todos os tempos como se apregoa, não seria o primeiro planetário construído?

## 3.2 O segundo período

O segundo período começa com a idealização do engenheiro Oskar von Miller, um pioneiro na produção de energia hidráulica no final do século XIX na Alemanha. Miller tornou-se conhecido por realizar exposições eletrotécnicas[61] e, naquela altura, logo surgiu o interesse de fundar um museu em Munique para representar todo o conhecimento tecnológico e científico existente em todas as áreas das ciências exatas (DUFFY, 2007). Conseguiu o apoio do governo e de cientistas como Wilhelm Conrad Roentgen, Arnold Sommerfeld, Hugo Junkers, Emil Rathenau, Gustav Krupp von Bohlen und Halbach, Max Planck e o príncipe Ludwig da Baviera, envolvendo-os no Conselho Administrativo; em 1906, o Deutsches Museum abriu as portas ao público em salas temporárias, três anos após a sua fundação.[62]

---

[61] Em 1882, juntamente com Marcel Deprez, organizou a primeira exposição eletrotécnica em Munique, na Alemanha. Nesta exposição realizou a transmissão de uma corrente elétrica a uma distância de 60 km. Em 1883 fez sociedade com Emil Rathenau na German Edison Company (GE), uma das primeiras empresas na Alemanha a adquirir licença das lâmpadas de Thomas Edison. Construiu a primeira estação de energia em Munique em 1884. Em 1891, sob a sua gerência, foi realizada uma nova exposição eletrotécnica em Frankfurt, quando se transmitiu uma corrente alternada trifásica de 20 mil V a 176 km (DUFFY, 2007).

[62] Disponível em https://goo.gl/Co36Xj. Acesso em 02 de novembro de 2017.

Seis anos decorridos sobre o início das exposições, faltava no museu uma exibição relacionada com a astronomia. Ainda estava muito arraigado o conceito de esfera para representar o firmamento, e pode observar-se no relatório de 1911/1912 que a perspetiva de Miller tinha como propósito a construção de um globo:

> Este planetário consiste numa bola gigante com 8 m de diâmetro, em que os visitantes se posicionam no centro. As estrelas, o Sol, a Lua e os planetas estão fixos na superfície interna da esfera e, quando esta gira, os astros elevam-se acima do horizonte do observador, como se o visitante estivesse a observar o céu a partir do museu. Com este mecanismo podem observar-se os eventos no céu a qualquer velocidade e quantas vezes forem necessárias (tradução do autor)[63]

No mesmo sentido, o astrónomo, professor da Universidade de Heidelberg e diretor do Observatório Heidelberg-Konigstuhl, Max Wolf, considerado um dos pioneiros no campo da astrofotografia e que havia acabado de receber o Prémio Jules Janssen da Societé Astronomique de France em 1912, sugeriu a Miller que se construísse uma esfera oca com pequenos furos, em cujo artefacto os visitantes pudessem entrar. Suspensa por um guindaste e mantendo o interior sem iluminação, punha-se o mecanismo em movimento, fazendo com que os furos iluminados pela parte exterior simulassem os astros "em movimento", aos olhos daqueles que estivessem no seu interior.[64]

Embora não se tenha a certeza quanto à origem da inspiração de Wolf, pode-se observar que o esboço por si elaborado (Figura 7) é semelhante ao *Globo de Gottorf* (Figura 8).

[63] Texto original disponível em https://goo.gl/Co36Xj. Acesso em 02 de novembro de 2017.
[64] Disponível em https://goo.gl/Co36Xj. Acesso em 02 de novembro de 2017.

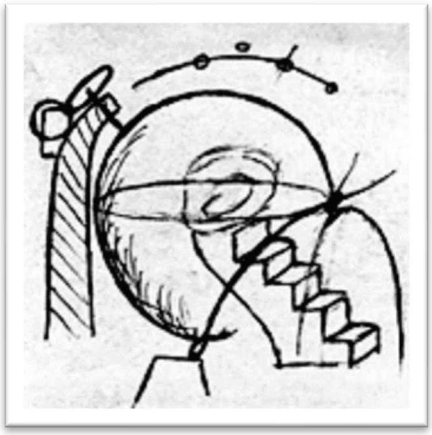


**Figura 07** - Esboço de *Max Wolf*

**Fonte:** Deutsches Museum[65]

**Figura 08** - Esboço do *Globo de Gottorf*

**Fonte:** Lühning, 2017

Naquela altura, contudo, uma confluência de fatores, invenções, descobertas e capacidade técnica de alguns conselheiros do museu e pessoas mais próximas do projeto iria favorecer os interesses de Miller; afinal, a produção de lentes já era comum, as pessoas encantavam-se com a arte cinematográfica, e a precisão dos mecanismos utilizados nos relojoeiros era do domínio público[66].

Com a inauguração do museu prevista para o ano de 1916, é apresentado um convite público, quatro anos antes, em busca de empresas que pudessem dar início à construção deste empreendimento (CHARTRAND, 1973). Segundo Volz (2013), uma das empresas interessadas em solucionar o problema de Miller foi uma construtora de instrumentos denominada Sendtner, em Munique, que propunha a execução de um globo de vidro. Isto reafirma o conceito enraizado de globo para modelo representativo da esfera celeste, ao mesmo tempo que ratifica a solicitação de Miller no já citado relatório de 1911/1912.[67]

---

[65] Disponível em https://goo.gl/Co36Xj. Acesso em 02 de novembro de 2017.

[66] Quando Miller propôs a criação de um Planetário, o cinematógrafo já contava com mais de vinte anos de invenção; todavia, não foi encontrada nos textos sobre a história dos planetários qualquer relação entre as projeções de cinema e as projeções dos planetários, o que parece improvável. Somente agora, com os textos de Volz (2013), é que se sabe da sugestão dada a Miller por um educador suíço, Eduard Hindermann, de se utilizar a película cinematográfica para projetar os astros.

[67] Disponível em https://goo.gl/Co36Xj. Acesso em 02 de novembro de 2017.

Ainda segundo Volz (2013), Miller solicitou a ajuda de Kurt Sorge, diretor da Grusonwerke em Magdeburg (uma subsidiária da Krupp), para indicar empresas que tivessem o *know-how* necessário para este empreendimento. Dentre as empresas indicadas por Sorge, a oficina Carl Zeiss era a melhor posicionada. Naquela altura, a Carl Zeiss já havia conquistado uma reputação pública na fabricação de lentes. Especialistas como o físico Ernst Abbe (1840-1905) e Otto Schott (1851-1935) reuniram-se a Carl Zeiss para estabelecer as bases da ótica moderna, o primeiro a produzir lentes de forma científica e o segundo pelo processo de produzir vidro ótico de boa qualidade[68].

Para além da Carl Zeiss se encontrar no topo da relação enviada por Sorge, simultaneamente, já havia uma relação de cumplicidade entre a oficina de Jena e o museu, dado que a oficina de Zeiss havia colaborado anteriormente com Miller, oferecendo, graciosamente, alguns telescópios.

A primeira solução encontrada para desenvolver o projeto foi a de um instrumento que projetasse os astros num teto e, para conferir maior realismo, este teto deveria ser abobadado, pois esta é a perceção que se tem do céu quando se observam os astros na natureza. O instrumento seria construído sobre um eixo pivotante que, ao ser acionado mecanicamente, simularia o movimento aparente da esfera celeste, através das imagens projetadas.

Após várias tentativas para se introduzir o movimento de todos os astros num único equipamento - infrutíferas, dado que alguns astros não acompanham o movimento aparente das estrelas (esfera das estrelas fixas) -, a solução seria a construção de dois ambientes, sendo um com um sistema projetivo (Figura 9) e um outro complementar em forma de uma maquete mecânica, uma miniatura do Sistema Solar, assemelhando-se a um modelo *Orrery* (Figura 10).

[68] Disponível em http://www.planetarium-jena.de. Acesso em 27 de outubro de 2017.

**Figura 9** - Esboço do sistema projetivo
**Fonte:** https://goo.gl/QhAz38

**Figura 10** - Maquete mecânica
**Fonte:** https://goo.gl/QhAz38

Miller entendeu denominar o sistema projetivo como "Planetário Ptolomeu" e o sistema em forma de maquete mecânica "Planetário Copérnico". O último foi construído de imediato numa das salas do Museu, enquanto se esperava a finalização do instrumento projetivo.

Em 1915, porém, o projeto foi suspenso. Começara a primeira grande guerra, pelo que o mecanismo de projeção somente voltou a ser planeado no final de 1918. Paralelamente, a inauguração do edifício destinado ao museu, prevista para 1916, foi adiada por cinco anos.

Rudolf Straubel, responsável pelo gerenciamento da Carl Zeiss (VOLZ, 2014), e os engenheiros Franz Meyer e Walther Bauersfeld, acreditando na capacidade técnica da sua equipa, voltaram a pensar numa projeção cujo movimento de todos os astros estivesse num único equipamento. Foi o que de facto aconteceu quando, em 1923, o primeiro sistema projetivo que viria a ser conhecido como "planetário", denominado *Mark I*, foi testado numa cúpula de dezasseis metros construída nas instalações da empresa[69].

[69] Todos os méritos da invenção do Planetário pela Zeiss, até 2013, foram atribuídos a Walter Bauersfeld, até que um interessante artigo de Volz (2014) na revista *Planetarian*, publicada pela IPS, resgata a figura de Rudolf Straubel, um nome que ainda não havia aparecido neste contexto. Straubel era casado com uma mulher judia e, por imposição nazi, foi forçado a deixar a Carl Zeiss, sendo que até mesmo o seu nome deixou de aparecer nos registros desta empresa. Mesmo após a morte de Straubel, a implantação ideológica ainda resultou no suicídio de quatro membros da família: a própria mulher e três filhos.

### *3.2.1 A inauguração, o sucesso e a mobilidade*

Em 1925, o Deutsches Museum inaugurou o invento nas suas instalações, numa cúpula de dez metros. Num ambiente sem luminosidade, micropontos de luzes circulares extremamente definidos e brilhantes eram projetados num teto hemisférico. Cada microponto projetava uma "estrela", conforme as coordenadas da sua correspondente natural. Outros pequenos projetores acoplados ao próprio instrumento, com movimentos variáveis, simulavam os planetas, a Lua, o Sol e outros astros.

Num ambiente controlado, onde a poluição luminosa, atmosférica e as intempéries do tempo eram inexistentes, os visitantes encantavam-se com um mecanismo que imitava com precisão o céu noturno, brilhante e límpido. Com a surpresa que a projeção causou aos visitantes, não tardou que o projetor recebesse o cognome de "a maravilha de Jena". Registem-se os comentários do Diretor do Observatório de Copenhague, Elis Strömgren, logo após sair de uma apresentação em 1925:

> Nunca se criou um artefacto tão instrutivo como este, nunca se viu um mecanismo tão encantador que agrade a todos indistintamente. É ao mesmo tempo uma escola, um teatro e um filme. É um espetáculo a céu aberto onde os corpos celestes são os atores. O resultado: uma verdadeira obra de arte[70].

O invento espalhou-se rapidamente para outras localidades. Na grande Feira *GeSoLei*, em Dusseldorf, realizada em 1926, foi construída uma cúpula com trinta metros de diâmetro para receber um exemplar do mecanismo e acolher os visitantes[71] (CHARTRAND, 1973).

---

[70] Disponível em http://www.planetarium-jena.de. Acesso em 27 de outubro de 2017.

[71] Esta cúpula foi destruída durante a segunda grande guerra. A cúpula de *GeSoLei* somente foi superada em 2010, com a reforma do Planetário Nagoya City Science Museum, cuja cúpula tem trinta e cinco metros de diâmetro. Disponível em http://www.ncsm.city.nagoya.jp/en/. Acesso em 01 de novembro de 2017.

Em 1927 foi instalado em Viena o primeiro planetário fora da Alemanha, e logo outras capitais da Europa fizeram o mesmo. Em 1930, na cidade de Chicago, foi instalado o primeiro planetário nas Américas, uma contribuição do empresário Max Adler ao Museu da Ciência e da Indústria e que serviu de inspiração para a construção de outros Planetários naquele continente. No Oriente, o primeiro planetário surgiu na cidade de Osaka, inaugurado em 1937, e nos países Ibero-Americanos foi inaugurado o primeiro planetário em Montevidéu, em agosto de 1955.

Paralelamente, neste mesmo período, novas empresas aventuravam-se em conquistar parte deste mercado. Em 1937, Frank Korkosz, um funcionário técnico do Springfiel Museum of Natural History, em Massachusetts, concluiu um modelo ótico-mecânico que ficou conhecido como Seymour Planetarium. Em 1962 foi instalado em Bridgeport, nos Estados Unidos da América, o primeiro planetário de uma empresa japonesa que contava com uma larga experiência na produção de telescópios, a Seizo Goto (CHARTRAND, 1973), conhecida hoje como Goto Optical.

Num trabalho sobre Planetários dentro do contexto da história das ciências, entre as décadas de 1930 e 1970, Marché (2005) lembra a contribuição que estes ambientes tiveram para melhorar a perceção pública em relação à ciência, chegando mesmo a moldar as atitudes do público em relação ao programa espacial dos EUA na década de 60, contribuindo para as decisões políticas tomadas pelo governo no período da guerra fria. Refere-se a esta década como uma verdadeira corrida aos Planetários - “US planetarium building rush” (p. 254).

O custo destes instrumentos, porém, restringia o acesso a instituições com pequenos orçamentos. Pensando nos elevados custos e no grande potencial educativo dos Planetários, Armand Spitz, em 1937, um jornalista que realizou um estágio no Fels Planetarium (CHARTRAND, 1973) em Filadélfia, elaborou um

invento com menos recursos óticos, menor porte, maior mobilidade e, portanto, menor custo, que ficou conhecido como Planetário de pequeno porte, abrindo, assim, um novo segmento de mercado[72]. Peterson (2006) conta como os dirigentes da empresa alemã tentavam a todo o custo impedir que estes novos concorrentes tivessem sucesso.

É oportuno lembrar que os planetários óticos-mecânicos não são aparelhos construídos em série; cada instrumento nesta modalidade ganhava e ainda ganha um toque quase artesanal, com variações de modelos, tipos, formas, tamanhos e qualidades.

Hoje é possível encontrar uma gama considerável de empresas que produzem estes projetores para os diversos segmentos e para as mais diversas finalidades.

## 3.3 O terceiro período - projetores digitais

Tanto na invenção dos planetários óticos-mecânicos, no início do século XX, como na invenção dos planetários digitais no final do mesmo século, os Planetários parecem seguir as pegadas da indústria cinematográfica.

No início da segunda década do século XX, quando da invenção do projetor ótico-mecânico pela Zeiss, a indústria cinematográfica já contava com mais de 20 anos de experiência. Conforme mencionado e já citado anteriormente, o educador suíço Eduard Hindermann, segundo Volz (2013), sugeriu a Miller, naquela altura, utilizar a película cinematográfica para o invento que almejava incorporar no Deutsches Museum. Não é necessário muito esforço intelectual para deduzir que elaborar uma cópia fiel do céu, utilizando o mesmo material da película cinematográfica tradicional, mantendo a posição dos astros tal como acontece na

[72] Podem encontrar-se outras denominações para planetários de pequeno porte em países de língua portuguesa: planetário móvel, planetário com mobilidade, planetário insuflável (devido à utilização de uma cúpula com esta característica), planetário itinerante, além de outras denominações.

natureza e com as técnicas existentes naquela altura, não era uma tarefa muito difícil.

Os engenheiros da Zeiss não deixaram registado o modo como chegaram ao invento ótico-mecânico; todavia, podemos imaginar, num primeiro momento, o recurso à película cinematográfica. Sabendo que os astros são cíclicos, ou seja, voltam visualmente à mesma posição a cada 365 dias, e uma vez que a película provavelmente não fornecia o realismo desejado e, mais do que isto, não carecia de movimentos como no cinema, pode-se inferir que a solução foi dividir a película que representava o mapa celeste em várias regiões, substituindo-a por lentes para dar maior realismo à projeção. Isto é apenas um exercício de raciocínio, evidentemente, porém plausível.

Por outro lado, com a popularização dos projetores de vídeo em tela plana, a partir de 1978, pensou-se em substituir os Planetários óticos-mecânicos por estes projetores também denominados "projetores digitais". Bastava substituir as lentes para telas planas pelas lentes designadas como "grande angular" ou *fisheye* - que estavam disponíveis ao público desde a década de 60 - e criar uma maneira de transmudar uma imagem retangular para uma imagem esférica. Esta é uma descrição simplista do princípio utilizado nas projeções digitais em *domo.*

Segundo Lantz (2002), deve-se à Evans & Shutherland (E&S), uma empresa americana, a criação do primeiro Planetário digital em 1983. No entanto, desde o começo do século XX que a indústria cinematográfica vinha em busca de um formato para dar maior realismo às projeções no cinema, e uma das técnicas utilizadas seria a sensação de imersão por parte do espectador. Segundo Pimentel & Teixeira (1995), os simuladores militares foram os primeiros a assumir a vanguarda dessa tecnologia.

O que importa destacar, porém, é que quando qualquer imagem que se observa ultrapassa o campo da visão humana, aproximadamente 200º na horizontal e 130º na vertical, segundo Shaw & Lantz (1998), dá-se, ao observador, a sensação

de imersão no ambiente que se contempla. A técnica é aproximar o espectador em relação à tela até obter este angulo de visão ou aumentar a dimensão do ecrã, a solução encontrada pelo formato IMAX.

A sensação de imersão pode ocorrer tanto nas projeções panorâmicas como nas projeções hemisféricas. Se as imagens nestas condições forem associadas a um áudio, elaborado em diversos canais, e oferecidas aos visitantes com fontes provenientes de várias direções (*panning*), pode-se denominar "ambiente digital imersivo" ou simplesmente "cinema imersivo", onde irá ocorrer a "realidade virtual", o que necessariamente não precisa ser uma cúpula.

Apenas para ilustrar, pode-se citar o "cinerama" e o formato "IMAX". Com o avanço dos aparelhos de televisão na década de 50, o cinema precisava reinventar-se, para utilizar as palavras de Klachquin.[73] Uma das soluções foi a invenção do cinerama (aglutinação das palavras cinema + panorama). Consistia em ampliar a tela (*widescreen*) em arco de até 146º e realizar a projeção com a utilização de três projetores de 35mm sincronizados. Este sistema foi logo abandonado em favor de um sistema único de projeção: a Ultra Panavison 70 (65mm para o filme e 5mm para comodar o som estéreo com vários canais).

No final da década de 70 do século passado, a IMAX Corporation, uma empresa canadiana, foi a responsável por filmes em grandes formatos, seja em tamanho, seja em resolução, se comparado com os sistemas convencionais. Este formato ficou conhecido como IMAX (*image maximum*) e encontra-se atualmente em uso em mais de 1.000 salas espalhadas por 66 países[74]. Segundo a própria empresa, metade das salas são comerciais e a outra metade, educacionais. Com esta mesma intenção de imersão, a IMAX Corporation produziu outros formatos com a mesma tecnologia, como a IMAX 3D, a IMAX digital e, para o interesse deste

[73] Disponível em https://goo.gl/v1aLjr. Acesso em 02 de setembro de 2018.
[74] Disponível em https://www.imax.com/. Acesso em 02 de setembro de 2018.

trabalho, a IMAX Dome, que surgiu em 1973 com a denominação Omnimax, segundo Gosciola (2004), utilizando cúpulas como nos planetários. A maior sala IMAX Dome encontra-se em Mumbai, na Índia, com uma tela de 1.180 m². Portanto, o que se vê é que a indústria cinematográfica lidera as experiências de projeção imersiva, apesar dos Planetários terem sido os pioneiros na utilização de domos para projeção.

Esta nova modalidade de projeção foi denominada "projeção *fulldome*". O termo *full* significa, na língua inglesa, "cheia" ou "completa"; *dome* é a referência à cúpula; portanto, *fulldome* significa "dome/cúpula cheia" ou "dome/cúpula completa"[75]. Trata-se de um termo que aparentemente não teria sentido usar por distinguir os ambientes dos Planetários, pois, mesmo no sistema ótico-mecânico, a cúpula ou a tela hemisférica fica "cheia", "completa" com os pontos luminosos da exibição. Esta imagem, que toma uma projeção azimutal polar, foi denominada "*DomeMaster".*

O uso do termo *fulldome* em telas hemisféricas como as dos Planetários somente tem sentido se atendermos à produção digital da imagem e não à cúpula, enquanto espaço físico, como se pode imaginar num primeiro momento. Enquanto na projeção clássica, os espaços escuros entre as estrelas são sombras provocadas pelos diapositivos (máscaras) que estão incrustados entre a fonte de luz e a lente, na projeção digital, os espaços escuros são pixéis, como são pixéis toda a imagem projetada, daí que o sentido de se utilizar o termo *fulldome* nos planetários esteja mais na definição da imagem do que no anteparo.

A tecnologia procura cada vez mais a imagem com maior definição; os televisores, cinemas, computadores, câmaras fotográficas, ente outros, são disso

---

[75] Embora o termo "*dome*" seja frequentemente usado no âmbito dos Planetários, independentemente da língua, nos países de língua portuguesa encontra-se do mesmo modo o termo "cúpula", com raiz latina *cupella*, que significa pequena taça.

exemplo. O objetivo é dar maior realismo ao usuário. No caso dos domos, dependendo da fidelidade das imagens, do áudio, da concentração do visitante, tem-se de facto a impressão de que o espectador está inserido no contexto apresentado.

A produção de imagens fulldome é uma indústria que cresce a olhos vistos, apresentando novas modalidades de projeção a cada dia e estando mais próxima do entretenimento. No mês de abril de 2018, o China Science And Technology Museum (CSTM) inaugurou um sistema de projeção com dez projetores, com alinhamento computacional de 35.000 lúmens cada e 88 milhões de pixéis, numa tela de 30 metros, para 438 espectadores[76]. Isto significa uma imagem com qualidade vinte e cinco vezes superior à resolução HDTV (high-definition television) ou seis vezes a resolução da TV 4K, segundo a E&S, empresa fornecedora, hoje associada a outras empresas como a própria Carl Zeiss[77].

### 3.3.1 Vantagens vulneráveis

Vale a pena destacar que as maiores empresas fornecedoras destes projetores digitais oferecem interface gráfica que facilita a produção de apresentações mais intuitivas. A E&S, por exemplo, fornece um recurso para compartilhamento de conteúdo comunitário denominado Digistar Cloud Library. Trata-se de um recurso de compartilhamento de nuvem para descarregar imagens, modelos, mostra de vídeos, entre outros. Fornecem também o recurso Domescasting para transmissão ao vivo de conteúdos para planetários conectados pela Internet, o Show Builder para facilitar a produção das apresentações e uma biblioteca Digistar com conteúdos, incluindo ciência astronómica e conteúdos STEAM (*science, technology, engineering, art, and mathematics*).

[76] Disponível em http://cstm.cdstm.cn. Acesso em 02 de setembro de 2018.

[77] No sistema digital, a unidade "K" equivale a resolução da imagem. A resolução 4K equivale a 4096 x 2160px.

A aquisição do equipamento com todas as interfaces necessárias para o bom desempenho dos Planetários, porém, leva a que os custos voltem ao patamar anterior dos projetores óticos-mecânicos, cuja aquisição somente é possível por instituições com alto poder orçamental.

Segundo o banco de dados da Lochness Productions, 70% dos Planetários em funcionamento no mundo são de pequeno porte[78]. Embora o cadastro desta empresa esteja em constante atualização, está longe de representar os verdadeiros números de Planetários digitais instalados por todos os continentes, o que nos faz inferir que a percentagem de Planetários de pequeno porte supera em muito a previsão anunciada.

Diante deste panorama, o que se pode afirmar é que a maioria dos planetários ficam à margem destas interfaces e, neste caso, só resta produzir as suas próprias apresentações, incorrendo num outro problema - a capacidade técnica e financeira de produzir os seus próprios conteúdos.

Entre as muitas questões relativas aos Planetários digitais que poderiam ser comentadas, uma delas, em sintonia com os objetivos deste trabalho, passa pela discussão sobre a produção de conteúdos para Planetários, principalmente os de pequeno porte, que estão à margem das interfaces mencionadas anteriormente. Neste sentido recomenda-se - para não ser recorrente - uma consulta ao trabalho de Ferreira (2009, pp. 48-74), que apresenta noções sobre as principais ferramentas para a elaboração de conteúdos (tipos de câmaras e lentes) e o processo de produção de conteúdos (pré-produção, pós-produção e edição).

Se a tecnologia digital trouxe maiores e melhores possibilidades de transmitir as informações pretendidas, não se pode dizer o mesmo quanto à produção de conteúdos que exigem excelentes ferramentas de trabalho, bom conhecimento dos recursos utilizados e sobejo treino. Esta Tese vai um pouco neste sentido. O novo

[78] Disponível em https://www.lochnessproductions.com/. Acesso em 02 de setembro de 2018.

modelo de sessão proposto, como se verá mais adiante na metodologia, tirou o planetarista do centro das atenções para o colocar atrás do "palco", onde se situa o genuíno espaço do planetarista do século XXI. O que se tem vistos em Planetários que não utilizam as interfaces disponíveis pelas indústrias fornecedoras são autênticos remendos de sessões, deixando os efeitos visuais e sonoros distantes daquilo que seria o ideal, longe de provocar profundas alterações nos visitantes.

Há outras temáticas a explorar, nesta mesma direção, como a importância do áudio para o ambiente imersivo, nos trabalhos desenvolvidos pelos Planetários com tecnologia 3D, a discussão sobre Planetários como cavernas digitais, a interatividade em Planetários com atividades *hands on*, entre outras.

Para finalizar, o que se observa é que, aos poucos, os Planetários que utilizam um "sistema digital" estão a deixar a sua denominação original. Inicialmente, por falta de um termo mais adequado, foram designados como "Planetários digitais" - sintagma que será recorrente neste trabalho.

No capítulo a seguir apresentar-se-á o ambiente interno dos Planetários, assim como serão abordados os métodos e a metodologia utilizada para a investigação desta Tese.

# 4 AMBIENTE DA INVESTIGAÇÃO, OBJETIVOS E METODOLOGIA

Este capítulo é constituído por três partes. Admitindo-se que a dinâmica dos Planetários é desconhecida do público em geral e que as características genéricas de um Planetário são encontradas apenas nos sítios de empresas fornecedoras dos equipamentos e em poucos textos relacionados com Planetários, dar-se-á, no primeiro tópico, uma noção geral destes ambientes, assim como uma visão ampliada dos seus aspetos internos, normalmente restritos àqueles que aí desenvolvem atividades.

Os objetivos desta investigação, de suma importância a fim de orientar "o leitor para o propósito central do estudo", conforme nos ensina Creswell (2010, p. 100), assim como a justificação e a escolha da temática, serão tratados no segundo tópico, dada a minúcia técnica necessária. Os restantes fundamentos da metodologia encerram o terceiro e último tópico do capítulo.

## 4.1 O ambiente dos Planetários

No capítulo anterior deste trabalho registámos a origem dos planetários e a sua evolução. Os Planetários podem ser autónomos, ou seja, uma instituição independente, ou estar vinculados a um outro ambiente como um Museu, Centro de Ciências ou diversas outras instituições.

Alguém não familiarizado com um Planetário pode imaginar que para um Planetário funcionar basta apenas um edifício com espaço suficiente para a instalação de uma cúpula, o uso de um projetor específico e alguns conhecimentos sobre o tema a ser apresentado. É por esta e outras razões que se podem encontrar Planetários com as portas encerradas ou em que a inauguração do ambiente ocorre

quando o equipamento já se tornou obsoleto - apesar do alto investimento -, Planetários que não conseguem cativar o grande público com visitas periódicas:

> O grande público frequenta os planetários como frequenta uma espécie de "montanha russa". Basta uma vez para saber qual é a sensação ou para "matar" a curiosidade! É uma espécie de museu histórico cujas peças pouco ou quase nada mudam. (OLIVEIRA, 2010, p. 81).

O Planetário é um espaço de encantamento, magia, arrebatamento, sedução, fascínio; talvez mais do que isso, é a arte de impressionar pela técnica, já agora pela tecnologia, as descobertas do conhecimento humano. Sem determinadas qualidades pessoais do apresentador, sem uma edificação adequada, sem explorar corretamente as apresentações (sessões de cúpula), pouco ou nada contribuirá para que a experiência no Planetário seja plena, perdendo-se pelo caminho os objetivos, os resultados esperados e até mesmo os altos investimentos.

### *4.1.1 Estrutura dos Planetários fixos – arquitetura externa e interna*

Muitas edificações destinadas aos Planetários são verdadeiras obras-primas da arquitetura. As duas imagens a seguir são exemplos de construções como obras de arte. A figura 11 é a imagem do Planetário Hemisferic, instalado na Cidade das Artes e das Ciências de Valência, em Espanha; o edifício representa, segundo o projeto original do arquiteto espanhol Santiago Calatrava, um olho aberto que tudo vê, mas há os que o veem como uma ostra transparente, sendo o Planetário uma pérola.

O Planetário de Xangai, que será instalado no Museu de Ciência e Tecnologia de Xangai (figura 12), é assinado pelo escritório de arquitetura de origem norte-americana Ennead Architects, prevendo-se que seja inaugurado em 2020; evoca a experiência do movimento orbital do Sistema Solar num dos braços da Via Láctea[79].

[79] Estes e outros modelos podem ser vistos em https://www.facebook.com/fulldomeplanetariums. Acesso em 24 de julho de 2018.

**Figura 11** - O Hemisferic – Valência, Espanha
**Fonte:** www.cac.es/va/home.html

**Figura 12** - Planetário de Xangai, China
**Fonte:** www.ennead.com/work

Seja qual for o projeto arquitetónico, a componente principal de um Planetário é a sala de projeção, embora possa dispor de espaços para palestras, exposições temporárias ou permanentes, lecionação de cursos de extensão, exposição de material de apoio e maquetes, oficinas, salas de estudos, estúdio de produção, venda de *souvenirs*, biblioteca, observações através de telescópios e outras atividades, de acordo com cada ambiente em particular.

**Figura 13** - Planetário Galileo Galilei
**Fonte:** www.planetario.gob.ar/

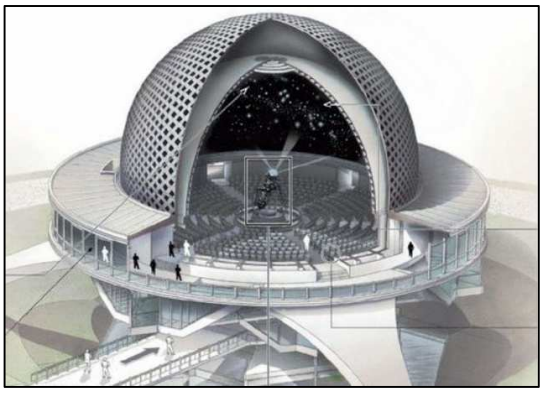


**Figura 14** - Destaque para a sala de projeção
**Fonte:** www.planetario.gob.ar/

Na figura 13, é visível a arquitetura do Planetário Galileo Galilei, em Buenos Aires e, na figura 14, destaca-se um corte vertical que seccionou a cúpula no projeto arquitetónico do mesmo Planetário, revelando a sala de projeção, sendo possível observar a disposição das poltronas e o projetor planetário no centro.

A disposição das poltronas pode estar em círculos concêntricos, como na figura 15; porém, nalguns Planetários, opta-se por uma disposição unidirecional das poltronas, como o representado na figura 16.

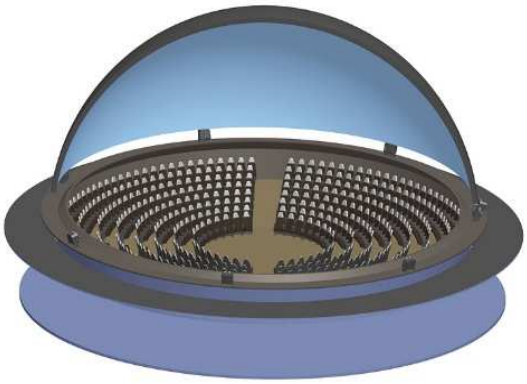


**Figura 15** - Poltronas em círculos concêntricos

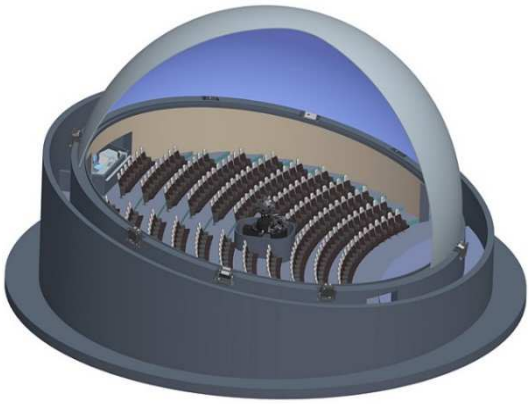


**Figura 16** - Poltronas unidirecionais

**Fonte:** www.zeiss.com/planetariums/us/products/mid-size.html

Quando a disposição das poltronas for unidirecional pode-se ou não inclinar a cúpula para que a maior parte da visão fique à frente do espectador. Como exemplos, a figura 17 corresponderia à posição da cúpula na instalação da figura 15 e a figura 18, à instalação da figura 16.

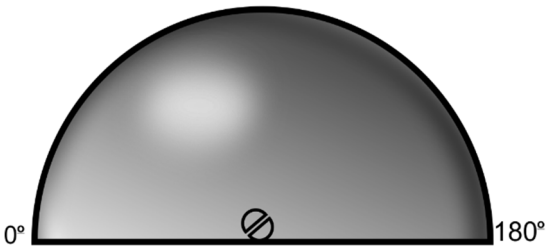



**Figura 17** – Cúpula na posição tradicional

**Fonte:** Esquema elaborado pelo autor

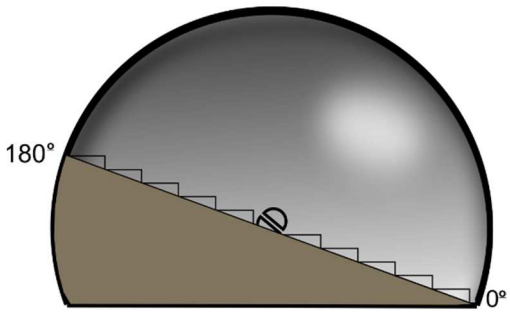



**Figura 18** - Cúpula inclinada

**Fonte:** Esquema elaborado pelo autor

A quantidade de assentos num Planetário não é aleatória, dependendo de uma relação entre o projetor, a cúpula e o custo do equipamento. Quanto maior a cúpula, maior a capacidade de assentos, exigindo um projetor com maior poder de resolução, o que implica, consequentemente, maior custo.

Os projetores são normalmente dispostos no centro da sala, quando as imagens são provenientes de uma única fonte (único aparelho), como os projetores tradicionais ou clássicos, também denominados analógicos (figura 19) ou como os modernos projetores digitais de feixe único (figura 20).

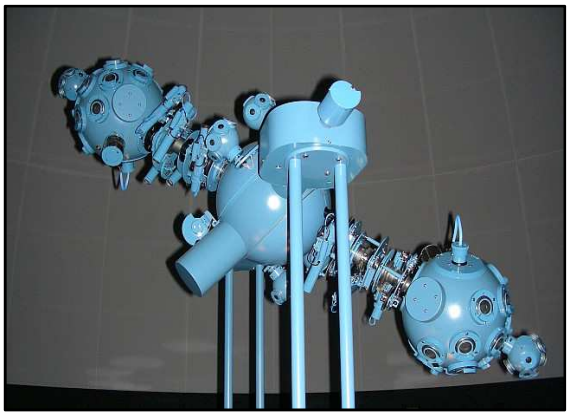


**Figura 19** - Um dos modelos da Zeiss
**Fonte:** www.zeiss.com/planetariums

**Figura 20** - Modelo de planetário digital
**Fonte:** www.fulldome-planetarium.com/

Tanto entre a classe dos planetários óticos-mecânicos, como dos digitais, há uma variedade desmedida de modelos. Atualmente, os projetores digitais são os preferidos, seja pelo custo, seja pela sua versatilidade. No entanto, os projetores óticos-mecânicos superam em número os projetores digitais instalados em todo o mundo - afinal, os digitais começaram a popularizar-se na viragem do século XX e os óticos-mecânicos são produzidos desde 1923, como se pode ler no historial do capítulo quatro deste trabalho. Pela evolução dos projetores digitais pode-se inferir que estes vão superar aqueles em número num curto intervalo de tempo.

As primeiras experiências com projetores digitais de feixe único, que ocorreram nas últimas duas décadas do século passado, causaram uma certa insegurança em relação aos projetores óticos-mecânicos entre os membros da comunidade de Planetários, uma vez que a resolução das imagens não era satisfatória; a solução foi produzir uma imagem *fulldome* proveniente de diversas fontes (vários projetores), como se pode observar na disposição dos projetores

assinalada por setas nas figuras 21 e 22. Esta opção fez melhorar a resolução das imagens e retirar o projetor do centro da sala.

**Figura 21** - Planetário de Espinho
**Fonte:** www.multimeios.pt/sessoes

**Figura 22** - Planetário da Bretanha
**Fonte:** http://planetarium-bretagne.bzh/

Aparentemente, esta mudança no uso das tecnologias é coisa de somenos importância aos olhos do leigo; porém, o conceito de Planetários como inicialmente foi projetado na segunda década do século passado tem vindo a ser completamente alterado. Trata-se de uma alteração silenciosa, mas profunda, a ponto de ser repensada até mesmo na sua denominação, conceito e finalidade. Presentemente encontram-se diversas outras denominações para este ambiente como "*fulldome theatre*", "*digital dome theaters*", "cinemas *fulldome*" ou ainda "cinemas imersivos", além de outras.

Recorde-se que os aparelhos óticos-mecânicos são projetores *sui generis*, diferindo dos projetores tradicionais e, geralmente, a fonte de luz provém de esferas, variando conforme o modelo. Encontram-se incrustados nestas esferas micro-orifícios de tamanhos variados, distribuídos conforme a cartografia estelar. Através de uma combinação de lentes e luzes coloridas, estes micro-orifícios são projetados na cúpula/domo, simulando estrelas e outros astros do firmamento tal como se podem observar a olho nu; os variados diâmetros dos orifícios simulam a magnitude das estrelas e as luzes coloridas, a sua aparência visual. Ao ser acionado mecanicamente ou eletronicamente, o aparelho movimenta-se, segundo a velocidade

desejada, em torno do seu próprio eixo, fazendo com que os pontinhos de luzes projetados ganhem trajetórias na tela. Normalmente estes equipamentos podem ser operados manualmente ou programados através de uma unidade de controlo à distância (mesa de controlo).

Os projetores digitais, por sua vez, não projetam através de pequenos orifícios, uma vez que as imagens são formadas por pixéis. São projetores de vídeo com a exibição de imagens em movimento, trabalhadas com a ajuda da computação gráfica. A projeção é panorâmica, conhecida como *alldome* ou *fulldome,* e consiste num sistema ótico com a propriedade de transmutar uma imagem retangular numa imagem esférica.

A maioria dos Planetários que utiliza os projetores óticos-mecânicos está a substituí-los pelos projetores digitais; a alegação é que são mais versáteis, pois pode-se trabalhar qualquer área do conhecimento humano, para além de facilitar a apresentação de espetáculos e projeções imersivas. No entanto, salvo raras exceções, não se tem visto o uso destes projetores em espaços de divulgação científica para outras temáticas, além da ciência astronómica. São argumentos que se afiguram insuficientemente articulados, levando a imaginar-se uma espécie de modismo ou uma compulsão digital. A principal vantagem, no entanto, decorre do menor custo. Para que se possa compreender a dimensão destas argumentações basta dizer que há muitos Planetários que preferem uma projeção híbrida com as duas unidades de controlo interligadas, levando-se a concluir que tanto a projeção analógica como a digital não satisfazem completamente os interesses destes ambientes.

### *4.1.2 Planetários com mobilidade*

Uma vez que não se discute neste trabalho de Tese um ambiente ou um modelo de Planetário específico, não podem esquecer-se os Planetários com

mobilidade[80], aqueles que podem ser transmovidos com facilidade de um ambiente para outro. São Planetários limitados, com poucos recursos tecnológicos, constituídos basicamente por uma cúpula (domo) e um projetor. Nestes Planetários, frequentemente as cúpulas são insufláveis e mantêm-se insufladas com o ar produzido por um ventilador; não há poltronas e as pessoas acomodam-se em almofadas dispostas no chão (figura 23).

**Figura 23** - Modelo de um Planetário insuflável com uma Turma de alunos à espera
**Fonte:** Arquivo do autor

**Figura 24** - Modelo de um Planetário itinerante com a estrutura rígida[81]
**Fonte:** Arquivo do autor

Semelhantes aos Planetários fixos, a simplicidade ou a falta de recursos nos planetários itinerantes não pode ser motivo para limitar a criatividade e a inovação. Um exemplo de originalidade é o Planetário de estrutura rígida representado na figura 24: neste Planetário, os visitantes ficam sentados em cadeiras tradicionais, faz-se uso de aparelhos de ar condicionado para melhor conforto e podem ser utilizados diversos outros recursos auxiliares de projeção. O inconveniente é que precisa ser transportado por um pequeno camião, enquanto os insufláveis (mais comuns) podem ser transportados na bagageira de um veículo ligeiro.

[80] Podem ser denominados "Planetários itinerantes", "Planetários móveis", "Planetários insufláveis", entre outros termos.
[81] Este modelo foi utilizado pelo investigador durante aproximadamente 20 anos.

### *4.1.3 Operacionalização dos planetários*

Aquele que se ocupa em operar o planetário (o *explainer*, mediador ou planetarista)[82] adquire os conhecimentos por imitação (observando as atividades de outros Planetários ou funcionários mais antigos). Normalmente, as empresas fornecedoras dos projetores proporcionam treino básico sobre a operacionalidade do projetor, porém, não do ambiente como um todo. Frequentemente, a direção dos Planetários prefere escolher os operadores entre os astrónomos ou aqueles que tenham algumas noções básicas da astronomia, em detrimento de outras valências como conhecimento pedagógico, noções de didática, técnicas de divulgação científica e de atendimento público. Por outras palavras, não há uma diretiva na preparação do planetarista, que muitas vezes acumula esta atividade com as de atendimento, receção e outros afazeres.

### *4.1.4 Sobre as sessões de cúpula*

A sala de projeção, como foi mencionado anteriormente, é a componente principal de um Planetário; contudo, o mais notável são as "sessões de cúpula" (sessões, programas, apresentações)[83], previamente elaboradas com temas escolhidos conforme a idade dos participantes e os objetivos definidos. Na maioria dos Planetários, as apresentações podem ser estruturadas segundo dois modelos:

- Sessões para um público não específico (público em geral), subdivididas para adultos, juvenil ou infantil;
- Sessões para um público específico (grupo de Professores, grupo de alunos, entre outros), igualmente separados por nível de compreensão.

[82] Dar-se-á preferência neste trabalho de Tese ao termo planetarista, quando se fizer referência ao apresentador e operador do planetário.

[83] Com o advento dos planetários digitais há quem prefira referir-se a um filme.

As sessões para ambos os grupos podem ser apresentadas tanto em tempo real (ao vivo)[84], como narradas e gravadas em *media*; todavia, o que se tem visto mais frequentemente, nos Planetários clássicos, é que as sessões para um público não específico são previamente gravadas e as sessões para um público específico são realizadas ao vivo. Em relação aos Planetários que utilizam projetores digitais, a tendência é utilizar as apresentações previamente gravadas nos dois modelos.

As apresentações ao vivo são apresentações mais dirigidas, seja por se tratar de um tema específico, com linguagem adaptada ao público, domínio dos elementos da didática (estratégias), seja pela impossibilidade de contar com sessões disponíveis para todos os temas. Pode-se inferir que as sessões destinadas a um público não específico estão mais próximas do conceito de divulgação científica e as sessões dirigidas a públicos específicos - "supostamente" mais didáticas e especificamente elaboradas para um determinado público - estão mais próximas do processo de ensino-aprendizagem.

Se a escolha recai sobre uma apresentação previamente narrada em áudio, diz-se que a sessão é automatizada, ou seja, projeção e áudio correm juntos, a exemplo de uma película cinematográfica; não há interferência do planetarista durante a apresentação.

Se a escolha recai sobre uma apresentação ao vivo, há pelo menos três diferentes modalidades de apresentação:

a) Projeção e narração ao vivo - requer que o planetarista faça a narração em sincronia com a projeção de comando manual;
b) Projeção e narração parcialmente automatizada e narrada;
c) Projeção automatizada com narração em tempo real pelo planetarista.

[84] Utilizar-se-á o termo "ao vivo" para indicar que o evento é narrado no momento que ocorre a apresentação, em detrimento do termo "tempo real", próprio da ciência da computação.

## 4.2 Objetivo geral

Admitindo-se que:

- Os Planetários são espaços de divulgação científica, mas que possuem competências para contribuir para o processo de ensino-aprendizagem nas mais variadas áreas do conhecimento humano;
- A maior parte da sua clientela em todo o mundo são grupos específicos de estudantes, conforme já mencionado anteriormente.
- As atuais apresentações em Planetários digitais podem ser melhor desenhadas com os novos recursos de computação gráfica para potencializar as aprendizagens;

***O objetivo desta Tese é testar o desenvolvimento de um novo modelo de sessão de cúpula e analisar a sua eficácia como recurso auxiliar da educação para a literacia científica, especialmente no que se refere a conceitos de astronomia.***

### *4.2.1 Objetivos específicos*

Foram definidos os seguintes objetivos específicos:

- ✓ Analisar a eficácia de uma parceria Planetário-Escola;
- ✓ Desenvolver um modelo automatizado de sessão de cúpula;
- ✓ Explorar o potencial dos recursos gráficos para efeito didático nas apresentações;
- ✓ Quantificar as aprendizagens com o novo modelo;
- ✓ Recolher a opinião dos docentes em relação ao novo modelo de sessão;
- ✓ Observar o melhor uso dos recursos sonoros;
- ✓ Aferir a concentração do público-alvo;
- ✓ Averiguar a aquisição correta de termos científicos;

- ✓ Apurar eventuais erros conceituais do apresentador;
- ✓ Constatar o uso eventualmente (in)adequado da línguagem utilizada;
- ✓ Indagar se o tipo de sessões de cúpula altera a interatividade.

### *4.2.2 Justificativa*

É comum encontrar trabalhos enaltecendo as atividades dos Planetários como ferramenta de ensino (DINIZ *et al.*, 2011; BARRIO, 2010; FALCÃO, 2009), proposta para sistematizar uma sessão de cúpula (ROMANZINE & BATISTA, 2012), etapas para a construção de uma sessão (FREITAS *et al.*, 2014), aspectos emocionais nas apresentações (KANTOR, 2009), questões interdisciplinares (CASTELLAR, 2009; OLIVEIRA, 2010) entre outras temáticas[85].

Porém, simultânea e paradoxalmente, não se tem visto o Planetário como uma ferramenta eficaz para melhorar as atitudes dos alunos em relação ao conhecimento astronómico. Esta assertiva provém de dados empíricos do investigador ao longo de duas décadas; Brazell (2009) comprovou, através de técnica estatística de meta-análise e, Resende (2017) assevera a falta de uma metodologia nos Planetários para o atendimento de escolares.

De facto, admitindo que o Planetário é um espaço singular que estimula a aprendizagem por meio de uma projeção panorâmica, explorando o conhecimento com imagens em alta resolução, quase transportando "o participante para dentro de uma realidade simulada e ilusória", para utilizar os termos de Salen e Zimmerman, *apud* Ferreira (2008) ao definir imersão, infere-se que um dos motivos para melhorar a aprendizagem é desenhar um novo modelo de sessão.

[85] A relação completa deste levantamento está disponível em http://www.fulldome-planetarium.eu/ Este *site* foi criado por este autor, durante a investigação, com o objetivo de partilhar todos os trabalhos (Teses, dissertações, monografias e textos em geral) encontrados sobre Planetários para servir de aporte a outras futuras investigações dentro da mesma temática.

O modelo de sessão ao vivo, geralmente utilizado com alunos, foi desenvolvido para uso em planetários óticos-mecânicos; contudo, tem-se visto o mesmo formato de apresentação com projetores digitais. Apesar de diversos Planetários que utilizam as novas tecnologias terem abolido completamente a sessão ao vivo e aderido definitivamente às sessões automatizadas (filmes de cunho científico, documentários sobre ciências, entre outros), esta proposta que agora se faz poderá ser aí adaptada.

À partida, não têm ocorrido grandes discussões sobre o melhor formato de apresentação - cada equipa desenvolve as suas atividades conforme os recursos disponíveis e de acordo com os seus interesses. Depois de escolhido um procedimento, este raramente se altera.

Espera-se produzir uma sessão mais elaborada em diversos aspetos, entre eles:

a) Do ponto de vista educacional:

- ✓ Possibilidade de o professor conhecer antecipadamente a sessão, podendo intervir com correções ou recomendar novos conteúdos a fim de preparar os seus alunos para a visita, numa melhor sintonia com os conteúdos da educação formal;
- ✓ Ampliação e aprofundamento dos temas tratados dando uma ideia geral de conjunto entre os temas abordados;
- ✓ Facilitação da apresentação de sessões no âmbito das mais variadas disciplinas (biologia, meio-ambiente, matemática, entre outras) uma vez que é dispensável um especialista para cada área do conhecimento humano;
- ✓ Produção de sessões mais adequadas, de acordo com a idade e nível escolar;
- ✓ Diminuição do *deficit* de atenção, ampliando a possibilidade de o participante assumir um compromisso com a visita;
- ✓ Concretização do vínculo existente entre Planetário e escola;

- ✓ Avaliação da adequação das projeções das sessões de cúpula, tendo em vista a aprendizagem da astronomia;
- ✓ Averiguação, junto dos professores, das suas perspetivas neste tipo de aprendizagem;
- ✓ Desenvolvimento de um modelo dedutivo de sessão escolar em Planetários para testar e verificar a sua influência nas aprendizagens dos alunos.

b) Do ponto de vista técnico:

- ✓ Eliminação dos aspetos amadorísticos na sessão, como troca de aparelhos, imagens e imprevistos durante a apresentação;
- ✓ Eliminação de eventuais tiques nervosos do apresentador;
- ✓ Possibilidade de escolha das imagens apropriadas a cada explicação;
- ✓ Atribuição à sessão de cúpula de características que lhe são peculiares (encantamento, êxtase, entre outros);
- ✓ Narração mais adequada, uma vez que se pode recorrer a profissionais de locução;
- ✓ Narração nas mais variadas línguas, se for o caso;
- ✓ Exploração, com mais competência, dos efeitos sonoros e luminosos;
- ✓ Exemplificação do uso da computação gráfica em Planetários digitais.

c) Do ponto de vista administrativo:

- ✓ Padronização das sessões, não rompendo o atendimento, seja pela forma, seja pela paralisação em eventual ausência do planetarista por motivo de força maior;
- ✓ Ampliação do poder de atendimento com um maior número de sessões, uma vez que não haveria cansaço mental ou físico do apresentador.

Através do cumprimento destes objetivos pretende-se:

- Confirmar ou invalidar a hipótese de que as sessões de cúpula podem ser projetadas de modo mais útil para o aprofundamento de aprendizagens.
- Contribuir para melhorar a forma de comunicação nas sessões de cúpula dirigidas a alunos do ensino básico;
- Aperfeiçoar o método de parceria entre Planetários e escolas.

### *4.2.3 Conteúdos que se podem utilizar em Planetários*

Há uma defesa generalizada de que os Planetários digitais são mais versáteis que os Planetários óticos-mecânicos. E de facto são-no, mas tal não significa dizer que as sessões apresentadas em Planetários digitais são mais impactantes que as sessões ocorridas nos Planetários óticos-mecânicos.

Não há limite de conteúdos a serem exibidos em Planetários, seja nos modernos projetores digitais, seja nos tradicionais óticos-mecânicos. Dada a carência de imagens no projetor ótico-mecânico, pois projetam apenas pontos luminosos (simulando estrelas e planetas) podem utilizar-se projetores auxiliares para ilustrar com melhor propriedade alguns objetos ou regiões do céu, muitas vezes projetores disponibilizados pelas próprias empresas que fornecem o equipamento principal.

Quando os recursos financeiros do Planetário não permitem alcançar o custo dos caros projetores auxiliares, a criatividade e a técnica dos operadores entra em ação. No passado lançava-se mão de projetores de *slides* (manuais ou automáticos) ou mesmo projetores artesanais. Com habilidade reduzia-se a luminosidade da fonte de luz e escureciam-se parte dos diapositivos, apenas se percebendo que as imagens não pareciam ter origem do projetor principal porque se ouvia o "cleck-cleck" quando o impulsionador de *slides* se movimentava ou o "zummmm" intermitente da ventoinha acionada automaticamente para esfriar a fonte de luz.

Uma novidade que maravilhou os visitantes, por ter imagens em movimento, ocorreu quando os projetores de *slides* foram substituídos pelos projetores de vídeos para tela plana. Atualmente, com a redução dos custos destes projetores e dependendo do tamanho da cúpula e da disponibilidade de espaço para acomodar estes dispositivos, pode-se trabalhar com múltiplos projetores de vídeo num mesmo evento.

Estes dispositivos auxiliares foram abolidos quase completamente com o advento dos projetores digitais, já que nestes a programação é previamente elaborada em computação gráfica. O que prevalece agora é a criatividade e a habilidade do editor ou, mais especificamente, o *emotional design*. Portanto, os conteúdos escolhidos não estão relacionados com o que os Planetários podem apresentar e sim com o que se deseja apresentar.

Contudo, pensa-se que para elaborar uma sessão com o tema astronomia específica para alunos se devem, à partida, privilegiar os fenómenos da natureza observável, evidentemente levando em consideração a idade escolar dos participantes e os conteúdos da(s) disciplina(s) que se deseja(m) trabalhar. Os conteúdos que exigem um maior raciocínio, como cálculos, unidades de notações científicas, diferenças técnicas entre peso e massa, aceleração de gravidade ou conceitos de forças necessitam de ser demonstrados com prudência para que a sessão não se torne análoga à de uma sala de aula. Embora a astronomia seja uma disciplina interdisciplinar por natureza, é bastante tímida a relação interdisciplinar nas apresentações. Entende-se aqui como interdisciplinaridade "um caminho de interação entre os saberes e não simplesmente como justaposição de conteúdos" (OLIVEIRA, 2010, p. 8).

Por outro lado, os estudantes chegam ao Planetário com alguns conhecimentos prévios adquiridos, não somente por influência do meio familiar, como dos domínios já explorados nos anos anteriores de escolaridade. A título de

exemplo, no caso dos estudantes do 7.º ano, que compõem a amostra desta investigação, algumas abordagens foram trabalhadas, anteriormente, na área disciplinar de Estudo do Meio, nomeadamente: a noite e o dia, no 1.º ano; a relação das estações do ano com os estados do tempo, no 2.º ano; a distinção entre estrelas e planetas, o reconhecimento do Sol como fonte de luz e calor, a posição do Sol ao longo do dia e a localização dos pontos cardeais, no 3.º ano; a forma do nosso planeta, da Lua, o modelo do sistema solar e a identificação dos hemisférios terrestres, relacionados com os conteúdos do 4.º ano (MEC, s.d.). São conceitos difíceis de serem mencionados sem tocar em questões básicas e elementares da astronomia. É bem verdade que foram conhecimentos superficiais e fragmentados, porém, são noções que podem influenciar ou não as novas aprendizagens.

### *4.2.4 Desenvolvimento do novo modelo de sessão de cúpula*

Para analisar a eficácia da aplicação do novo modelo de sessão de cúpula como recurso auxiliar no ensino da astronomia, optou-se nesta investigação por comparar as aprendizagens de alunos do 7.º ano de escolaridade após esta nova sessão desenvolvida no Planetário do OGAUC; com as conseguidas através da sessão habitualmente fornecidas a alunos deste nível escolar. O novo modelo de sessão foi denominado "sessão experimental (SE)" e a sessão habitual foi denominada "sessão de controlo (SC)".

O primeiro procedimento antes de elaborar a SE foi verificar como era retratada a SC (receção, conteúdos, apresentação, entre outros quesitos). Para além disto tomou-se o cuidado de conhecer o método habitual de trabalho do Planetário; foram observados desde o procedimento de agendamento, ao modo como é realizada a receção dos convidados, o comportamento dos alunos e do planetarista, a duração da sessão e o tratamento dispensado aos convidados pelo Planetário antes, durante

e após a sessão. O objetivo era elaborar uma SE que estivesse o mais próximo possível da SC (não significando ser igual), mas com o pretendido novo formato.

Em janeiro de 2018, o Planetário do OGAUC informava no seu *site* que havia quatro sessões disponíveis, conforme a idade escolar dos visitantes: sessão dirigida para o 5.º/6.º ano, para o 7.º/8.º ano, para o 9.º ano e sessão dirigida a estudantes do ensino secundário. Em relação aos conteúdos mencionados para o 7.º/8.º ano de escolaridade - grupo que foi escolhido para esta investigação - constava uma informação genérica: "O céu noturno; a orientação pelo Sol e pelas constelações; as distâncias à escala astronómica; as cores e tamanho das estrelas; os planetas do Sistema Solar; os pequenos corpos do Sistema Solar e as grandes estruturas do Universo"[86].

A duração da SC correspondia a aproximadamente 60 minutos. Embora realizada ao vivo, o planetarista conseguia finalizar os trabalhos dentro deste tempo, variando para mais ou para menos, uma vez que no final se disponibilizava um tempo para eventuais dúvidas dos visitantes. Apesar do investigador achar um período relativamente longo, manteve-se a mesma duração para a SE para que se pudesse considerar a mesma capacidade de concentração dos visitantes para ambos os Grupos. O tempo para uma sessão de cúpula não pode ser longo e nem pode ser demasiadamente curto. Por padrão, o tempo ideal seria de cerca de 45 minutos. Este tempo pode ser ligeiramente menor para uma sessão infantil e ligeiramente maior para jovens do ensino secundário, por exemplo.

Apresentava-se a SC em duas partes. Na primeira parte, com a duração aproximada de 30 minutos, utilizava-se uma projeção cujas imagens eram originárias do *software Stellarium* [87]. Mencionava-se o nascer e o pôr do sol, algumas

[86] Disponível em https://goo.gl/hb8VRY. Acesso em 05 de janeiro de 2018. Tomando em consideração que os *sites* são dinâmicos, optou-se por fazer uma captura do ecrã (anexo 2).

[87] *Stellarium* é um *software* de código aberto que dispõe de uma interface para projeção - *fisheye*. Disponível em http://stellarium.org/pt/. Acesso em 04 de agosto de 2018.

constelações mais conhecidas, a localização da Estrela Polar e os planetas. O planetarista narrava sem fundo musical e, nalguns poucos momentos e em algumas sessões, ao invés de explicar, incentivava os jovens a dizerem o nome do objeto celeste em questão, frequentemente nas imagens (fases) da Lua. Para iniciar a segunda parte, o planetarista detinha a sua fala e, sem iluminar o ambiente, substituía o *software* por uma gravação previamente preparada com imagens de nebulosas e galáxias com fundo musical, narrando, no entanto, em tempo real, como na primeira parte. Repetiam-se as informações sobre os planetas, agora com imagens digitais.

Pode-se dizer que a primeira parte era mais "professoral", enquanto a segunda parte seria mais voltada para a divulgação científica, embora nebulosas e galáxias façam parte dos conteúdos deste domínio. Dá-se a impressão de que a segunda parte é uma tentativa de encantar mais os presentes e suprir a deficiência de uma apresentação menos sedutora, mais modesta em imagens, como aquela vista na primeira parte. A considerar as vezes que o planetarista reproduziu o mesmo procedimento, a segunda parte poderia ser gravada que não faria diferença alguma.

Uma particular observação é que o planetarista se servia de apontador a laser (comum) para identificar os astros na cúpula e chamava a atenção dos participantes sempre que a indisciplina se exacerbava.

Diante destas observações começou a preparação da SE. As características principais deste novo modelo de sessão consistiram em:

a) Retirar parcialmente de cena a figura do planetarista

Há pelo menos três linhas de argumentação para os defensores da sessão ao vivo: interatividade[88], adaptação da linguagem e exclusividade de atendimento. Entende-se como interatividade a substituição da transferência de informação, em que o aluno é um sujeito passivo, para a aprendizagem colaborativa, quando há aprendizagens em grupo ou interatividade com experimentação por meio de estímulo e reflexão. Em segundo lugar, cada nível de escolaridade tem a sua linguagem própria, pelo que se infere que a sessão ao vivo proporciona esta adaptação. A terceira e última argumentação está relacionada com a exclusividade de atendimento: normalmente faz-se esta apresentação para demonstrar a preocupação que o espaço tem com aquele grupo em particular, por outras palavras, proporciona-se um "atendimento especial".

Não se invalidam as argumentações, principalmente a relacionada com a interatividade. De facto, poderia parecer ótimo haver uma interação mais efetiva; contudo, o investigador pensa exatamente o inverso. O Planetário não tem condições para atender qualquer que seja o público sem um tempo previamente definido, seja do ponto de vista educacional, prático, administrativo ou de investimento; por outro lado os grupos de alunos que constituem a maior parte dos frequentadores dos Planetários têm um tempo certo de visita. Assim, a interatividade de um planetário está restrita ao final da sessão com perguntas e respostas, e o novo modelo de sessão, também pode facilmente utilizar este método tal como se faz na sessão habitual.

Uma das alternativas para alimentar a interatividade em Planetário é desenvolver atividades antes ou depois da sessão de cúpula; porém, não é esta a discussão desta Tese, que se restringe especificamente à sessão.

---

[88] Uma vez que o termo "interatividade" incorpora significados diferentes conforme o campo do saber, neste texto corresponde a uma dada condição em que as pessoas podem de alguma forma participar ou têm a perceção de estar a participar em algo.

b) Melhorar a gestão dos recursos sonoros e efeitos luminosos

A sonoplastia é praticamente ignorada nas sessões em tempo real, embora o desenho sonoro (*foley effects*) seja tão ou mais importante que a própria imagem. Uma sessão de cúpula sem efeitos sonoros não é uma sessão de cúpula, pois o poder do Planetário é encantar, persuadir, convencer, emocionar, provocar arrepios, sensibilizar. Ouvir é sempre uma perceção "…tridimensional e espacial, i.e., cria um espaço acústico porque ouvimos em todas as direções…", enquanto ver "…é sempre direcional porque vemos apenas numa direção" [panorâmica] (ELSAESSER & HAGENER, 2010, p. 129).

A SE é previamente narrada e reproduzida por gravação *media* meticulosamente preparada. A preocupação do planetarista fica restrita à receção dos visitantes, explicando no início da sessão, resumidamente, o tema que será tratado e acionando o *play*[89]. No final abre-se espaço para questões, se as houver, a exemplo da SC.

Mesmo sendo uma sessão para alunos, não é recomendável que se comentem todos os temas estudados em sala de aula. Os conteúdos devem ser muito bem selecionados e devem ser abordados apenas os tópicos que os professores não conseguem desenvolver tão bem em sala de aula, seja por falta de preparação, seja pela falta de recursos materiais.

Não necessariamente nesta ordem, foram escolhidos os seguintes conteúdos: rotação da Terra e as consequências desta rotação, orientação pelo Sol, as estações do ano nos dois hemisférios, a lua e suas fases, eclipses, como os corpos celestes se organizam no espaço, as constelações visíveis no hemisfério norte, localização dos pontos cardeais através das estrelas, caracterização do modelo geocêntrico e heliocêntrico, localização relativa dos planetas (interiores e exteriores) e órbitas

[89] Há críticas evasivas nos ambientes dos Planetários relacionadas com este procedimento, do género: "não se faz mais planetaristas como antigamente e sim tocadores de *players*".

(MEC, 2013), coordenadas geográficas (conteúdo da disciplina de geografia), ângulos e graus (conteúdo da disciplina de matemática).

Mais uma vez, a intenção não era elaborar uma SE semelhante à SC em todos os quesitos. As explicações sobre nebulosas e galáxias discutidas na SC não foram incluídas na SE, apesar de fazerem parte dos conteúdos do subdomínio espaço, pois, como foi mencionado anteriormente, o objetivo é privilegiar a observação natural. Por outro lado, a SE preferiu enfatizar as coordenadas celestes que, no entendimento do investigador, são fundamentais para compreender os conteúdos elencados acima, tendo sido preteridas na SC. O *script* da SE recebeu o título "Uma excursão no céu noturno" (anexo 3)[90].

## 4.3 Métodos e metodologia

Sendo os Planetários instituições autónomas, sem uma diretriz geral, onde cada interveniente julga desenvolver de maneira correta as suas atividades, presume-se que os dois títulos discutidos anteriormente contribuíram para esclarecer a dinâmica dos ambientes e os objetivos deste trabalho de Tese. Passa-se doravante a anunciar os métodos e a metodologia utilizados neste trabalho.

### *4.3.1 Caracterização do estudo desenvolvido*

O referencial teórico abordado nos capítulos precedentes está relacionado com os conceitos-chave da investigação: ensino das ciências, espaços não formais de educação e planetários.

[90] A gravação *media* está disponível somente aos membros do júri (em baixa resolução), no *link:* https://youtu.be/U14Yijc4-RM com acesso restrito, no modo "não listado".

Trata-se este trabalho de uma investigação quanti-qualitativa, quase-experimental. Segundo Vilelas (2009), os estudos de investigação podem ser classificados através de três aspetos: o modo de abordagem, o objetivo geral e os procedimentos técnicos.

Creswell (2010) define as investigações quantitativas-qualitativas como um método misto marcado por "diferentes visões de mundo e diferentes suposições, além de diferentes formas de coleta e análise de dados" (p. 30). De facto, no início deste trabalho almejava-se apenas o método quantitativo de cunho quase-experimental; todavia, sendo este um estudo de cunho social, sempre com múltiplas variáveis, muitas delas ocultas, recolheram-se dados para interpretações qualitativas.

Segundo Creswell, este conceito de método misto teve origem no final da década de 1950 realizadas por Campbel e Fiske com estudos relacionados com as características psicológicas, utilizando múltiplas técnicas de coleta de dados, como entrevistas e observações, próprias de dados qualitativos, cruzando-os com dados quantitativos.

Assumindo que "todos os métodos têm limitações", segundo Creswell (op. cit., p. 33), o uso de múltiplos métodos ajuda a neutralizar ou cancelar, se preciso for, carateres indesejados inerentes a cada método. A partir deste conceito surgiu o processo de triangulação das fontes de dados, conforme Jick *apud* Creswell (op.cit.).

As estratégias para uma investigação podem ser sequenciais, concomitantes ou transformadoras, ainda segundo Creswell. As sequenciais caracterizam-se por o investigador iniciar com um método qualitativo e continuar com o quantitativo para generalizar os resultados, ou o inverso, ou seja, iniciar com um método quantitativo e complementar com dados colhidos qualitativamente. Na estratégia concomitante, como a própria designação expressa, as investigações quali ou quanti

iniciam-se com o processo, coletando os dados ao mesmo tempo. Na estratégia transformadora, o investigador utiliza uma lente teórica a partir das coletas.

Definiu-se neste trabalho uma estratégia concomitante-sequencial, por outras palavras, o desenho inicial da investigação almejava coletar informações tanto quali, quanto quantitativas, porém a maior parte dos dados são dados numéricos e apenas se utilizaram os dados qualitativos (em menor número, como a grelha de observação e as poucas entrevistas) para realizar a triangulação como se verá no capítulo 7.

Em relação aos procedimentos técnicos, o estudo caracteriza-se como um estudo quase-experimental. A amostra não foi aleatória, pois os grupos estavam constituídos anteriormente, como se verá mais adiante no tópico 5.3.5 relacionada com a escolha da amostra. Envolveu diferentes métodos de investigação e trabalhou-se simultaneamente com múltiplas variáveis.

### *4.3.2 Sobre as variáveis*

Em termos gerais, as variáveis são relativas às "características ou a um atributo de uma pessoa ou organização" (CRESWELL, 2010, p. 106). Neste trabalho tentou-se neutralizar algumas variáveis, a começar pela identificação das escolas. Havia uma curiosidade entre os professores participantes em querer saber quais as escolas que participavam na investigação. Imaginando que esta informação não era relevante para os professores participantes, o investigador manteve a discrição. Nesta mesma linha de raciocínio, outra variável importante foi receber todos os elementos de cada escola num único dia, para que os elementos da amostra de uma escola não tivessem contato com os elementos provenientes de outra escola. Para além disto, manteve-se o mesmo nível de escolaridade, a mesma idade, o mesmo tempo na aplicação dos inquéritos e os mesmos conteúdos explorados.

Outras variáveis previstas e impossíveis de alterar como a escolaridade dos pais, visitas realizadas em ambientes não formais e o estado emocional dos

elementos da amostra, não interferiram diretamente nos resultados, dado que o percentual variou muito pouco de uma escola para outra.

O "protocolo de intenções" (ver secção 5.3.7) que deveria ser aplicado somente às turmas experimentais contou com a discrição dos docentes a quem foi solicitado que não o divulgassem a alunos das turmas de controlo. Quando não fosse possível aplicar o protocolo exclusivamente às turmas experimentais, simplesmente não se aplicava. Neste quesito, o investigador referenda a integridade dos professores participantes.

O que se pretende saber é se a variável independente influencia efetivamente a variável dependente, ou seja, se o modelo diferente de sessão de cúpula influencia de modo distinto a aprendizagem dos estudantes.

Neste trabalho a variável independente é o fator principal, cuja influência no processo de aprendizagem se deseja determinar: se a alteração de uma sessão "professoral" para uma sessão gravada, com procedimentos utilizados na elaboração de uma sessão pública, usando recursos normalmente disponíveis com subtis variações de conteúdo, pode alterar o nível de aprendizagem de Astronomia pelos alunos do 7.º ano em Planetários.

As variáveis independentes que, segundo Creswell (2010, p. 78) também podem ser denominadas como "variáveis de tratamento, manipuladas, antecedentes ou preditoras", deverão influenciar a condição de melhor aprendizagem, ou seja, de melhor aproveitamento das sessões de cúpula, complementando de modo mais eficaz o ensino das ciências na educação formal.

A variável dependente, de critério, de resultado ou de efeito, ainda segundo Creswell (2010), é o efeito observado pela manipulação da variável independente, o nível de aprendizagem conseguido pelos alunos.

Algumas variáveis já evidentes como o *status quo* socioeconómico (SSE), a atitude e comportamento dos alunos durante a participação, a formação dos

professores envolvidos, as técnicas de ensino na escola, o desenvolvimento do tema pelos professores durante as aulas, as visitas externas realizadas antes do evento, os métodos que já foram explorados pelos professores sobre este tema, além de outras, foram documentadas através de observações e entrevistas. Pelos resultados nos pré-testes pode concluir-se que, antes do tratamento, as turmas experimentais e de controlo eram academicamente equivalentes.

### *4.3.3 Revisão bibliográfica*

Cardoso *et al.* (2010) defendem que somente após "analisar minuciosamente os trabalhos investigados que o precederam" é que se deve partir para a aventura intelectual de uma investigação científica, portanto, na tentativa de localizar trabalhos que pudessem responder de alguma forma às inquietações aqui propostas, o autor tem vindo a catalogar publicações relacionadas com as atividades dos Planetários em diversos bancos de dados.

Embora este trabalho apresente níveis de aprendizagens em Planetários, o foco principal desta Tese centra-se na técnica utilizada para alcançar melhor eficácia nas aprendizagens, portanto, trata-se de um tema específico relacionado com a produção de conteúdos para Planetários. Neste sentido, a revisão bibliográfica também foi exigente. Consideraram-se apenas os trabalhos científicos na mesma temática, centrados unicamente em Planetários digitais fixos, em detrimento dos aparelhos óticos-mecânicos, portanto, não se quer fazer comparação entre as temáticas utilizadas nas sessões (controlo e experimental) e sim comparações de aprendizagens.

O trabalho de Plummer *et al.* (2015) serviu como ponto de partida para esta revisão e não se encontrou na literatura respostas ao problema formulado nesta investigação. O que se encontrou foram diversos trabalhos enaltecendo as

apresentações dos Planetários como recurso auxiliar no ensino da Astronomia, além de outras inquietações enquanto espaço não formal de educação.[91]

Assumindo que os Planetários têm uma dinâmica diferente da maioria dos museus e centros de ciências, seja na exposição, nos interesses dos visitantes e na técnica utilizada de transmissão do conhecimento, não foram referendadas investigações sobre a mesma temática desenvolvida em outros ambientes.

Creswell (2010, p. 49) mostra-se surpreendido "ao observar a frequência com que os pesquisadores deixam de esboçar um título no início do desenvolvimento de seus projetos", pois facilita retomar o enfoque nos objetivos, ocasionalmente, e realinhar o objeto de investigação. De facto, o desenvolvimento do título original ajudou a chegar ao título final após longo processo de amadurecimento e boas discussões com os orientadores e, repetidamente, novas buscas na revisão bibliográfica.

Nestas pesquisas seguimos a recomendação de Creswell (2010, op. cit.) identificando em primeiro lugar as palavras-chave, a saber, os seguintes descritores livres: no campo dos espaços não-formais de educação - *non-formal education settings, informal learning, non-formal spaces of teaching;* nas investigações sobre divulgação científica - *scientific culture, science education/scientific education, scientific literacy, scientific learning in daily life* e no campo do Ensino das Ciências - *science teaching, astronomy education, astronomy science, planetary/planetarium.*

Foram consultadas as principais revistas internacionais pertinentes nas áreas de Ensino das Ciências, Ensino da Astronomia e Divulgação Científica, além de alguns Grupos de Estudos sobre a educação não-formal.

[91] A relação completa deste levantamento está disponível em http://www.fulldome-planetarium.eu/, conforme nota 85, página 118 deste trabalho.

Logo após a admissão deste autor no Programa Doutoral da Universidade de Coimbra, recorreu-se à plataforma *Web of Science*, que permite o acesso integrado à *Web of Science Core Collection,* à *Current Contents Connect,* ao *SciELO Citation Index* e ainda a outros recursos como o *Journal Citation Reports* e o *Essenctial Science Indicators.*

Realizaram-se consultas sistemáticas no *Google Scholar,* durante o período desta investigação e, consultas dos trabalhos publicados em âmbito da *International Planetarium Society* (IPS), a associação que congrega o maior número de Planetários em todo o mundo. Sendo os Estados Unidos o país com o maior número de Planetários instalados foram realizadas consultas na plataforma norte-americana *Educational Resources Information Center* (ERIC).

Foram consultadas as bibliotecas digitais das universidades que mantêm cursos de pós-graduação em Astronomia, Educação e/ou Ensino das Ciências e o mais completo Banco de Teses e Dissertações sobre Educação em Astronomia no Brasil, mantido pelo Professor Paulo Bretones, da Universidade Federal de São Carlos, além do Banco de Teses da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES/Brasil).

Realizou-se igualmente busca na biblioteca do conhecimento *on-line*[92], na Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD)[93] e Repositórios Científicos de Acesso Aberto de Portugal - RCAAP[94].

O procedimento adotado, imediatamente após serem encontrados os textos a partir dos descritores selecionados, foi ler os resumos. Se no resumo o texto apresentasse relação com o âmbito da investigação, lia-se a conclusão do autor; verificado aí o mesmo princípio, optava-se por ler o texto completo.

---

[92] Disponível em http://www.bon.pt. Acesso em 05 de janeiro de 2018.
[93] Disponível em http://bdtd.ibict.br/vufind/. Acesso em 05 de janeiro de 2018.
[94] Disponível em https://www.rcaap.pt/. Acesso em 05 de janeiro de 2018.

Apesar da advertência de Quivy e Campenhoudt (2005) de que "não ter nada sobre o assunto" (p. 50) investigado é sempre fruto de uma má informação, não foram encontrados trabalhos de investigação que propusessem algum procedimento especificamente voltada para as sessões de cúpula que pudesse contribuir para esta relação planetário-escola. Simultaneamente, foram encontrados pouquíssimos trabalhos de investigação sobre Planetários de um modo geral, um campo aberto aos investigadores de todas as áreas do conhecimento humano e passível de diferentes abordagens pedagógicas.

Podem ser apontados diversos motivos para a ausência desta literatura, nomeadamente:

- ✓ O número reduzido de Planetários contribuiu para que não houvesse uma diversidade maior de investigação neste espaço até ao momento. Merece ser lembrado que dos seis Planetários fixos instalados em Portugal, quatro surgiram nos últimos vinte anos[95]; o mesmo acontece em outros países - no Brasil, mais de 70% dos Planetários em atividade, entre fixos e itinerantes, surgiram somente a partir da viragem do século XX;
- ✓ É natural pensar que somente aqueles que conhecem os bastidores destes ambientes é que teriam o desvelo duma iniciativa desta natureza, dada a complexidade na elaboração da sessão de cúpula, operação do aparelho, disponibilidade do Planetário e as habilidades gráficas necessárias;
- ✓ Há um consenso de que os Planetários são espaços exclusivos da ciência astronómica. A responsabilidade por tal conceção não pode deixar de ser imputada aos próprios agentes que atuam nestes ambientes. Isto faz afastar qualquer tentativa de investigação por profissionais de áreas diversas;

[95] A relação completa dos Planetários filiados na *International Planetarium Society* pode ser consultada no endereço http://www.ips-planetarium.org/ (IPS, 2018).

✓ O olhar dos investigadores em museus. Os investigadores que trabalham no âmbito da divulgação científica em espaços não-formais de educação atêm-se sobretudo aos espaços que já comportam na sua designação o termo "museu" ou a ambientes mais conhecidos como Zoológicos, Aquários, Ecomuseus, entre outros, desconhecendo muitas vezes que os Planetários estão inseridos nesta classificação;

✓ A dificuldade de se criar uma cultura astronómica na sociedade devido à escassa formação dos professores nesta área. São muitos os professores da educação básica que trabalham com os conteúdos de astronomia na escola "sem ter[em] a formação adequada" (NÓVOA, 1992; MALUF, 2000; BRETONES, 1999).

### *4.3.4 Local da investigação*

A investigação foi realizada no Planetário do Observatório Geofísico e Astronómico da Universidade de Coimbra (OGAUC), uma instituição interdepartamental cujos serviços são comuns aos Departamentos de Física, Matemática e Ciências da Terra (figuras 25 e 26).

Embora o OGAUC seja uma instituição criada em 2013, tem origem centenária, resultante da fusão entre o Observatório Astronómico, cujas atividades se iniciaram em 1772, e o Instituto Geofísico, criado em 1864.

Para além das atividades científicas, como o laboratório dedicado à Meteorologia Espacial com o *Space-Planetary Interactions Monitoring and Forecasting Laboratory* (SPINLab) e o Projeto *Space Weather and GNSS monitoring services for Air Navigation* (SWAIR), destinado ao controle de tráfego da aviação civil, entre outros, dedica-se à divulgação científica desde 2016, com a inauguração de uma cúpula astronómica para atendimento da comunidade (público em geral e estudantes) e do Planetário - adaptada a partir de uma antiga cúpula astronómica desativada (figuras 27 e 28, a seguir).

**Figura 25** - Vista aérea do OGAUC
**Fonte:** Google maps - 40º.11´57´´N e 8º.26´24´´O

**Figura 26** - Portal de entrada do OGAUC
**Fonte:** Arquivo do OGAUC

O OGAUC está sediado na Rua do Observatório, na cidade de Coimbra, Portugal. Alcança-se após percorrida uma distância de, aproximadamente, 2,5km, a partir do edifício central da Universidade de Coimbra. Os agendamentos para as atividades de divulgação científica não são realizados diretamente no OGAUC, mas pela Central de Turismo da UC.

**Figura 27** - Planetário do OGAUC
**Fonte:** Arquivo do OGAUC

**Figura 28** - Interior do Planetário do OGAUC
**Fonte:** Arquivo do autor

A recolha dos dados desta investigação ocorreu no início de 2018, tendo o Planetário apenas dois anos de atividade. Este período curto de experiência em atendimento ao público fortuitamente contribuiu para o desenvolvimento desta investigação, num ambiente sem vícios de atendimento, de produção de sessões e de investigações científicas e, sobretudo, de autoavaliação das atividades.

### *4.3.5 Escolha da amostra, temática e tamanho da amostra*

O número de alunos matriculados no 7.º ano de escolaridade no território português, durante a investigação experimental desta Tese (ano letivo de 2017/2018), era de 112.519 estudantes, o menor registo desde o ano letivo de 2012/2013, com uma previsão para menor no ano letivo 2018/2019, conforme linha sete (L.7) (ver quadro 2).

A amostra foi formada por estudantes do 7.º ano de escolaridade da disciplina de Físico-Química. Justifica-se a escolha do tema pelos seguintes critérios:

| Ano letivo | | Regular e artístico | | | | Outras modalidades |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Total | 7.º ano | 8.º ano | 9.º ano | |
| **L.1** | 2012/2013 | 360.136 | 119.859 | 109.317 | 102.774 | 28.186 |
| **L.2** | 2013/2014 | 362.986 | 116.420 | 114.744 | 103.603 | 28.219 |
| **L.3** | 2014/2015 | 365.496 | 117.112 | 111.349 | 108.640 | 28.395 |
| **L.4** | 2015/2016 | 362.010 | 115.524 | 111.840 | 105.617 | 29.029 |
| **L.5** | 2016/2017 | 358.739 | 113.182 | 110.311 | 105.972 | 29.274 |
| **L.6** | 2017/2018 | 354.201 | 112.519 | 107.992 | 104.549 | 29.141 |
| **L.7** | 2018/2019 | 348.312 | 109.482 | 107.484 | 102.400 | 28.946 |

**Quadro 02** - Número de alunos do 3.º CEB
**Fonte:** DGEEC/MEC

a) A investigação foi realizada no âmbito do Programa Doutoral do Ensino das Ciências, ramo de Ensino da Física, portanto, seria adequado analisar conteúdos que estivessem dentro deste ramo;
b) Os domínios sobre os conteúdos da astronomia elementar começam a ser inseridos no 7.º ano de escolaridade na disciplina de Físico-Química;
c) A astronomia é um dos domínios da disciplina de Físico-Química;
d) A astronomia é a temática mais recorrente no Planetário da OGAUC;
e) Embora o Planetário receba visitantes de qualquer idade e nível escolar, prevalecem como visitantes alunos do 3.º ciclo do ensino básico;
f) No âmbito escolar prevalece o princípio de que toda e qualquer atividade fora da escola deverá ter como premissa ações que possam complementar os conteúdos em lecionação na sala de aula.

Os conteúdos de astronomia são abordados no 3.º ciclo do ensino básico, no 7.º ano de escolaridade, no eixo temático "Terra no Espaço", com subdomínios sobre o Universo, Sistema Solar, Distâncias do Universo, a Terra, a Lua e forças gravíticas, da disciplina de Físico-Química.

Para definir o tamanho da amostra levou-se apenas em consideração a noção intuitiva do que seria um número ideal, dentro das possibilidades e disponibilidades de tempo no Planetário; mais do que o número de alunos, deu-se preferência ao número de sessões.

Conhecendo a relevância do estudo pelo apego ao tema e a prestimosidade do Diretor do Planetário, foram disponibilizadas ao investigador duas semanas completas para a realização desta investigação, um total de 10 dias letivos. Por questões administrativas e do controlo de algumas variáveis, a opção foi atender uma escola por dia, com pelo menos duas turmas, sendo uma de controlo e outra experimental de uma mesma unidade escolar.

Considerando que cada turma teria cerca de 30 alunos, com base nos estudos da evolução dos limites máximos e mínimos definidos na legislação para a constituição de turmas por ciclo de escolaridade (RAMOS *et al.*, 2016), poder-se-ia contar, à partida, com 600 participantes. Sabendo que nem todos poderiam estar disponíveis no dia da investigação (faltas, autorização dos pais, problemas no transporte, condições meteorológicas, entre outros motivos) poder-se-ia contar com uma amostra composta por 500 elementos.

Uma vez que foi possível encontrar escolas com mais de duas turmas e que seria inoportuno fracionar as visitas definindo esta ou aquela turma por qualquer que fossem os motivos, assumiu-se que todas as turmas daquela escola poderiam participar. Assim, com a escolha de três escolas instaladas no perímetro urbano de Coimbra e duas unidades instaladas no interior do distrito, uma a 15km e a outra a 30 km de distância do Planetário, o levantamento preliminar assinalava 509

elementos. Apenas 43 elementos não puderam comparecer no dia da investigação, resultando uma amostra final de 466 estudantes.

Em consulta posterior a diversos trabalhos de investigação e de pesquisa pública *online* constatou-se que o número de participantes foi superior ao habitual. Ponderando que a população-alvo em Portugal era de 112.519 estudantes, matriculados no período da investigação (ver quadro 2), e uma vez que se almejava um nível de confiança em torno de 95% com uma margem de erro de 5%, o tamanho mínimo da amostra seria de 383 elementos[96].

### *4.3.6 Critério para a escolha das escolas e questões éticas*

Ao invés de peregrinar pelas escolas para obter a autorização da direção dos agrupamentos, procurou-se primeiramente identificar cinco docentes da disciplina de Físico-Química em cinco unidades escolares. Para este procedimento utilizou-se do altruísmo e da solidariedade da colega e Prof.ª Dra. Matilde L. O. Azenha que contribuiu indicando colegas pelas escolas por onde tem trabalhado.

Após identificar as docentes, manteve-se um contato pessoal para explicar os objetivos da investigação e a dinâmica que seria utilizada. Só após a aceitação das professoras é que se estabeleceu contato com a direção de cada agrupamento para a devida autorização e procedeu aos trâmites normais. Houve uma certa resistência por parte da maioria dos docentes. Somente depois de explicar que a intenção era avaliar os Planetários e que se preservaria a identidade das docentes, da escola e dos alunos é que aceitaram o convite. A investigação seria realizada apenas após as explicações dos subdomínios relacionados com a astronomia, com previsão para o final do mês de janeiro de 2018, como de facto ocorreu.

---

[96] Utilizou-se a calculadora de margem de erro e a calculadora do tamanho de amostra *online* da *Survey Monkey*, companhia de desenvolvimento de pesquisa *online*. Disponível em https://pt.surveymonkey.com. Acesso em 27 de julho 2018.

Convencer os docentes a participar na investigação e receber a autorização da direção não foi o suficiente para realizar o levantamento dos dados. Para proteção dos direitos à privacidade, à segurança, à proteção e à confidencialidade dos dados pessoais, o Despacho n.º 15847/2007 de 23 de julho obriga a que todo e qualquer estudo de investigação em meio escolar deva ser submetido para apreciação da Direção-Geral da Educação (DGE), através do sistema de Monitorização de Inquéritos em Meio Escolar (MIME[97]).

Para receber a autorização da DGE é preciso seguir os trâmites legais: inscrição da entidade, registo dos inquéritos com todas as peças (inquéritos, nota metodológica do estudo, declaração do orientador). O registo de autorização foi realizado no dia 09 de junho de 2017 pelo protocolo 0607100001 e no dia 25 de julho de 2017 o investigador recebeu a autorização definitiva.

Uma nova consulta realizada no encerramento desta Tese, o mesmo Despacho 15847/2007, ampara-se no Regulamento Geral de Proteção de Dados da União Europeia (RGPD) que passou a produzir efeitos a partir de 25 de maio de 2018, conjugado com a Lei 67/98 de 26 de outubro, alterada pela Lei 103/2015, de 24 de agosto.

### *4.3.7 Instrumentos de recolha de dados*

A elaboração dos inquéritos não é um processo muito simples. Seguiram-se as recomendações de Tuckman (2000) e Carmo & Ferreira (1998) sobre alguns procedimentos importantes a observar, como o número de perguntas, a objetividade, clareza e, sempre que possível, o recurso a questões de resposta fechada, para que não houvesse ambiguidade.

Foram utilizados os seguintes instrumentos de investigação:

[97] Disponível em https://goo.gl/7uCpiz. Acesso em 04 de agosto de 2018.

a) Protocolo de intenções;

b) Pré-teste e Pós-teste;

c) Grelha de observações;

d) Entrevista pessoal sem registo de imagem.

a) Protocolo de intenções

O protocolo de intenções (anexo 4) foi um documento criado pelo investigador para manter um certo vínculo com os professores participantes durante todo o processo da investigação. Continha o título da sessão, uma sinopse e os conteúdos que seriam abordados durante a sessão. Os professores deveriam discutir os temas referidos no protocolo com os alunos antes da visita. Uma vez que os conteúdos estavam a ser aplicados em sala de aula, a revisão era optativa, mas aconselhava-se que se discutissem de modo superficial os seguintes termos: zénite, horizonte, observação a olho nu, coordenadas geográficas, esfera, ângulos e graus. Para além destas informações, o protocolo esclarecia o que se queria dizer com "observadores internos" e "observadores externos", sintagmas que foram utilizados durante toda a narração. Informava o documento de que o primeiro termo é para aquele espectador que está a observar o céu a partir da Terra, enquanto o segundo se referirá a um espectador que esteja fora do nosso planeta, num ponto qualquer do Sistema Solar.

Terminava o protocolo de intenções com algumas recomendações de comportamento: a forma de ocupação dos lugares pelos visitantes, o uso de equipamentos sonoros e luminosos durante a sessão, registos de imagens e áudio e recomendações para a concentração dos alunos. Apesar da simplicidade deste documento, o protocolo de intenções teve uma participação fundamental nos resultados, como se verá, principalmente quando associado à ferramenta "Grelha de observações".

Para não contaminar a turma de controlo, solicitava-se que os professores utilizassem o "protocolo de intenções" somente com as turmas que fossem participar na sessão experimental, uma vez que não é usual este procedimento nas sessões habitualmente realizadas pelo Planetário da OGAUC, por outras palavras, a sessão que seria utilizada como controlo.

O Protocolo de intenções é um simples recurso de aproximação entre escola e Planetário, solidificando os compromissos firmados entre os dois organismos. Normalmente, os Planetários disponibilizam um *folder* contendo informações genéricas das atividades.

b) Pré-teste e Pós-teste

A recolha de dados foi realizada em cinco dias diferentes com inquéritos pré-teste e pós-teste (anexo 5) em dois grupos - o **Grupo de Controle** (GC) e o **Grupo Experimental** (GE) -, aplicados a estudantes com as mesmas características de currículo e idade escolar. Os Grupos foram compostos com, no máximo, cinquenta participantes.

O pré-teste e o pós-teste foram absolutamente iguais, embora a sequência das questões no pós-teste tenha sido alterada propositadamente.

Previu-se, inicialmente, para cada um dos inquéritos, um tempo de resposta não superior a 30 minutos; porém, enquanto um grupo estava numa das sessões de cúpula, o outro respondia aos inquéritos. Embora as sessões tivessem a duração de uma hora, havia ainda o tempo de deslocação de entrada e saída do Planetário, totalizando, sensivelmente, 80 minutos. Portanto, o tempo disponível para os alunos responderem aos inquéritos foi de 50 minutos, aproximadamente. Apesar desta flexibilização de horários, a duração média tanto para o pré-teste como para o pós-teste acabou por coincidir com a previsão inicial de 30 minutos, variando 10 minutos para mais ou para menos, a depender de alguns grupos.

c) Grelha de observação

A Grelha de observação (anexo 6) foi de uso exclusivo do investigador. Serviu para fazer uma triangulação quando do estudo dos dados.

Uma vez que era impossível preencher a Grelha durante a sessão, seja pela quantidade de observações a serem registadas, seja pela impossibilidade de registo, pois durante a sessão a sala fica sem claridade, o procedimento adotado foi gravar o áudio das "sessões de controlo". Portanto, a Grelha de observação foi preenchida duas ou três horas após o término da sessão.

d) Entrevista pessoal com os Professores sem registo de imagem

Para além do perfil dos docentes, almejava-se conhecer a opinião dos professores em relação às duas sessões realizadas. Recomendações foram feitas para que em cada escola pelo menos um professor assistisse às duas sessões (controlo e experimental), obtendo-se assim, pelo menos, cinco pareceres sobre as sessões. Seria uma conversa informal apenas com registo de áudio, porém, os professores não autorizaram a gravação. Embora a entrevista versasse o modelo de sessão, subsistiu a impressão de que os professores receavam que fossem colocadas perguntas sobre os conteúdos. Mesmo assim, foi possível conversar informalmente com três das cinco professoras disponíveis. Esta entrevista informal deveria ser registada em áudio, mas as professoras não autorizaram o procedimento.

### *4.3.8 Preparação dos inquéritos*

Somente após o desenvolvimento da sessão de cúpula é que se pensou na elaboração dos inquéritos. O pré-teste foi dividido em duas partes. A primeira parte continha treze perguntas de natureza pessoal e a segunda parte doze questões relacionadas com os conteúdos apresentados. Igualmente, o pós-teste foi dividido

em duas partes, contendo a primeira parte as mesmas questões do pré-teste (não na mesma ordem) e a segunda parte, cinco questões de opinião. A relação dos inquéritos assim como os dados coletados estão dispostos no capítulo 6, referente aos dados primários da amostra.

### *4.3.9 Ferramenta para a análise dos dados*

Devido à quantidade dos elementos da amostra, as análises foram registadas, avaliadas e interpretadas através do ambiente *Statistical Package for Social Science – SPSS, 22 for Windows*. Este ambiente permite realizar cálculos complexos com visualizações simples e autoexplicativas dos resultados elaborados através de quadros, tabelas e histogramas ou representação gráfica.

### *4.3.10 Ferramentas utilizadas para a edição de imagem e som*

Para elaborar a edição de imagens da SE foram utilizados os seguintes equipamentos e *software*:

- ✓ Um computador comum, com processador Intel Core (TN) i7-7700HQ, CPU@2,80 GHz, memória instalada (RAM) de 32 GB, sistema operativo de 64 bits; ecrã com resolução 1920 x 1080 de 17 polegadas;
- ✓ *Software* da família Adobe (Adobe Premiere Pro CC, Adobe Audition, Adobe After Effects CC/2017);
- ✓ *Software* Camtasia Studio de plataforma Windows, versão 9.0, suportando renderização de imagem até 4096 x 4096 (4k) com *screencast* (captura de tela de vídeo);
- ✓ *Software* Stellarium, versão 0.18.0, para Windows com sistema operativo de 64 bits;

- ✓ *Plugin* Fulldome/Navegar para PC integrado ao Adobe After Effects CC/2017. Este *plugin* produz conteúdos em ambientes esféricos, ou seja, converte o espaço de trabalho retangular padrão para imagem/vídeo cilíndrico[98].

Para elaborar a edição de áudio da SE foram utilizados os seguintes equipamentos e *software*:

- ✓ Gravador de voz da marca Olympus, VN-721PC com formato WMA, 2GB de memória integrada, microfone de baixo ruído, omnidirecional. Frequência de amostra, HQ: 44,1 KHz/32kbps e LP: 8KHz/5 kbps. Resposta de frequência, WMA:HQ/70 – 13.000Hz e LP/70 – 3.000 Hz;
- ✓ *Pop filter* (filtro de voz) para microfone tradicional.
- ✓ Para a edição de áudio foram utilizados o Adobe Audition e o *software* Audacity livre, de código aberto de plataforma Windows.

Nos próximos dois capítulos passa-se à análise dos dados: no capítulo 6, os dados primários, e no capítulo 7, a análise global. Devido ao distanciamento face a este capítulo, alguns procedimentos serão repetidos para melhor clareza.

[98] Um agradecimento especial ao Diretor do Planetário de Espinho, Professor Dr. António Pedrosa, que forneceu este *plugin* ao OAGUC e transmitiu as orientações básicas de manuseamento ao investigador.

# PARTE - II

# RECOLHA E ANÁLISE DOS DADOS

# 5 DADOS PRIMÁRIOS DA AMOSTRA

Descrever-se-ão neste capítulo os dados que foram recolhidos. Serão organizados através de tabelas de frequências e gráficos ilustrativos, conforme as distribuições de valores que foram levantados.

## 5.1 Noções gerais dos métodos estatísticos utilizados e hipóteses estatísticas

Neste trabalho há variáveis mensuradas em escala de Likert e variáveis numéricas. As primeiras foram analisadas de acordo com o grau de conformidade e as segundas de acordo com os valores medidos com a apresentação da média, do desvio-padrão, do coeficiente de variação, dos valores mínimos e máximos, assim como os gráficos ilustrativos dos valores médios.

Foram realizados testes paramétricos e não paramétricos que servem para verificar se as diferenças observadas são estatisticamente significativas. Para testar hipóteses em Ciências Sociais, conforme recomenda Guimarães & Sarsfield Cabral (2010), o valor de referência é de 5%, o que significa que se estabelece a inferência com uma probabilidade de erro inferior a 5%.

Para examinar as diferenças entre os valores de uma variável numérica da mesma amostra em dois momentos diferentes, conforme Maroco (2011), deve-se utilizar o teste *t* para amostras emparelhadas (amostras escolhidas ao acaso ou com distribuição normal de dados), pois os elementos da amostra que são estudados nos dois instantes são os mesmos o que permite colocar as seguintes hipóteses:

> $H_0$: A média das diferenças entre os valores da variável quantitativa nos dois momentos é nula (igual a zero).
> $H_1$: A média das diferenças entre os valores da variável quantitativa nos dois momentos não é nula (é diferente de zero).

Quando o valor de prova do teste *t* é superior a 5%, não se rejeita a hipótese nula, ou seja, não há diferenças estatisticamente significativas entre dois pares de

medidas; todavia, quando o valor de prova do teste t é inferior a 5%, rejeita-se a hipótese nula e aceita-se a hipótese alternativa, ou seja, existem diferenças estatisticamente significativas entre dois pares de medidas.

$H_0$: Não existe diferença nas médias entre os grupos da variável dicotómica.
$H_1$: Existe diferença nas médias entre os grupos da variável dicotómica.

Os testes ANOVA e Kruskall-Wallis foram utilizados para realizar o estudo da relação entre variáveis quantitativas e uma variável qualitativa com mais de duas classes. Também neste caso, quando o valor de prova da ANOVA é inferior a 5%, rejeita-se a hipótese nula e aceita-se que existem diferenças entre as várias categorias das variáveis qualitativas. Quando é superior a 5%, não se rejeita a hipótese nula, que coloca as seguintes hipóteses:

$H_0$: A média da variável é igual nas categorias da variável qualitativa.
$H_1$: As médias da variável são diferentes nas categorias da variável qualitativa.

Perante duas variáveis nominais ou uma variável nominal e outra ordinal, o teste adequado para verificar a relação entre cada par de variáveis é o Qui-quadrado. As hipóteses são:

$H_0$: As duas variáveis são independentes, ou seja, não existe relação entre as categorias de uma variável e as categorias da outra;
$H_1$: As duas variáveis apresentam uma relação entre si, ou seja, existe relação entre as categorias de uma variável e as categorias da outra.

Mais uma vez o valor da prova for inferior a 5% (0,05) rejeita-se a hipótese nula, concluindo-se que as duas variáveis estão relacionadas. Quando o valor de prova do teste for superior ao valor de referência de 5%, não podemos rejeitar a hipótese nula, de que as duas variáveis são independentes, ou seja, conclui-se que elas não estão relacionadas (MAROCO, 2011).

## 5.2 Informações gerais sobre a amostra

A amostra utilizada nesta investigação foi constituída por 466 estudantes provenientes de cinco escolas, que foram numeradas de 1 a 5. As escolas 1 e 5, representando 42,9% da amostra estão localizadas fora do perímetro urbano de Coimbra; a escola 1 dista do Planetário, aproximadamente 15 km e a escola 5 dista 30 km. As escolas 2, 3 e 4 representam 57,1% do total da amostra e situam-se no perímetro urbano, distantes do Planetário num raio de 3 km, aproximadamente.[99]

Envolveram-se, nesta atividade, onze docentes responsáveis pela disciplina de Ciências Físico-Químicas. Na escola 1, 3 e 5 estiveram dois docentes envolvidos para cada uma das escolas; na escola 2 foram quatro docentes e na escola 4 apenas uma professora. Estes docentes serão denominados "professores-participantes".

Inicialmente ficou acordado que os docentes de cada unidade escolar formassem dois grupos de alunos (independente da quantidade obtida) que seriam identificados como Grupo A e Grupo B. Os Grupos A de todas as escolas foram denominados como GC - Grupos de Controlo -, enquanto os Grupos B foram denominados como GE - Grupos Experimentais.

A escola 1 contava com 140 estudantes, todavia, uma vez que cinquenta era o número máximo de participantes numa sessão do Planetário, excecionalmente nesta escola formaram-se três grupos, que foram denominados: Grupo A (GC) e os Grupos B e C constituídos por estudantes que iriam participar nas sessões experimentais (GE). Na tabela 1, a seguir, visualiza-se esta distribuição.

Quanto às dimensões, as diferenças entre os grupos (GC e GE) não são estatisticamente significativas, de acordo com o teste do Qui-quadrado ($\chi^2_{(4)} = 9{,}173$; $p = 0{,}057$).

[99]A identificação das escolas, assim com as identidades dos diretores, professores e alunos participantes foram preservadas de comum acordo.

| | G. Controlo | | G. Experimental | |
|---|---|---|---|---|
| | Frequência | % | Frequência | % |
| E - 1 | 48 | 23,0 | 92 | 35,8 |
| E - 2 | 46 | 22,0 | 50 | 19,5 |
| E - 3 | 50 | 23,9 | 49 | 19,1 |
| E - 4 | 35 | 16,7 | 36 | 14,0 |
| E - 5 | 30 | 14,4 | 30 | 11,7 |
| Total | 209 | 100,0 | 257 | 100,0 |

- Escolas localizadas fora de Coimbra

**Tabela 01** - Cotação da amostra geral por escola

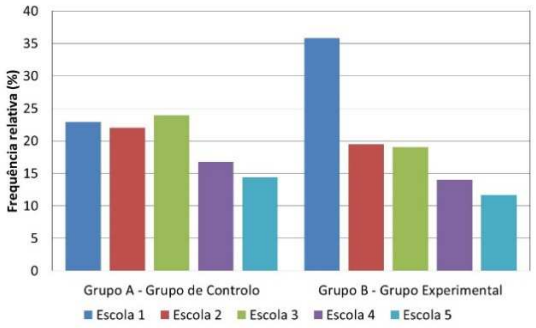



**Gráfico 08** - Barras correspondentes à tabela 1

A recomendação a todos os professores foi que a formação dos grupos fosse desenvolvida com turmas completas, ou seja, que os alunos de uma determinada turma estivessem todos num mesmo grupo, pois o procedimento - "protocolo de intenções"[100] - destinava-se apenas aos alunos das sessões experimentais.

## Escola 1

| Turma C | Turma D | Turma A | Turma B | Turma E | Turma F | Turma G |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 20 alunos | 28 alunos | 17 alunos | 19 alunos | 18 alunos | 20 alunos | 18 alunos |
| 20 + 28 | | 17 + 19 + 10 | | | 8 + 20 + 18 | |
| G.Controlo = 48 alunos | | 1º Grupo Experimental = 46 | | | 2º Grupo Experimental = 46 | |

**Quadro 03** - Turmas da Escola 1

Na escola 1, o Grupo de Controlo era formado por 48 alunos provenientes das Turmas C e D. O primeiro Grupo Experimental desta escola era formado pelas Turmas A e B e por 10 alunos da Turma E. O segundo Grupo Experimental era formado pelas Turmas F e G, e ainda pelos restantes alunos da Turma E. Observa-se que a Turma E foi separada para melhor acomodação no Planetário, mas não houve problemas na aplicação do "protocolo de intenções", pois todos os seus alunos ficaram nos dois Grupos Experimentais desta escola.

## Escola 2

[100] O "protocolo de intenções" é um dos instrumentos da investigação, conforme foi fundamentado no capítulo anterior, item 5.3.7, letra "a". O modelo deste "protocolo" encontra-se no anexo 4.

| Turma B | Turma D | Turma C | Turma A | Turma E |
|---|---|---|---|---|
| 21 alunos | 20 alunos | 20 alunos | 18 alunos | 17 alunos |
| 21 + 20 + 5 | | | 15 + 18 + 17 | |
| G. Controlo = 46 alunos | | | G. Experimental = 50 alunos | |

**Quadro 04** - Turmas da Escola 2

Na escola 2, o Grupo de Controlo era formado por 46 alunos provenientes das Turmas B e D, e 5 alunos da Turma C. O Grupo Experimental era formado pelas Turmas A, E e os alunos restantes da Turma C. Nesta escola, o "protocolo de intenções" foi implementado somente nas Turmas E e A, pelo que os 15 alunos da Turma C que participaram no GE não tiveram acesso a este protocolo.

### Escola 3

| Turma A | Turma B | Turma C | Turma D |
|---|---|---|---|
| 26 | 24 | 23 | 26 |
| 26 + 24 | | 23 + 26 | |
| G. Controlo = 50 alunos | | G. Experimental = 49 alunos | |

**Quadro 05** - Turmas da Escola 3

Na escola 3, o Grupo A era formado por 50 alunos provenientes das Turmas A e B. O Grupo Experimental era formado pelas Turmas C e D, nas quais o protocolo foi aplicado.

### Escola 4

| Turma A | Turma B | Turma C | Turma D |
|---|---|---|---|
| 18 | 17 | 18 | 18 |
| 18 + 17 | | 18 + 18 | |
| G. Controlo = 35 alunos | | G. Experimental = 36 alunos | |

**Quadro 06** - Turmas da Escola 4

Na escola 4, o Grupo de Controlo era formado por 35 alunos, provenientes das Turmas A e B. O Grupo Experimental, que recebeu o protocolo, era composto por alunos das Turmas C e D.

Escola 5

| Turma A | Turma B | Turma C | Turma D |
|---|---|---|---|
| 14 | 16 | 17 | 13 |
| 14 + 16 | | 17 + 13 | |
| G. Controlo = 30 alunos | | G. Experimental = 30 alunos | |

**Quadro 07** - Turmas da Escola 5

Na escola 5 somente com a chegada dos alunos ao Planetário é que foi formado o Grupo de Controlo e Experimental com 30 alunos em cada grupo. Isto significa dizer que os professores não seguiram as recomendações sobre a divisão das Turmas e tampouco foi aplicado o "protocolo de intenções" na escola. Não é, portanto, possível correlacionar os Grupos de Controle e Experimental com as Turmas dos alunos. O pré-teste e o pós-teste foram aplicados na escola sem a supervisão do investigador.

O tratamento diferenciado com os Grupos Experimentais teve início no ambiente da escola com a aplicação do "protocolo de intenções", enviado quinze dias antes do evento pelo investigador aos professores-participantes.

Posteriormente, todos os grupos foram submetidos a um inquérito denominado pré-teste. De seguida, o Grupo A participaria numa sessão habitual no Planetário e os Grupos B e C participariam numa sessão cujo modelo foi produzido como experiência. Após a apresentação das sessões, os dois grupos voltaram a responder a um inquérito denominado pós-teste. O pós-teste, com as mesmas questões do pré-teste, foi aplicado aos dois grupos em iguais condições.

O desenho da investigação para cada escola ficou conforme a figura 29, que a seguir se apresenta.

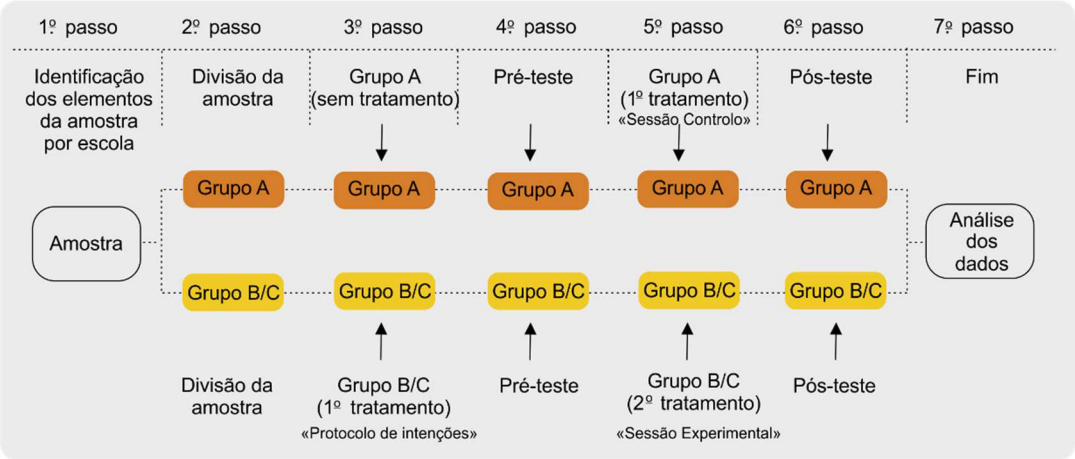



**Figura 29** - Esquema da investigação

Os gráficos 9 e 10, a seguir, correspondem à distribuição dos alunos por Grupo e por escola.

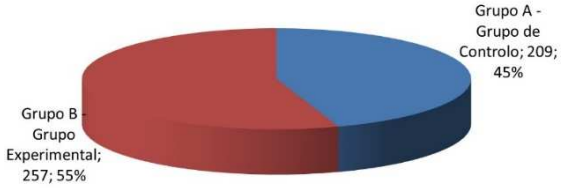



**Gráfico 09** - Distribuição dos alunos pelos Grupos

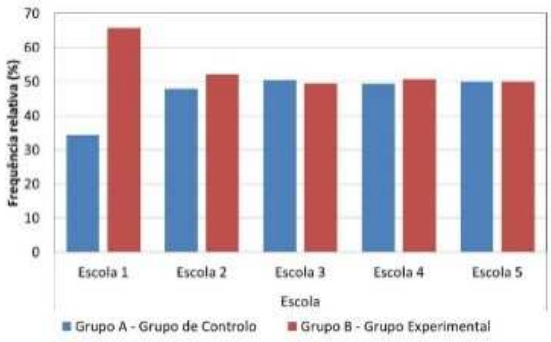



**Gráfico 10** - Alunos por Grupo e por Escola

Observa-se que a separação das turmas pelos GC e GE em cada escola é, aproximadamente, de 50%, variando entre 48% e 52%, exceto na Escola 1, em que existe um Grupo de Controlo com 48 elementos e dois Grupos Experimentais, cada um com 46 elementos.

## 5.3. Período da investigação e a relação dos conteúdos

Decorrente da capacidade do Planetário e para conforto da própria dinâmica da receção, apenas seria possível realizar a investigação atendendo uma escola por dia. A intenção era que durante uma semana fossem aplicados todos os inquéritos. No entanto, como cada escola tinha as suas próprias especificidades, só foi possível

realizar as apresentações e recolher os dados num período de duas semanas, entre os dias 12 e 26 de janeiro de 2018.

Os conteúdos do domínio "Espaço" da disciplina de Ciências Físico-Químicas do 7º ano, têm início no arranque do ano letivo e a previsão é a de que, até ao final de janeiro estejam concluídos em todas as escolas da rede pública de ensino. Nas cinco escolas participantes, 100% dos subdomínios "O Universo" e "O Sistema Solar" já haviam sido concluídos e mais de metade dos conteúdos do subdomínio "A Terra e a Lua e as forças gravíticas" já haviam sido finalizados quando se realizaram as visitas ao Planetário. Assim pode concluir-se que, sob o ponto de vista de abordagens prévias em sala de aula aos temas apresentados tanto na sessão de controlo quanto na sessão experimental, todos os alunos estavam em condições semelhantes.

## 5.4 Modelo, aplicação dos inquéritos e tempo utilizado

Apesar de ter sido entregue num único bloco, o pré-teste foi elaborado em duas partes (ver anexo 5). Relativamente à primeira parte, os alunos deveriam responder a treze questões de natureza social (idade, género, escolaridade dos pais, entre outras). A segunda parte continha doze questões relacionadas com a astronomia.

O pós-teste compreendia igualmente duas partes. A primeira parte continha as mesmas doze questões da segunda parte do pré-teste, mas não na mesma ordem. Alterar a sequência das questões foi uma tentativa para iludir os sentidos, numa eventual hipótese de memorização, pois o desenho da investigação, inicialmente, era que todos os elementos da amostra realizassem o pré-teste e o pós-teste no ambiente do Planetário, imediatamente antes e após as sessões de cúpula.

As questões sociais, que no pré-teste constituíam a primeira parte, passaram a ser a segunda parte no pós-teste por uma questão estratégica, visto que os alunos

dispunham de um tempo rígido para regresso à escola. Esta segunda parte do pós-teste considerava um parecer individual sobre a atividade: entre outras opiniões interessava saber como o aluno classificava a visita, se as explicações foram compreensíveis, se gostaria de regressar ao planetário. Se o tempo disponível não permitisse responder às questões sociais, dispensar-se-iam os alunos e recolher-se-iam estas respostas na própria escola, sem prejuízo da parte principal.

Devido às singularidades de cada escola, foi possível aplicar os inquéritos no Planetário exclusivamente com duas escolas; a ordem das questões e das partes nos questionários, porém, manteve-se para todas as escolas.

## 5.5 Pré-teste – I parte – Dados sociais

### *5.5.1 Questões de Género*

Havia um certo equilíbrio na amostra analisada em relação ao género, com uma desvantagem de 6% - a menor - para as meninas, quando se considerava o total geral dos elementos da amostra.

| | G. Controlo | | G. Experimental | |
|---|---|---|---|---|
| | Frequência | % | Frequência | % |
| M | 112 | 53,6 | 136 | 53,1 |
| F | 97 | 46,4 | 120 | 46,9 |
| Total | 209 | 100,0 | 256 | 100,0 |

Verifica-se uma não resposta no GE

**Legenda:** M – Masculino; F- Feminino

**Tabela 02** - Frequência dos elementos por género

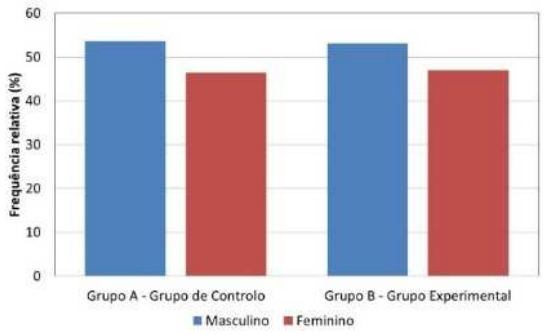



**Gráfico 11** - Barras correspondentes à tabela 2

As diferenças entre Grupo de Controlo e Experimental não são estatisticamente significativas, de acordo com o teste do Qui-quadrado ($\chi^2_{(1)} = 0{,}010$; $p = 0{,}921$).[101]

Analisando o género da amostra geral por grupos, notava-se uma diferença significativa para a Escola 2, na qual, para o Grupo de Controlo, o número de meninos era mais do que o dobro em relação às meninas. Por outro lado, no Grupo de Controlo da Escola 3, o número de meninas era mais do que o dobro em relação ao número de meninos. O mesmo fenómeno é observado na sessão experimental para a Escola 3, em que o grupo dos meninos era quase 58% superior ao grupo das meninas, conforme se pode observar mais detalhadamente no quadro 8, que a seguir se apresenta.

| | G. CONTROLO | | G. EXPERIMENTAL | |
|---|---|---|---|---|
| | MASCULINO | FEMININO | MASCULINO | FEMININO |
| Escola 1 | 26 | 22 | 44 | 48 |
| Escola 2 | 32 | 14 | 28 | 22 |
| Escola 3 | 15 | 35 | 30 | 19 |
| Escola 4 | 22 | 13 | 19 | 17 |
| Escola 5 | 13 | 17 | 16 | 14 |
| | 108 | 101 | 136 | 121 |

**Quadro 08** - Distribuição de género por escola e por grupos

### *5.5.2 Idade dos elementos da amostra*

Segundo a legislação portuguesa, a matrícula no 1º ano do 1º Ciclo do Ensino Básico é obrigatória para as crianças que completam 6 anos de idade até 15 de setembro[102]. Portanto, a idade esperada para realizar esta investigação, genericamente, seria de 12 anos. Apenas 4,7% dos alunos fugiram à regra. Havia alunos de 11 anos, como os condicionais que entram em regime de exceção, e os de 13 anos, que são matriculados tardiamente. Para além disto, havia alunos provenientes de outros países, que estão provisoriamente em Portugal, como

[101] Em todas as tabelas e gráficos, as variáveis são as escolas e os Grupos (Controlo e Experimental). Igualmente, quando aplica-se o teste do Qui-quadrado, as variáveis são sempre as mencionadas na tabela e no gráfico associado.

[102] Consulta ao Despacho n.º 5048-B/2013.

imigrantes e refugiados, dentre outros casos. Levando em consideração este quesito, 95,3% dos elementos da amostra estava em condições semelhantes de idade, como se pode verificar na tabela geral da idade dos elementos (Tabela 03) e no respetivo gráfico, a seguir.

| | G. Controlo | | G. Experimental | |
|---|---|---|---|---|
| | Frequência | % | Frequência | % |
| 11 | 1 | 0,5 | 3 | 1,2 |
| 12 | 161 | 77,0 | 201 | 78,2 |
| 13 | 32 | 15,3 | 46 | 17,9 |
| 14 | 7 | 3,3 | 4 | 1,6 |
| 15 | 7 | 3,3 | 2 | 0,8 |
| 16 | 1 | 0,5 | 1 | 0,4 |
| Total | 209 | 100,0 | 257 | 100,0 |

**Tabela 03** - Idades dos elementos da amostra

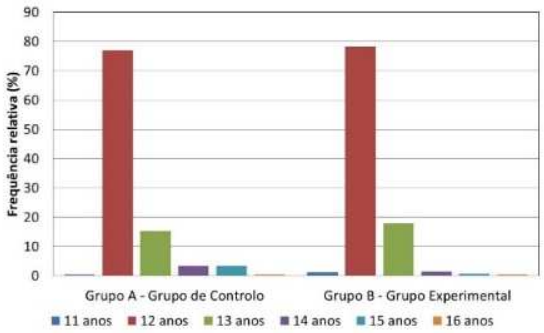



**Gráfico 12** - Barras correspondentes à tabela 3

O teste Qui-quadrado ($\chi^2_{(5)} = 6{,}655$; p=0,248) mostra que as diferenças entre grupos não são estatisticamente significativas.

No quadro 9, apresenta-se a quantidade de alunos por idade e por Grupo em cada escola, lembrando que a Escola 1 contribuiu com dois Grupos Experimentais.

| Escolas / Idades / Grupos | Escola 1 | | | | | | Escola 2 | | | | | | Escola 3 | | | | | | Escola 4 | | | | | | Escola 5 | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 |
| **Controlo** | 0 | 36 | 9 | 2 | 1 | 0 | 1 | 31 | 10 | 2 | 1 | 1 | 0 | 48 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 21 | 8 | 2 | 4 | 0 | 0 | 25 | 3 | 1 | 1 | 0 |
| **Experimental** | 0 | 71 | 16 | 3 | 1 | 1 | 2 | 39 | 9 | 0 | 0 | 0 | 1 | 43 | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 29 | 5 | 1 | 1 | 0 | 0 | 19 | 11 | 0 | 0 | 0 |

**Quadro 09** - Idades dos elementos da amostra tomadas por Grupo e por escola

### *5.5.3 Escolaridade dos pais*

Pelo menos um dos progenitores de 363 alunos da amostra geral possuem curso superior, a prevalecer as mães. Quando a escolaridade do pai ou da mãe estão ao nível do 1º, 2º ou 3º ciclos, os homens têm escolaridade superior à das mulheres. Verificam-se 16 não respostas (7,7%) no Grupo de Controlo e 29 (13,9%) no Grupo Experimental para a escolaridade das mães e 29 não respostas (13,9%) no Grupo de Controlo e 24 (9,3%) no Grupo Experimental para a escolaridade dos pais.

| | G. Controlo | | G. Experimental | |
|---|---|---|---|---|
| | Frequência | Percentagem | Frequência | Percentagem |
| Não frequentou o sistema de ensino formal | 2 | 1,0 | 2 | 0,8 |
| 1º ciclo do Ensino Básico (1º - 4º ano) | 5 | 2,6 | 4 | 1,7 |
| 2º ciclo do Ensino Básico (5º - 6º ano) | 11 | 5,7 | 11 | 4,6 |
| 3º ciclo do Ensino Básico (7º - 9º ano) | 32 | 16,6 | 37 | 15,4 |
| Ensino Secundário (10º- 12º ano) | 55 | 28,5 | 69 | 28,6 |
| Ensino Superior | 88 | 45,6 | 118 | 49,0 |
| Total | 193 | 100,0 | 241 | 100,0 |

**Tabela 04** - Escolaridade das mães tomada por grupos

| | G. Controlo | | G. Experimental | |
|---|---|---|---|---|
| | Frequência | Percentagem | Frequência | Percentagem |
| Não frequentou o sistema de ensino formal | 1 | 0,6 | 2 | 0,9 |
| 1º ciclo do Ensino Básico (1º - 4º ano) | 11 | 6,1 | 6 | 2,6 |
| 2º ciclo do Ensino Básico (5º - 6º ano) | 20 | 11,1 | 18 | 7,7 |
| 3º ciclo do Ensino Básico (7º - 9º ano) | 33 | 18,3 | 47 | 20,2 |
| Ensino Secundário (10º- 12º ano) | 47 | 26,1 | 71 | 30,5 |
| Ensino Superior | 68 | 37,8 | 89 | 38,2 |
| Total | 180 | 100,0 | 233 | 100,0 |

**Tabela 05** - Escolaridade dos pais tomada por grupos

Para a escolaridade da mãe, as diferenças entre grupos não são estatisticamente significativas, de acordo com o teste do Qui-quadrado ($\chi^2_{(5)}$=1,128; p=0,952); o mesmo sucede para a escolaridade dos pais, conforme o teste ($\chi^2_{(5)}$=5,336; p=0,376).

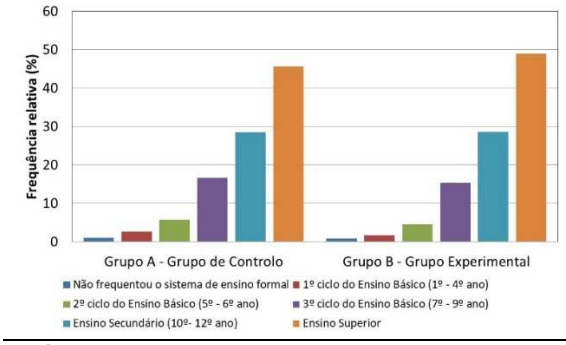



**Gráfico 13** - Escolaridade das mães

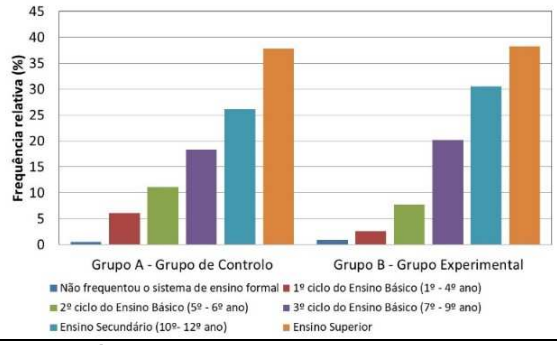



**Gráfico 14** - Escolaridade dos pais

### *5.5.4 Questões sobre Planetários e Observatórios*

Achou-se conveniente perguntar se os elementos da amostra já haviam visitado um Planetário e/ou um Observatório em qualquer altura, antes de participar nesta investigação. Estas questões não poderiam ser desconsideradas, pois uma visita ao Planetário e ao Observatório pode significar aprendizagens adquiridas.

A maioria dos estudantes de ambos os grupos respondeu ter visitado um Planetário anteriormente. As diferenças entre grupos não são estatisticamente significativas, de acordo com o teste do Qui-quadrado ($\chi^2_{(1)}$=0,217; p=0,642).

Em ordem de citação, os planetários mais lembrados foram: em primeiro lugar, o planetário do Exploratório Centro de Ciência Viva de Coimbra; em segundo lugar, o Planetário do Observatório Geofísico da Universidade de Coimbra e, em terceira posição, o Planetário Calouste Gulbenkian, localizado em Lisboa.

| | G. Controlo | | G. Experimental | |
|---|---|---|---|---|
| | Frequência | % | Frequência | % |
| Não | 63 | 30,1 | 82 | 32,2 |
| Sim | 146 | 69,9 | 173 | 67,8 |
| Total | 209 | 100,0 | 255 | 100,0 |

**Tabela 06 -** Visitas realizadas num Planetário

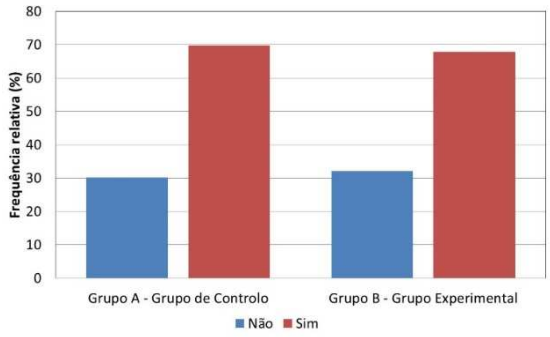



**Gráfico 15** – Barras correspondentes à tabela 6

Os observatórios são menos visitados que os planetários. Apenas 19,9% dos inquiridos do Grupo A e 13,9% do Grupo B disseram ter visitado um observatório. Pode-se dizer que as diferenças entre os grupos não são estatisticamente significativas, quando se aplica o teste Qui-quadrado ($\chi^2_{(1)}$=2,925; p=0,087).

| | G. Controlo | | G. Experimental | |
|---|---|---|---|---|
| | Frequência | % | Frequência | % |
| Não | 161 | 80,1 | 217 | 86,1 |
| Sim | 40 | 19,9 | 35 | 13,9 |
| Total | 201 | 100,0 | 252 | 100,0 |

Verificam-se 8 não respostas (3,8%) no Grupo de Controlo e 5 não respostas (1,9%) no Grupo Experimental

**Tabela 07** - Visitas realizadas num Observatório

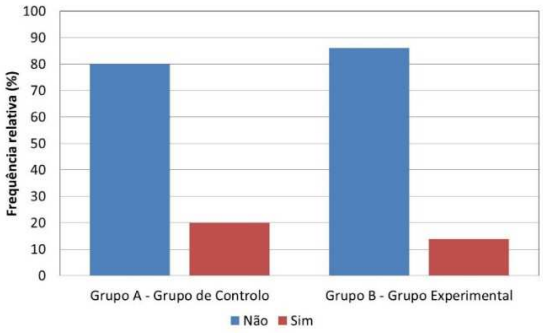



**Gráfico 16** - Barras correspondentes à tabela 7

Sabe-se que em algumas escolas se formam grupos de estudos específicos para determinados temas. Pretendia-se saber qual a percentagem de alunos que frequentava algum grupo de estudos relacionados com a astronomia ou cursos livres

de astronomia pela *internet*. A percentagem de alunos nestas condições foi pequena e bem distribuída entre os grupos. O teste do Qui-quadrado é de ($\chi^2_{(1)}$=0,464; p=0,496).

| | G. Controlo | | G. Experimental | |
|---|---|---|---|---|
| | Frequência | % | Frequência | % |
| Não | 198 | 95,2 | 245 | 96,5 |
| Sim | 10 | 4,8 | 9 | 3,5 |
| Total | 208 | 100,0 | 254 | 100,0 |

**Tabela 08** - Estudo de astronomia fora da escola

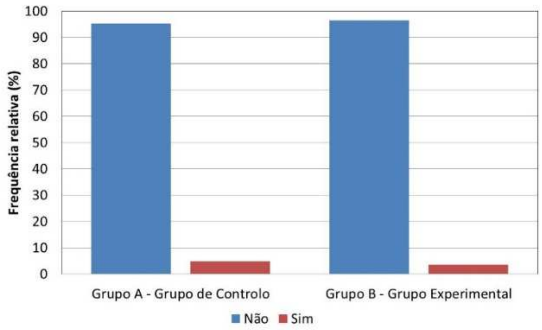



**Gráfico 17** – Barras correspondentes à tabela 8

Surpreendentemente, mais de metade dos elementos que participaram na investigação disseram ter telescópio ou binóculos em casa e as diferenças entre os grupos não foram significativas, conforme o resultado do teste do Qui-quadrado ($\chi^2_{(1)}$=2,565; p=0,109).

| | Grupo A | | Grupo B/C | |
|---|---|---|---|---|
| | Frequência | % | Frequência | % |
| Não | 93 | 44,9 | 95 | 37,5 |
| Sim | 114 | 55,1 | 158 | 62,5 |
| Total | 207 | 100,0 | 253 | 100,0 |

**Tabela 09** - Uso de instrumentos de observações

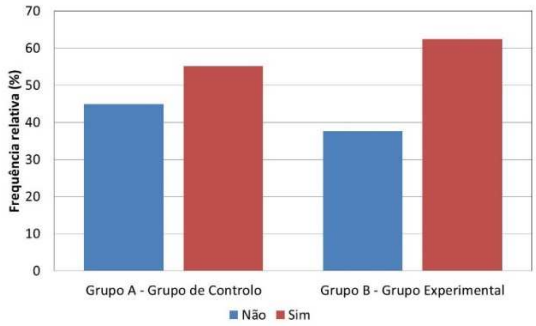



**Gráfico 18** – Barras correspondentes à tabela 09

Hoje, há diversas aplicações *(apps)* de astronomia para telemóveis e *tablets*. Uma listagem publicada pela revista *Astronomy Education Review*[103] contava, em 2011, com mais de 90 aplicações gratuitas, como *Astrock (Spoledge*), *Google SkyMap*, *Astro Tools*, *Night Sketch*, apenas para citar algumas. Por esta razão, pretendia-se saber se os alunos já tinham utilizado algum destes recursos para

[103] Disponível em http://dx.doi.org/10.3847/AER2011036. Acesso em 12/02/2018.

localizar os astros no céu. O teste Qui-quadrado para este caso é de ($\chi^2_{(1)}$=0,008; p=0,928).

| | Grupo A | | Grupo B/C | |
|---|---|---|---|---|
| | Frequência | % | Frequência | % |
| Não | 138 | 66,7 | 169 | 67,1 |
| Sim | 69 | 33,3 | 83 | 32,9 |
| Total | 207 | 100,0 | 252 | 100,0 |

**Tabela 10** - Uso de mapa celeste virtual

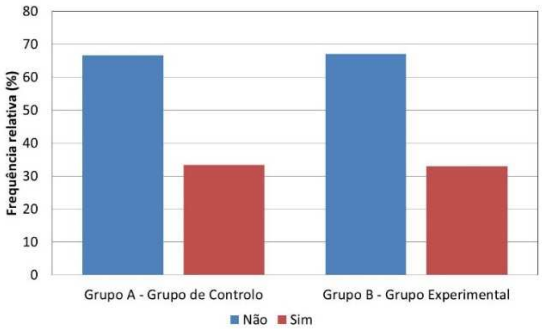



**Gráfico 19** – Barras correspondentes à tabela 10

### *5.5.5 Estado emocional dos elementos dos dois Grupos*

A última questão da primeira parte do pré-teste estava relacionada com o estado emocional dos estudantes. A formulação da pergunta é a que se segue:

No quadro abaixo há uma lista de palavras que representam diferentes sentimentos e emoções. Ao saber que vais visitar um Planetário, como te sentes?

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |

| | 1 | | 2 | | 3 | | 4 | | 5 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | N | % | N | % | N | % | N | % | N | % |
| Interessado | 1 | ,5% | 9 | 4,6% | 38 | 19,3% | 90 | 45,7% | 59 | 29,9% |
| Ansioso | 15 | 7,7% | 26 | 13,3% | 44 | 22,4% | 69 | 35,2% | 42 | 21,4% |
| Curioso | 1 | ,5% | 15 | 7,6% | 29 | 14,7% | 78 | 39,6% | 74 | 37,6% |
| Nervoso | 113 | 57,9% | 37 | 19,0% | 30 | 15,4% | 7 | 3,6% | 8 | 4,1% |
| Entusiasmado | 4 | 2,0% | 16 | 8,0% | 38 | 19,1% | 72 | 36,2% | 69 | 34,7% |

**Tabela 11 -** Sentimentos e emoções para o Grupo de Controlo

| | 1 | | 2 | | 3 | | 4 | | 5 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | **N** | **%** | **N** | **%** | **N** | **%** | **N** | **%** | **N** | **%** |
| Interessado | 2 | ,8% | 11 | 4,6% | 32 | 13,4% | 128 | 53,8% | 65 | 27,3% |
| Ansioso | 11 | 4,7% | 28 | 12,1% | 64 | 27,6% | 81 | 34,9% | 48 | 20,7% |
| Curioso | 1 | ,4% | 10 | 4,1% | 29 | 12,0% | 105 | 43,4% | 97 | 40,1% |
| Nervoso | 144 | 61,5% | 49 | 20,9% | 25 | 10,7% | 10 | 4,3% | 6 | 2,6% |
| Entusiasmado | 2 | ,8% | 16 | 6,7% | 39 | 16,3% | 109 | 45,6% | 73 | 30,5% |

**Tabela 12** - Sentimentos e emoções para o Grupo Experimental

Para este quadro e para os restantes análogos, quando a soma das frequências observadas é inferior à dimensão da amostra, significa que existem *missing values* (não respostas), que se podem observar no valor de N para o cálculo das estatísticas.

| | | N | Média | Desvio padrão | Teste t | gl | p |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Interessado | Grupo de Controlo | 197 | 4,00 | ,851 | -0,262 | 433 | 0,794 |
| | Grupo Experimental | 238 | 4,02 | ,819 | | | |
| Ansioso | Grupo de Controlo | 196 | 3,49 | 1,188 | -0,476 | 426 | 0,634 |
| | Grupo Experimental | 232 | 3,55 | 1,092 | | | |
| Curioso | Grupo de Controlo | 197 | 4,06 | ,935 | -1,482 | 437 | 0,139 |
| | Grupo Experimental | 242 | 4,19 | ,832 | | | |
| Nervoso | Grupo de Controlo | 195 | 1,77 | 1,095 | 1,137 | 427 | 0,256 |
| | Grupo Experimental | 234 | 1,65 | 1,004 | | | |
| Entusiasmado | Grupo de Controlo | 199 | 3,93 | 1,020 | -0,529 | 436 | 0,597 |
| | Grupo Experimental | 239 | 3,98 | ,903 | | | |

** p < 0,01

**Tabela 13 -** Sentimentos e emoções constatados para os GC e GE

O valor de prova é superior a 5% para todas as palavras, não existindo diferenças estatisticamente significativas entre os Grupos Experimental e de Controlo.

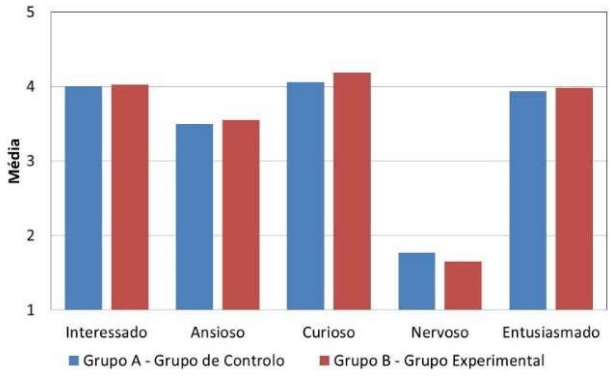



**Gráfico 20** – Barras correspondentes à tabela 13

De forma geral, em média, o estado emocional que mais se verifica é Curioso; seguem-se Interessado e Entusiasmado, e depois Ansioso, todos com valor médio

superior ao ponto intermédio da escala de medida; o sentimento que se verifica menos é Nervoso, com um valor muito inferior ao ponto intermédio da escala de medida.

Na amostra, para as palavras Interessado, Ansioso, Curioso e Entusiasmado, os valores médios são superiores para o Grupo Experimental; para a palavra Nervoso, o valor médio é superior para o Grupo de Controlo; no entanto, as diferenças observadas não são estatisticamente significativas ($p>0,05$).

## 5.6 Pré-teste – II parte – Questões com conteúdo científico

A primeira questão do inquérito propriamente dito teve a intenção de saber se o aluno sabia onde identificar os planetas quando fosse realizar uma observação noturna.

O autor entende que o uso de um planisfério impresso ou virtual é o meio mais adequado e mais simples de identificar os astros no céu noturno. Para além disto, as constelações zodiacais, a eclíptica e a posição dos planetas são intrínsecos a esta informação.

Considerava-se a resposta correta se a linha da eclíptica fosse desenhada sobre as constelações zodiacais, mesmo que o aluno traçasse uma linha reta. Quanto aos planetas, não foi considerada resposta certa ou errada se apenas uma bolinha fosse desenhada; todavia, se o aluno desenhasse duas ou mais bolinhas e estivessem sobre as constelações zodiacais, era considerada uma resposta correta.

### Q.01

Considera que todos os planetas são visíveis no dia e horário do mapa celeste desenhado abaixo, no qual se representam algumas constelações vistas na latitude de Coimbra. Marca com uma bolinha uma possível posição dos planetas (de modo aproximado). A linha que cruza algumas constelações do desenho é o equador celeste. Igualmente, marca a Eclíptica.

**Figura 30** - Mapa apresentado na Q.1 do pré-teste

**Figura 31** – Possível resposta na Q.1 do pré-teste

Considerava-se a resposta correta se a linha da eclíptica fosse desenhada sobre as constelações zodiacais, mesmo que o aluno traçasse uma linha reta. Quanto aos planetas, não foi considerada resposta certa ou errada se apenas uma bolinha fosse desenhada; todavia, se o aluno desenhasse duas ou mais bolinhas e estivessem sobre as constelações zodiacais, era considerada uma resposta correta.

| | Resposta incorreta | | Resposta correta | | Não responde | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | **N** | **%** | **N** | **%** | **N** | **%** |
| 1a. | 12 | 5,7 | 1 | ,5 | 196 | 93,8 |
| 1b. | 3 | 1,4 | 1 | ,5 | 205 | 98,1 |

1a. Posição dos planetas; 1b. Posição da eclíptica

**Tabela 14** - Frequências na Q.1 para o GC

| | Resposta incorreta | | Resposta correta | | Não responde | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | **N** | **%** | **N** | **%** | **N** | **%** |
| 1a. | 19 | 7,4 | | | 238 | 92,6 |
| 1b. | 3 | 1,2 | 1 | ,4 | 253 | 98,4 |

1a. Posição dos planetas; 1b. Posição da eclíptica

**Tabela 15** - Frequências na Q.1 para o GE

A cotação das respostas a esta questão é feita atribuindo 50% a cada resposta correta às duas perguntas que a integram, considerando-se as não respostas como respostas incorretas.

| | G. Controlo | | G. Experimental | |
|---|---|---|---|---|
| | Frequência | % | Frequência | % |
| 0% | 207 | 99,0 | 256 | 99,6 |
| 50% | 2 | 1,0 | 1 | ,4 |
| 100% | | | | |
| Total | 209 | 100,0 | 257 | 100,0 |

**Tabela 16** - Cotação geral da Q.1

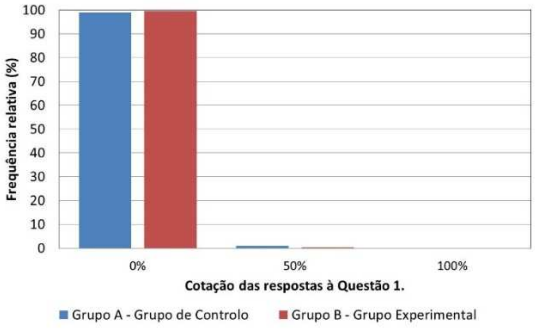



**Gráfico 21** – Barras correspondentes à tabela 16

As diferenças entre grupos não são estatisticamente significativas, de acordo com o teste do Qui-quadrado ($\chi^2_{(1)}$=0,581; p=0,446).

## Q.02

O que se entende hoje por constelações?

a) A divisão do céu em partes de tamanho arbitrário e variável.
b) Um agrupamento aparente de estrelas que formam figuras imaginárias.
c) São figuras imaginárias entre as estrelas que os povos antigos criaram para marcar o tempo.
d) São figuras que se formam quando consideramos uma estrela e a unimos a outra imaginariamente.
e) São grupos aparentes de estrelas que formam figuras imaginárias que mantém a mesma posição umas em relação às outras.

O conceito atual de constelação, segundo a IAU – *International Astronomical Union*[104] é "A divisão do céu em partes de tamanho arbitrário e variável"; portanto, a resposta correta é a letra "a". Os manuais utilizados pelos elementos da amostra definem constelação como "um grupo de estrelas que parecem estar próximas umas das outras e que, ao serem ligadas por traços imaginários, formam desenhos no céu".

| | G. Controlo | | G. Experimental | |
|---|---|---|---|---|
| | Frequência | % | Frequência | % |
| a) | 6 | 2,9 | 11 | 4,3 |
| b) | 87 | 41,6 | 74 | 28,4 |
| c) | 35 | 16,7 | 49 | 18,7 |
| d) | 49 | 23,4 | 56 | 21,4 |
| e) | 30 | 14,6 | 67 | 25,7 |
| NR | 2 | 0,1 | 4 | 1,5 |
| Total | 209 | 100,0 | 257 | 100,0 |

**Tabela 17** – Resultado geral do GC e GE à Q.2

[104] Disponível em https://www.iau.org/public/themes/constellations/. Acesso em 15/02/2018.

Apenas 6 elementos do GC e 11 do GE assinalaram a resposta “a”, que seria a correta. Esta foi a questão de maior impacto em relação as explicações que constam nos manuais e que diverge de certa forma do senso comum quando as constelações são figuras imaginárias. Sabia-se, antecipadamente, que a sessão de controlo e os manuais da escola não mencionam de forma tão técnica a definição de constelações. O objetivo foi testar de forma mais enfática os recursos gráficos que seriam utilizados no GE.

Observa-se, no entanto, pelo gráfico a seguir, que ambos os grupos estavam numa mesma situação.

| | G. Controlo | | G. Experimental | |
|---|---|---|---|---|
| | Frequência | % | Frequência | % |
| 0% | 201 | 97,1 | 242 | 95,7 |
| 100 | 6 | 2,9 | 11 | 4,3 |
| Tota | 207 | 100,0 | 253 | 100,0 |

**Tabela 18** - Cotação Geral da Q.2

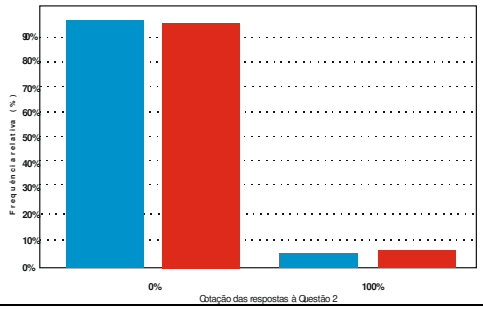



**Gráfico 22 –** Barras correspondentes à tabela 18

Em relação à questão 3, a seguir, o aluno deveria desenhar o movimento aparente das estrelas em três latitudes diferentes.

Esta questão merece um comentário à parte. Para este grupo específico de visitantes tem-se o Planetário como uma réplica do céu natural. No céu natural não se observam as estrelas movimentando-se, aparentemente, em todas as direções; há uma direção aparente única, de acordo com a latitude do observador. Pela facilidade que se tem de movimentar o céu, à mercê do planetarista, seja no planetário ótico-mecânico, seja no planetário digital, é frequente observar astros movimentando-se em todas as direções. Entende o investigador que isto pode criar obstáculos epistemológicos na aprendizagem nas sessões de cúpula. A elaboração desta questão

está muito relacionada com as observações do investigador em diversos Planetários. Um descuido que merece uma dedicação especial pelos planetaristas.

## Q.03

Desenha com setas nos quadros "b", "c" e "d" apresentados abaixo o modo aproximado como as estrelas se deslocam nas diferentes latitudes, de acordo com a tua perceção. Em cada quadro, as latitudes da localidade correspondente estão indicadas em "L" na parte inferior. Para servir de exemplo, o quadro da letra "a" já contém a resposta para L: 40 graus.

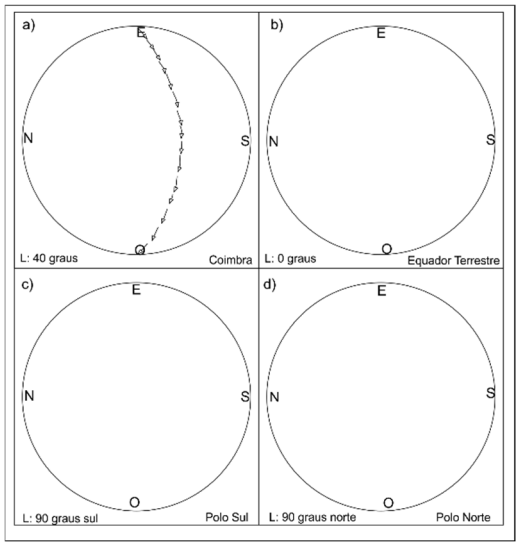



**Figura 32** - Quadros apresentados na Q.8

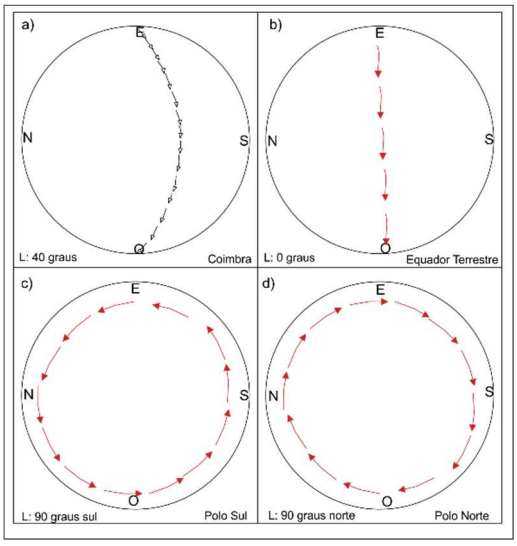



**Figura 33** – Quadro de respostas na Q.8

Nesta questão, o aluno deveria desenhar o movimento aparente das estrelas em três latitudes diferentes. A maioria dos alunos não completou o círculo com as setas, desenhando somente 180 graus; neste caso, se as setas estavam invertidas, comparando os quadros "c" e "d", a resposta foi considerada correta; por outro lado, não foi considerada certa se as setas estivessem invertidas no quadro "b".

| | Resposta incorreta | | Resposta correta | | Não respondem | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | **N** | **%** | **N** | **%** | **N** | **%** |
| Q. b) | 70 | 33,5 | 73 | 34,9 | 66 | 31,6 |
| Q. c) | 117 | 56,0 | 16 | 7,7 | 76 | 36,4 |
| Q. d) | 115 | 55,0 | 16 | 7,7 | 78 | 37,3 |

**Tabela 17** - Frequência dos quadros para o GC

| | Resposta incorreta | | Resposta correta | | Não respondem | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | **N** | **%** | **N** | **%** | **N** | **%** |
| Q. b) | 91 | 35,4 | 82 | 31,9 | 173 | 67,3 |
| Q. c) | 129 | 50,2 | 34 | 13,2 | 94 | 36,6 |
| Q. d) | 131 | 51,0 | 33 | 12,8 | 93 | 36,2 |

**Tabela 18** - Frequência dos quadros para o GE

A cotação das respostas a esta questão é feita atribuindo 33,3% a cada resposta correta às três perguntas que a integram, considerando-se as não respostas como respostas incorretas.

| | G. Controlo | | G. Experimental | |
|---|---|---|---|---|
| | Frequência | % | Frequência | % |
| 0% | 135 | 64,6 | 169 | 65,8 |
| 33,3% | 58 | 27,8 | 55 | 21,4 |
| 66,7% | 1 | 0,5 | 5 | 1,9 |
| 100% | 15 | 7,2 | 28 | 10,9 |
| Total | 209 | 100,0 | 257 | 100,0 |

**Tabela 19** - Cotação geral do pré-teste à Q.3

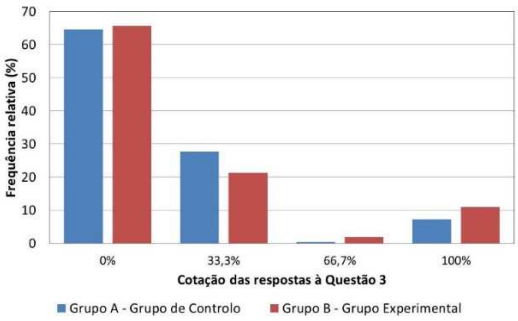



**Gráfico 22** - Barras correspondentes à tabela 19

As diferenças entre grupos não são estatisticamente significativas, de acordo com o teste do Qui-quadrado ($\chi^2_{(3)}$=5,594; p=0,133).

## Q.04

Assinale a única alternativa verdadeira:

a) O Sol nasce no ponto cardeal Este e põe-se no ponto cardeal Oeste todos os dias do ano.
b) O Sol nasce no ponto cardeal Este durante seis meses e põe-se no ponto cardeal Oeste durante seis meses.
c) O Sol nasce no ponto cardeal Este e põe-se no ponto cardeal Oeste somente em quatro dias do ano.
d) O Sol nasce no ponto cardeal Este somente em dois dias do ano e põe-se no ponto cardeal Oeste todos os dias.
e) O Sol nasce no ponto cardeal Este e põe-se no ponto cardeal Oeste somente em dois dias do ano.

Esta questão, de difícil explicação em sala de aula, deveria ser bem explorada nas sessões de cúpula para estudantes. Para além disto, outras informações podem ser associadas à posição do nascer do Sol, como as estações do ano e a obliquidade eclíptica, por exemplo.

A cotação das respostas a esta questão é feita atribuindo 100% à resposta "e".

| | G. Controlo | | G. Experimental | |
|---|---|---|---|---|
| | Frequência | % | Frequência | % |
| a) | 124 | 59,3 | 152 | 59,1 |
| b) | 24 | 11,5 | 26 | 10,1 |
| c) | 15 | 7,2 | 18 | 7,0 |
| d) | 9 | 4,3 | 18 | 7,0 |
| e) | 29 | 13,9 | 39 | 15,2 |
| Branco | 8 | 3,8 | 4 | 1,6 |
| Total | 209 | 100,0 | 257 | 100,0 |

**Tabela 20** - Frequência para os GC e GE à Q.4

As diferenças entre grupos não são estatisticamente significativas, de acordo com o teste do Qui-quadrado ($\chi^2_{(1)}$=0,156; p=0,693).

| | G. Controlo | | G. Experimental | |
|---|---|---|---|---|
| | Frequência | % | Frequência | % |
| 0% | 180 | 86,1 | 218 | 84,8 |
| 100% | 29 | 13,9 | 39 | 15,2 |
| Total | 209 | 100,0 | 257 | 100,0 |

**Tabela 21** - Cotação do pré-teste à Q.4

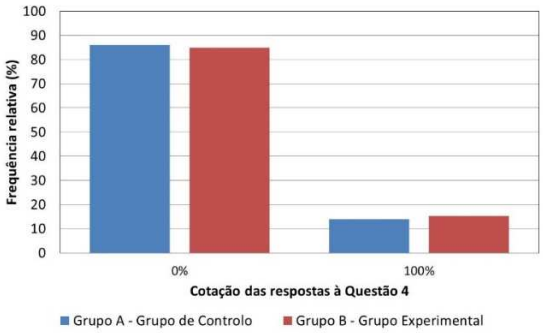



**Gráfico 23** – Barras correspondentes à tabela 23

## Q.05

Foste com a tua família para o Brasil, num navio transatlântico. Partiste do porto de Lisboa e a viagem demorou vários dias. Logo no primeiro dia conseguiste identificar diversas estrelas e constelações. Todos os dias percebeste que a estrela Polar ficava mais próxima do horizonte e no quinto dia esta estrela estava quase a desaparecer no horizonte. Em relação ao valor da latitude em que te encontravas quando estavas a observar o céu no quinto dia, qual das cinco respostas abaixo é a correta?

a) Aproximadamente 40 graus positivos.
b) Aproximadamente 20 graus positivos.
c) Aproximadamente 10 graus positivos.
d) Aproximadamente 0 graus.
e) Aproximadamente 10 graus negativos.

A importância da estrela Polar para servir de orientação é comum nos manuais de ensino, mas não o é para definir a latitude. Nesta altura, os alunos já têm alguma noção sobre as propriedades de uma esfera e os professores, assim como

os planetaristas, deveriam utilizar a estrela Polar para reforçar esta particularidade da astronomia observacional.

| | G. Controlo | | G. Experimental | |
|---|---|---|---|---|
| | Frequência | % | Frequência | % |
| a) | 30 | 14,4 | 35 | 13,6 |
| b) | 37 | 17,7 | 43 | 16,7 |
| c) | 58 | 27,8 | 57 | 22,2 |
| d) | 40 | 19,1 | 66 | 25,7 |
| e) | 27 | 12,9 | 51 | 19,8 |
| NR | 17 | 8,1 | 5 | 1,9 |
| Total | 209 | 100,0 | 257 | 100,0 |

**Tabela 22** - Frequências para o GC e GE à Q.5

A cotação das respostas a esta questão é feita atribuindo 100% à resposta "d"; as diferenças entre grupos não são estatisticamente significativas, de acordo com o teste do Qui-quadrado ($\chi^2_{(1)}$=2,807; p=0,094).

| | G. Controlo | | G. Experimental | |
|---|---|---|---|---|
| | Frequência | % | Frequência | % |
| 0% | 169 | 80,9 | 191 | 74,3 |
| 100% | 40 | 19,1 | 66 | 25,7 |
| Total | 209 | 100,0 | 257 | 100,0 |

**Tabela 23** - Cotação geral da Q.5

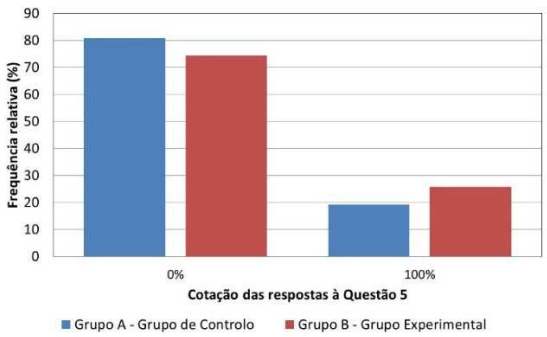



**Gráfico 24** – Barras correspondentes à tabela 25

## Q.06

Numa noite estavas a observar uma estrela exatamente no horizonte Este, às 21horas. Passados quase seis meses, também às 21horas, foste observar aquela mesma estrela. Onde a viste, aproximadamente?

a) No mesmo lugar.
b) No zénite.
c) Tinha desaparecido.
d) Próxima do horizonte oeste.
e) Próxima do horizonte norte.

Toda a gente sabe que a Terra tem, pelo menos, dois movimentos: o de rotação e o de translação. Mas muitas pessoas não associam esta informação à

mudança aparente das estrelas. Isto ocorre porque ao observar o céu tem-se a noção de que as estrelas estão sempre no mesmo sítio. Para ilustrar esta observação vale dizer que é comum aos participantes das sessões de cúpula colocarem perguntas do tipo: "qual o nome da estrela que está sempre perto da Lua?".

Trata-se de uma questão que exige compreensão e raciocínio. Teve a intenção de medir a perceção do estudante a este quesito, que é de fundamental importância para compreender que as estrelas mudam aparentemente a cada momento, embora de forma impercetível.

| | G. Controlo | | G. Experimental | |
|---|---|---|---|---|
| | Frequência | % | Frequência | Percentagem |
| a) | 48 | 23,0 | 52 | 20,2 |
| b) | 17 | 8,1 | 21 | 8,2 |
| c) | 31 | 14,8 | 44 | 17,1 |
| d) | 79 | 37,8 | 106 | 41,2 |
| e) | 24 | 11,5 | 28 | 10,9 |
| NR | 10 | 4,8 | 6 | 2,3 |
| Total | 209 | 100,0 | 257 | 100,0 |

**Tabela 24** - Frequências para o GC e GE à Q.6

A cotação das respostas a esta questão é feita atribuindo 100% à resposta "d". As diferenças entre grupos não são estatisticamente significativas, de acordo com o teste do Qui-quadrado ($\chi^2_{(1)}$=0,572; p=0,450).

| | G. Controlo | | G. Experimental | |
|---|---|---|---|---|
| | Frequência | % | Frequência | % |
| 0% | 130 | 62,2 | 151 | 58,8 |
| 100% | 79 | 37,8 | 106 | 41,2 |
| Total | 209 | 100,0 | 257 | 100,0 |

**Tabela 25** - Cotação do pré-teste à Q.6

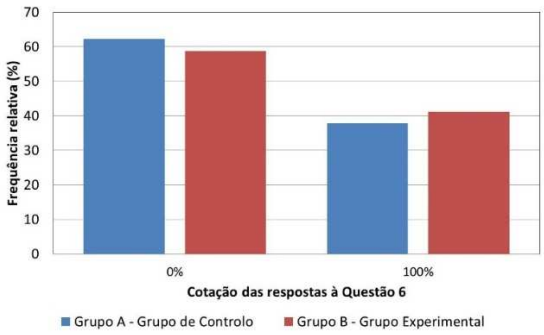



**Gráfico 25** – Barras correspondentes à tabela 27

## Q.07

Completa os espaços em branco, segundo o teu entendimento. Utiliza os termos ou os números que estão relacionados entre parênteses.

Há_____constelações no céu, que se podem dividir em três grupos: as _____, as_____ e as constelações_____. Uma forma de encontrar os planetas é identificar_____. (boreais, zodiacais, 88, austrais, 13, inúmeras, Este, eclíptica, equador)

Em ordem de leitura, a resposta "1" corresponde ao primeiro espaço, a resposta "2" ao segundo e assim sucessivamente. O primeiro espaço deveria ser preenchido com o número 88; no segundo, terceiro ou quarto espaços, o aluno deveria utilizar um dos termos "boreais", "austrais" e "zodiacais" (não necessariamente nesta ordem). No quinto espaço poderiam ser mencionados "constelações zodiacais" ou "eclíptica".

A questão é de memorização, embora a última parte exigisse capacidade de raciocínio.

| | Resposta a "1" | | Resposta a "2" | | Resposta a "3" | | Resposta a "4" | | Resposta a "5" | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | **N** | **%** | **N** | **%** | **N** | **%** | **N** | **%** | **N** | **%** |
| 88 | **54** | **25,8** | 1 | ,5 | | | | | 2 | 1,0 |
| boreais | 2 | 1,0 | **100** | **47,8** | **29** | **13,9** | **9** | **4,3** | 30 | 14,4 |
| austrais | | | **24** | **11,5** | **45** | **21,5** | **14** | **6,7** | 6 | 2,9 |
| zodiacais | 1 | ,5 | **37** | **17,7** | **82** | **39,2** | **7** | **3,3** | **4** | **1,9** |
| 12 | 9 | 4,3 | | | 1 | ,5 | 1 | ,5 | 2 | 1,0 |
| 13 | 8 | 3,8 | | | | | | | 2 | 1,0 |
| inúmeras | 96 | 45,9 | 1 | ,5 | 7 | 3,3 | 1 | ,5 | 9 | 4,3 |
| Este | | | | | | | 17 | 8,1 | 41 | 19,6 |
| equador | | | | | | | 115 | 55,0 | 23 | 11,0 |
| eclíptica | | | 2 | 1,0 | 1 | ,5 | 3 | 1,4 | **21** | **10,0** |
| NR | 39 | 18,7 | 44 | 21,1 | 44 | 21,1 | 42 | 20,1 | 69 | 33,0 |
| Total | 209 | 100,0 | 209 | 100,0 | 209 | 100,0 | 209 | 100,0 | 209 | 100,0 |

**Tabela 26** – Frequências no preenchimento das lacunas para o GC à Q.7

| | Resposta a "1" | | Resposta a "2" | | Resposta a "3" | | Resposta a "4" | | Resposta a "5" | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | **N** | **%** | **N** | **%** | **N** | **%** | **N** | **%** | **N** | **%** |
| 88 | **77** | **30,0** | | | | | | | 1 | ,4 |
| boreais | 5 | 1,9 | **147** | **57,2** | **40** | **15,6** | **4** | **1,6** | 16 | 6,2 |
| austrais | | | **18** | **7,0** | **56** | **21,8** | **24** | **9,3** | 11 | 4,3 |
| zodiacais | 2 | ,8 | **34** | **13,2** | **103** | **40,1** | **16** | **6,2** | **5** | **1,9** |
| 12 | 12 | 4,7 | 2 | ,8 | 1 | ,4 | | | 4 | 1,6 |
| 13 | 8 | 3,1 | 1 | ,4 | 2 | ,8 | 1 | ,4 | 1 | ,4 |
| inúmeras | 115 | 44,7 | 1 | ,4 | 2 | ,8 | 1 | ,4 | 4 | 1,6 |
| Este | | | | | | | 21 | 8,2 | 62 | 24,1 |
| equador | | | | | | | 125 | 48,6 | 28 | 10,9 |
| eclíptica | 1 | ,4 | 6 | 2,3 | 4 | 1,6 | 4 | 1,6 | **34** | **13,2** |
| Não respostas | 37 | 14,4 | 48 | 18,7 | 49 | 19,1 | 61 | 23,7 | 91 | 35,4 |
| Total | 257 | 100,0 | 257 | 100,0 | 257 | 100,0 | 257 | 100,0 | 257 | 100,0 |

**Tabela 27** - Frequências no preenchimento das lacunas para o GE à Q.7

A cotação das respostas a esta questão é feita atribuindo 20% a cada resposta correta às cinco perguntas que a integram, considerando-se as não respostas como

respostas incorretas. As diferenças entre grupos não são estatisticamente significativas, de acordo com o teste do Qui-quadrado ($\chi^2_{(5)}$=9,431; p=0,093).

| | Controlo | | Experimental | |
|---|---|---|---|---|
| | Frequência | % | Frequência | % |
| 0% | 42 | 20,1 | 44 | 17,1 |
| 20% | 4 | 1,9 | 11 | 4,3 |
| 40% | 86 | 41,1 | 96 | 37,4 |
| 60% | 62 | 29,7 | 72 | 28,0 |
| 80% | 11 | 5,3 | 31 | 12,1 |
| 100% | 4 | 1,9 | 3 | 1,2 |
| Total | 209 | 100, | 257 | 100,0 |

**Tabela 28** - Cotação das lacunas no pré-teste à Q.7

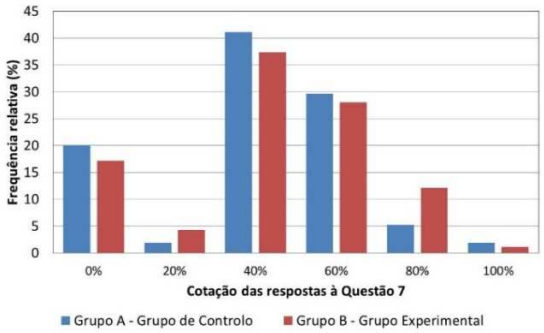



**Gráfico 26** – Barras correspondentes à tabela 30

## Q.08

Em relação aos planetas, assinala a opção correta:

a) Mercúrio e Neptuno não são vistos à vista desarmada; Vénus e Úrano nunca são vistos no zénite.
b) Úrano e Neptuno não são vistos à vista desarmada; Mercúrio e Vénus nunca são vistos no zénite.
c) Vénus e Úrano não são vistos à vista desarmada; Mercúrio e Saturno nunca são vistos no meio do céu.
d) Marte e Saturno não são vistos à vista desarmada; Mercúrio e Úrano nunca são vistos no meio do céu.
e) Júpiter e Saturno não são vistos à vista desarmada; Marte e Saturno nunca são vistos no meio do céu.

Seria incompreensível que numa sessão de cúpula para conhecimento da esfera celeste não fossem mencionados os planetas, principalmente a alunos; no entanto, a maioria das sessões limita-se a mostrar os planetas e não propriamente ensinar a localizá-los. A noção de que alguns planetas não percorrem toda a esfera celeste, devido às suas posições em relação à Terra e ao Sol, é pouco explorada nos manuais e nos Planetários.

A cotação das respostas a esta questão é feita atribuindo 100% à resposta "b". As diferenças entre grupos não são estatisticamente significativas, de acordo com o teste do Qui-quadrado ($\chi^2_{(1)}$=1,759; p=0,185).

| | G. Controlo | | G. Experimental | |
|---|---|---|---|---|
| | Frequência | % | Frequência | % |
| a) | 25 | 12,0 | 30 | 11,7 |
| b) | 42 | 20,1 | 65 | 25,3 |
| c) | 46 | 22,0 | 56 | 21,8 |
| d) | 37 | 17,7 | 53 | 20,6 |
| e) | 32 | 15,3 | 36 | 14,0 |
| NR | 27 | 12,9 | 17 | 6,6 |
| Total | 209 | 100,0 | 257 | 100,0 |

**Tabela 29** - Frequências para o GC e GE à Q.7

| | G. Controlo | | G. Experimental | |
|---|---|---|---|---|
| | Frequência | % | Frequência | % |
| 0% | 167 | 79,9 | 192 | 74,7 |
| 100% | 42 | 20,1 | 65 | 25,3 |
| Total | 209 | 100,0 | 257 | 100,0 |

**Tabela 30** - Cotação do pré-teste à Q.8

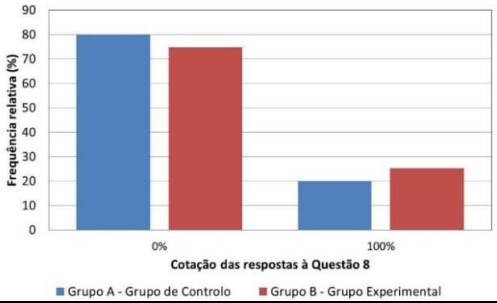



**Gráfico 27** – Barras correspondentes à tabela 32

Pelo número de respostas riscadas ou rasuradas encontradas na correção, na questão 9, a seguir, percebe-se uma confusão entre eclipse solar e eclipse lunar; todavia, a confusão parece estar mais ao nível de definição do termo "eclipse" do que propriamente em relação à posição dos astros. Se o termo eclipse fosse substituído pelo termo "ocultamento", ou se se associassem os dois termos exaustivamente, pareceria ser mais compreensível. Num dos testes, um elemento da amostra desejando justificar o seu engano, assim expressou-se: "eu sei o que é, mas não sei assinalar qual é a correta".

## Q.9

Os eclipses só ocorrem quando o Sol, a Terra e a Lua estão exatamente numa mesma direção (alinhados). Observando a figura abaixo, indica que esquema representa melhor o eclipse solar e qual deles representa o eclipse lunar.

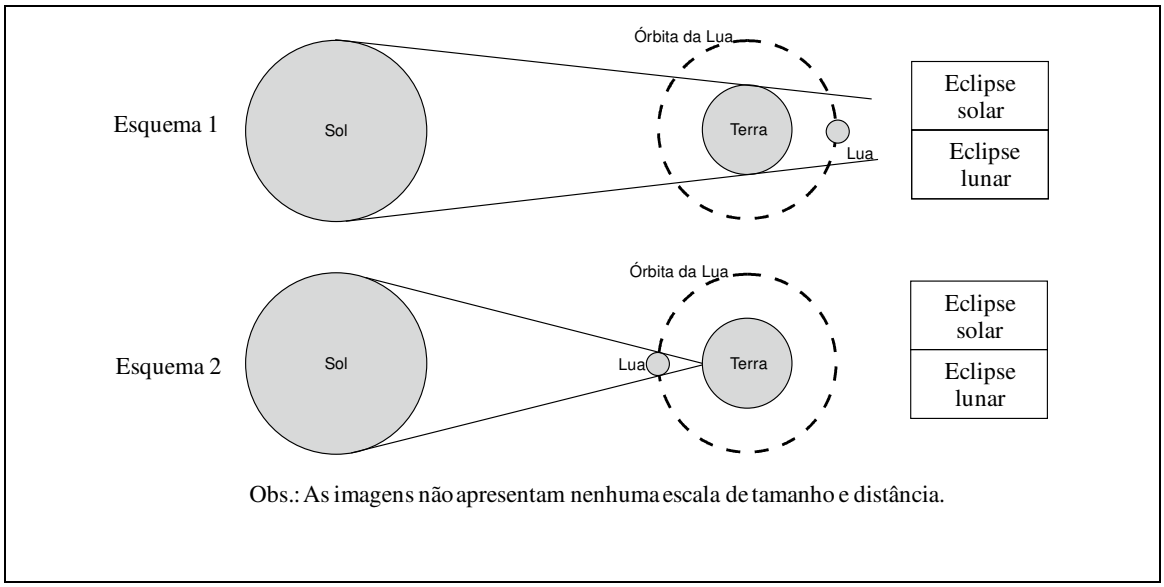



**Figura 34** - Esquema 1 e 2 da Q.9 no pré-teste

| | Eclipse solar | | Eclipse lunar | | Não responde | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | **N** | **%** | **N** | **%** | **N** | **%** |
| Esquema 1 | 82 | 39,2 | 97 | 46,4 | 30 | 14,4 |
| Esquema 2 | 98 | 46,9 | 85 | 40,7 | 26 | 12,4 |

**Tabela 31** - Frequências para o GC à Q.9

| | Eclipse solar | | Eclipse lunar | | Não responde | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | **N** | **%** | **N** | **%** | **N** | **%** |
| Esquema 1 | 97 | 37,7 | 126 | 49,0 | 34 | 13,2 |
| Esquema 2 | 127 | 49,4 | 98 | 38,1 | 32 | 12,5 |

**Tabela 32** - Frequências para o GE à Q.9

A cotação das respostas a esta questão é feita atribuindo 50% a cada resposta correta às duas perguntas que a integram, considerando-se as não respostas como respostas incorretas. As diferenças entre grupos não são estatisticamente significativas, de acordo com o teste do Qui-quadrado ($\chi^2_{(2)}$=1,342; p=0,511).

| | G. Controlo | | G. Experimental | |
|---|---|---|---|---|
| | Frequência | % | Frequência | % |
| 0% | 109 | 52,2 | 129 | 50,2 |
| 50% | 5 | 2,4 | 3 | 1,2 |
| 100% | 95 | 45,5 | 125 | 48,6 |
| Total | 209 | 100, | 257 | 100,0 |

**Tabela 33** – GC e GE no pré-teste à Q.9

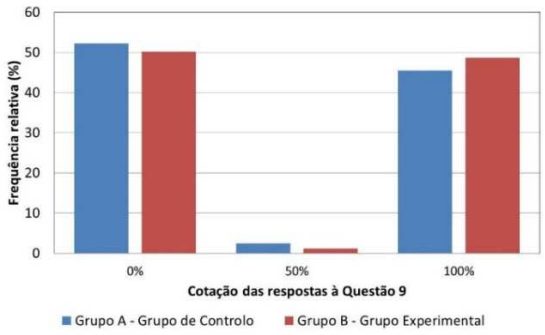



**Gráfico 28** – Barras correspondentes à tabela 35

## Q.10

Assinala a(s) resposta(s) correta(s):

a) Os habitantes do hemisfério norte veem somente estrelas que estão no hemisfério celeste norte.
b) Os habitantes do hemisfério sul veem somente estrelas que estão no hemisfério celeste sul.
c) A maioria das estrelas que os habitantes do hemisfério norte veem é do hemisfério celeste norte, mas é possível observar algumas estrelas do hemisfério celeste sul.
d) A maioria das estrelas que os habitantes do hemisfério sul veem é do hemisfério celeste sul, mas é possível ver algumas estrelas do hemisfério celeste norte.
e) Um observador no Polo Norte observa somente estrelas do hemisfério celeste norte e um observador no Polo Sul observa somente estrelas do hemisfério celeste sul.

Esta questão foi inspirada num dos manuais do professor. Numa nota de um determinado manual, uma figura mostrava os dois hemisférios da Terra, dividida pelo equador terrestre. Ao lado da mesma nota, surgia uma outra figura com a informação "Há constelações que só são visíveis do hemisfério Norte, enquanto outras se veem apenas no hemisfério Sul". Esta afirmação, carente de informações complementares, leva o estudante a conceções incorretas sobre a esfera celeste e, consequentemente, a dificuldades na localização dos astros.

Nesta questão, as respostas "c", "d" e "e" são as corretas. A cotação das respostas a esta questão é feita atribuindo 20% às três opções corretas que integram esta questão e 20% a cada resposta não assinalada às duas opções incorretas.

| | Não assinalada | | Assinalada | |
|---|---|---|---|---|
| | **N** | **%** | **N** | **%** |
| a) | 119 | 56,9% | 90 | 43,1% |
| b) | 134 | 64,1% | 75 | 35,9% |
| c) | 147 | 70,3% | 62 | 29,7% |
| d) | 142 | 67,9% | 67 | 32,1% |
| e) | 107 | 51,2% | 102 | 48,8% |

**Tabela 34** - Frequências para o GC à Q.10

| | Não assinalada | | Assinalada | |
|---|---|---|---|---|
| | **N** | **%** | **N** | **%** |
| a) | 146 | 56,8% | 111 | 43,2% |
| b) | 160 | 62,3% | 97 | 37,7% |
| c) | 181 | 70,4% | 76 | 29,6% |
| d) | 183 | 71,2% | 74 | 28,8% |
| e) | 120 | 46,7% | 137 | 53,3% |

**Tabela 35** - Frequências para o GE à Q.10

As diferenças entre grupos não são estatisticamente significativas, de acordo com o teste do Qui-quadrado ($\chi^2_{(5)}$=4,781; p=0,443).

| | G. Controlo | | G. Experimental | |
|---|---|---|---|---|
| | Frequência | % | Frequência | % |
| 0% | 11 | 5,3 | 25 | 9,7 |
| 20% | 64 | 30,6 | 71 | 27,6 |
| 40% | 36 | 17,2 | 40 | 15,6 |
| 60% | 60 | 28,7 | 65 | 25,3 |
| 80% | 22 | 10,5 | 33 | 12,8 |
| 100% | 16 | 7,7 | 23 | 8,9 |
| Total | 209 | 100,0 | 257 | 100,0 |

**Tabela 36** - Cotação do GC e GE à Q.10

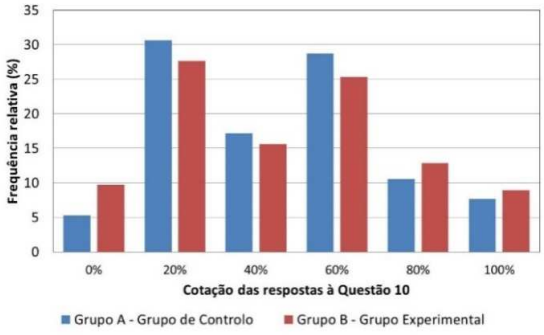



**Gráfico 29** – Barras correspondentes à tabela 38

## Q.11

Os astros movem-se, aparentemente, no céu. Este movimento aparente é consequência dos movimentos do nosso planeta, sendo os principais a rotação e a translação. Qual é o método utilizado pelos astrônomos para localizar exatamente a posição de um astro?

a) Não há método específico.
b) Uso de um mapa celeste.
c) Uso das constelações.
d) Uso de coordenadas celestes.
e) Nunca pensei nisto.

Esta questão é de raciocínio lógico e pode-se associar a quase todas as questões dos inquéritos, principalmente às questões 3, 5, 6 e 10 do pré-teste e suas correspondentes no pós-teste. Se a Terra tem dois principais movimentos e os astros mudam constantemente de posição, como é que os astrónomos conseguem localizá-los? Os professores e planetaristas deveriam explorar esta questão, reportando-se ao mesmo sistema das coordenadas geográficas.

A cotação das respostas a esta questão é feita atribuindo 100% à resposta "d". As diferenças entre grupos não são estatisticamente significativas, de acordo com o teste do Qui-quadrado ($\chi^2_{(1)}$=0,022; p=0,882).

| | G. Controlo | | G. Experimental | |
|---|---|---|---|---|
| | Frequência | % | Frequência | % |
| a) | 15 | 7,2 | 18 | 7,0 |
| b) | 36 | 17,2 | 42 | 16,3 |
| c) | 47 | 22,5 | 57 | 22,2 |
| d) | 50 | 23,9 | 63 | 24,5 |
| e) | 47 | 22,5 | 65 | 25,3 |
| SR | 14 | 6,7 | 12 | 4,7 |
| Total | 209 | 100,0 | 257 | 100,0 |

**Tabela 37** - Frequências para o GC e GE à Q.11

| | G. Controlo | | G. Experimental | |
|---|---|---|---|---|
| | Frequência | % | Frequência | % |
| 0% | 159 | 76,1 | 194 | 75,5 |
| 100% | 50 | 23,9 | 63 | 24,5 |
| Total | 209 | 100,0 | 257 | 100,0 |

**Tabela 38** - Cotação do pré-teste à Q.11

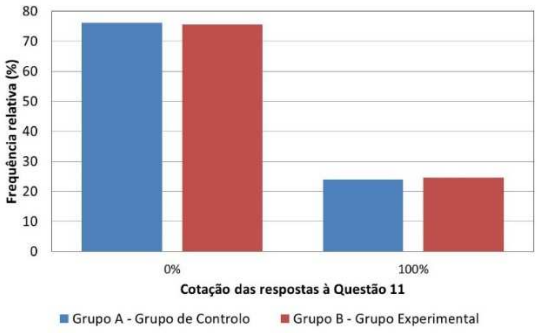



**Gráfico 30** – Barras correspondentes à tabela 40

## Q.12

Sabe-se que a Terra tem dois movimentos: um em torno do Sol, num plano denominado eclíptica - movimento de translação - e outro em torno do seu próprio eixo imaginário - movimento de rotação -, inclinado 23,5 graus (aproximadamente) em relação à perpendicular do plano da eclíptica. Estes movimentos da Terra provocam vários efeitos. Nas afirmações abaixo coloca "V" onde for verdadeiro e "F" onde for falso:

a) As estações do ano ocorrem por causa dos dois movimentos principais da Terra e desta inclinação do eixo imaginário de rotação.
b) Se o eixo imaginário da Terra estivesse a 90 graus do plano da eclíptica, a eclíptica e o equador celeste seriam coincidentes.
c) O eclipse solar e o eclipse lunar só ocorrem nos cruzamentos entre o equador celeste e a eclíptica.
d) O Sol não nasce no ponto cardeal Este todos os dias devido a esta inclinação do eixo imaginário da Terra.
e) Podemos dizer que o Sol permanece 6 meses no hemisfério celeste norte e 6 meses no hemisfério celeste sul.

Esta é considerada, pelo autor, a questão de mais difícil resposta e exige conhecimento sólido por parte do inquirido.

A cotação das respostas a esta questão é feita atribuindo 20% a cada resposta correta ("Verdadeiro") às cinco perguntas que a integram, considerando-se as não

respostas como respostas incorretas. As diferenças entre grupos não são estatisticamente significativas, de acordo com o teste do Qui-quadrado ($\chi^2_{(5)}$=7,376; p=0,194).

| | Falso | | Verdadeiro | | Não responde | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | **N** | **%** | **N** | **%** | **N** | **%** |
| a) | 64 | 30,6 | 117 | 56,0 | 28 | 13,4 |
| b) | 84 | 40,2 | 91 | 43,5 | 34 | 16,3 |
| c) | 83 | 39,7 | 87 | 41,6 | 39 | 18,7 |
| d) | 92 | 44,0 | 88 | 42,1 | 29 | 13,9 |
| e) | 95 | 45,5 | 82 | 39,2 | 32 | 15,3 |

**Tabela 39** - Frequências para o GC à Q.12

| | Falso | | Verdadeiro | | Não responde | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | **N** | **%** | **N** | **%** | **N** | **%** |
| a) | 65 | 25,3 | 160 | 62,3 | 32 | 12,5 |
| b) | 120 | 46,7 | 89 | 34,6 | 48 | 18,7 |
| c) | 124 | 48,2 | 91 | 35,4 | 42 | 16,3 |
| d) | 106 | 41,2 | 114 | 44,4 | 37 | 14,4 |
| e) | 96 | 37,4 | 127 | 49,4 | 34 | 13,2 |

**Tabela 40** - Frequências para o GE à Q.12

| | G. Controlo | | G. Experimental | |
|---|---|---|---|---|
| | Frequência | % | Frequência | % |
| 0% | 26 | 12,4 | 29 | 11,3 |
| 20% | 17 | 8,1 | 9 | 3,5 |
| 40% | 63 | 30,1 | 94 | 36,6 |
| 60% | 93 | 44,5 | 118 | 45,9 |
| 80% | 7 | 3,3 | 5 | 1,9 |
| 100% | 3 | 1,4 | 2 | 0,8 |
| Total | 209 | 100,0 | 257 | 100,0 |

**Tabela 41** - Cotação V ou F à Q.12 do pré-teste

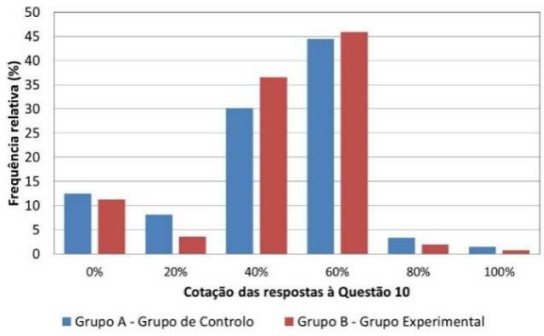



**Gráfico 31** – Barras correspondentes à tabela 43

## 5.7 Pós-teste – I parte – Questões com conteúdo científico

A sequência das questões no pós-teste, quando da sua aplicação, foi alterada numa tentativa de iludir os sentidos, face a uma eventual hipótese de memorização, como já foi mencionado anteriormente. Neste texto, as questões do pós-teste são apresentadas na mesma sequência do pré-teste - relacionando-a pelo sinal de equivalência - mantendo-se, porém, a numeração original, para facilitar uma eventual consulta pelo leitor.

## Q.06 ↔ Q.01 no pré-teste

Considera que todos os planetas são visíveis no dia e horário do mapa celeste desenhado abaixo, no qual se representam algumas constelações vistas na latitude de Coimbra. Marca com uma bolinha uma possível posição dos planetas (de modo aproximado). A linha que cruza algumas constelações do desenho é o equador celeste. Igualmente, marca a Eclíptica.

**Figura 35** - Mapa apresentado na Q.06

**Figura 36** - Possível modelo de resposta na Q.06

Na sessão para o GC, os planetas foram mencionados em dois momentos, dando-se ênfase à imagem dos planetas e não propriamente à sua localização; foram mencionadas as constelações mais populares no hemisfério norte (Ursa Maior, Ursa Menor, Órion), algumas constelações do zodíaco como Escorpião e Touro, dentre outras, mas sem associar à linha da eclíptica e à faixa zodiacal. Na sessão para o GE foram mencionadas as constelações mais afamadas no hemisfério norte, todas as constelações zodiacais, os planetas - num determinado momento, com ênfase nas suas posições - e a posição e alteração anual da eclíptica, associando-os entre si.

| | Incorreta | | Correta | | Não responde | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | **N** | **%** | **N** | **%** | **N** | **%** |
| 1a. | 27 | 12,9 | 2 | 1,0 | 180 | 86,1 |
| 1b. | 4 | 1,9 | 1 | ,5 | 204 | 97,6 |

1a. Posição dos planetas; 1b. Posição da eclíptica

**Tabela 42** - Frequências para o GC à Q.06

| | Incorreta | | Correta | | Não responde | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | **N** | **%** | **N** | **%** | **N** | **%** |
| 1a. | 19 | 7,4 | 24 | 9,3 | 214 | 83,3 |
| 1b. | 10 | 3,9 | 30 | 11,7 | 217 | 84,4 |

1a. Posição dos planetas; 1b. Posição da eclíptica

**Tabela 43** - Frequências para o GE à Q 06

A cotação das respostas a esta questão é feita atribuindo 50% a cada resposta correta às duas perguntas que a integram, considerando-se as não respostas como respostas incorretas.

| | G. Controlo | | G. Experimental | |
|---|---|---|---|---|
| | Frequência | % | Frequência | % |
| 0% | 206 | 98,6 | 210 | 81,7 |
| 50% | 3 | 1,4 | 40 | 15,6 |
| 100% | 0 | 0,0 | 7 | 2,7 |
| Total | 206 | 98,6 | 210 | 81,7 |

**Tabela 44** - Cotação das Respostas à Q.06

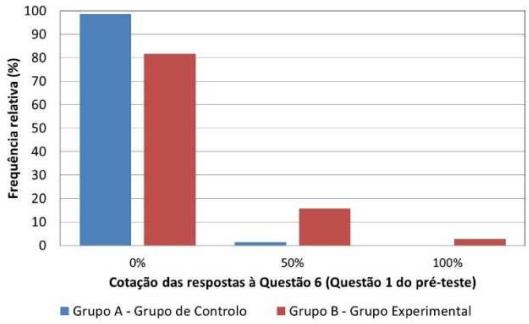



**Gráfico 32** – Barras correspondentes à tabela 46

As diferenças entre grupos são estatisticamente significativas, de acordo com o teste do Qui-quadrado ($\chi^2_{(1)}$=34,295; p<0,001).

## Q.07 ↔ Q.02 no pré-teste

O que se entende hoje por constelações?

a) A divisão do céu em partes de tamanho arbitrário e variável.
b) Um agrupamento aparente de estrelas que formam figuras imaginárias.
c) São figuras imaginárias entre as estrelas que os povos antigos criaram para marcar o tempo.
d) São figuras que se formam quando consideramos uma estrela e a unimos a outra imaginariamente.
e) São grupos aparentes de estrelas que formam figuras imaginárias que mantém a mesma posição umas em relação às outras.

Não houve definição de constelações na sessão para o GC, porém foi demonstrado o artifício utilizado para a caracterização deste conceito com figuras. Na sessão para o GE foram demonstradas todas as divisões (loteamento) do céu com linhas dinâmicas, conforme a definição de constelação segundo a IAU; de seguida, mostraram-se todas as constelações em cada divisão no formato de linhas e no formato de figuras.

| | G. Controlo | | G. Experimental | |
|---|---|---|---|---|
| | Frequência | % | Frequência | % |
| a) | 7 | 3,3 | 129 | 50,2 |
| b) | 63 | 30,1 | 46 | 17,9 |
| c) | 39 | 18,7 | 28 | 10,9 |
| d) | 61 | 29,2 | 25 | 9,7 |
| e) | 39 | 18,7 | 29 | 11,3 |
| Total | 209 | 100,0 | 257 | 100,0 |

**Tabela 45** - Resultado geral do GC e GE à Q.2

Apenas 7 elementos do GC assinalaram a resposta "a" que seria a correta, a permanecer, praticamente, a mesma frequência obtida no pré-teste. No GE o resultado foi mais atípico, saindo de 4,3% do pré-teste para 50,2% de acerto para o pós-teste.

| | G. Controlo | | G. Experimental | |
|---|---|---|---|---|
| | Frequência | % | Frequência | % |
| 0% | 202 | 96,7 | 128 | 49,8 |
| 100% | 7 | 3,3 | 129 | 50,2 |
| Total | 209 | 100,00 | 257 | 100,00 |

**Tabela 46** - Cotação Geral da Q.7

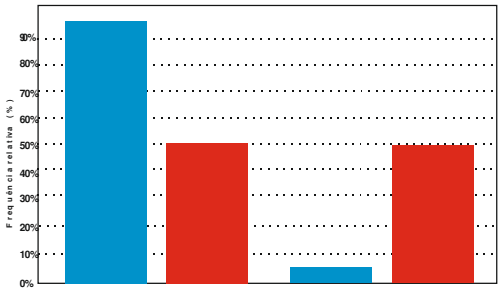



**Gráfico 33** - Barras correspondentes à tabela 46

## Q.08 ↔ Q.03 no pré-teste

Desenha com setas nos quadros "b", "c" e "d" apresentados abaixo o modo aproximado como as estrelas se deslocam nas diferentes latitudes, de acordo com a tua perceção. Em cada quadro, as latitudes da localidade correspondente estão indicadas em "L" na parte inferior. Para servir de exemplo, o quadro da letra "a" já contém a resposta para L: 40 graus.

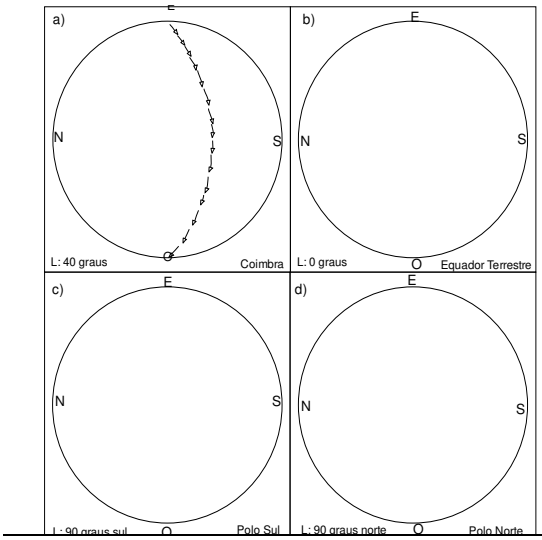



**Figura 37** - Quadro da questão 8 no pós-teste

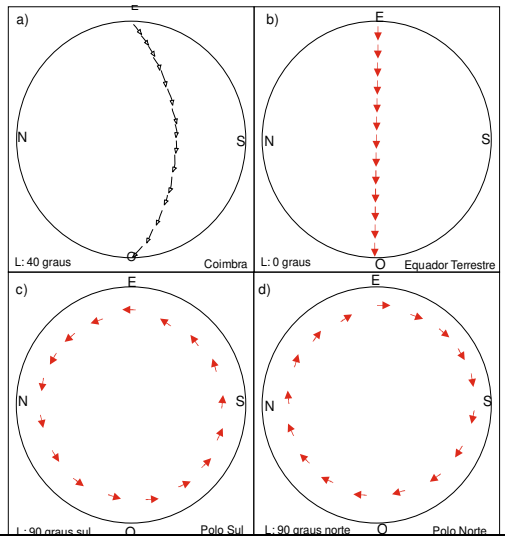



**Figura 38** - Modelo de preenchimento da questão

Na sessão para o GC não foi mencionado o movimento aparente das estrelas em diversas latitudes, mas na sessão para o GE, o movimento aparente da esfera celeste foi apresentado em diversas latitudes. O título da sessão "Uma excursão no céu noturno" foi inspirado nesta informação, cujo "passeio imaginário" foi realizado do Polo Sul celeste ao Polo Norte celeste.

| | incorreta | | correta | | não responde | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | **N** | **%** | **N** | **%** | **N** | **%** |
| Q.b) | 96 | 45,9 | 73 | 34,9 | 40 | 19,1 |
| Q.c) | 144 | 68,9 | 23 | 11,0 | 42 | 20,1 |
| Q.d) | 144 | 68,9 | 23 | 11,0 | 78 | 37,3 |

**Tabela 47** - Frequências para o GC à questão 08

| | incorreta | | correta | | Não responde | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | **N** | **%** | **N** | **%** | **N** | **%** |
| Q.b) | 70 | 27,2 | 127 | 49,4 | 60 | 23,3 |
| Q.c) | 113 | 44,0 | 69 | 26,8 | 75 | 29,2 |
| Q.d) | 110 | 42,8 | 68 | 26,5 | 79 | 30,7 |

**Tabela 48** - Frequências para o GE à questão 08

A cotação das respostas a esta questão é feita atribuindo 33,3% a cada resposta correta às três perguntas que a integram, considerando-se as não respostas como respostas incorretas.

| | G. Controlo | | G. Experimental | |
|---|---|---|---|---|
| | Frequência | % | Frequência | % |
| 0% | 134 | 64,1 | 118 | 45,9 |
| 33,3% | 52 | 24,9 | 70 | 27,2 |
| 66,7% | 2 | 1,0 | 13 | 5,1 |
| 100% | 21 | 10,0 | 56 | 21,8 |
| Total | 209 | 100,0 | 257 | 100,0 |

**Tabela 49** - Cotação das Respostas à Questão 8

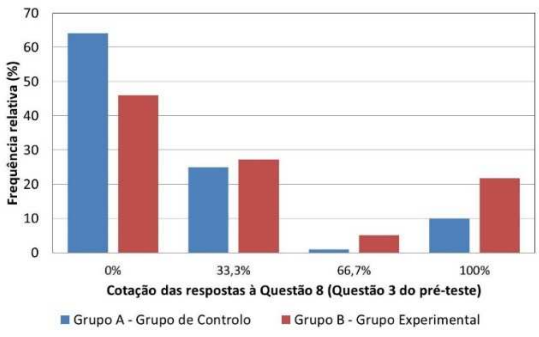



**Gráfico 34 –** Barras correspondentes à tabela 51

As diferenças entre grupos são estatisticamente significativas, de acordo com o teste do Qui-quadrado ($\chi^2_{(3)}$=22,947; p<0,001).

### Q.09 ↔ Q.04 no pré-teste

Assinale a única alternativa verdadeira:

f) O Sol nasce no ponto cardeal Este e põe-se no ponto cardeal Oeste todos os dias do ano.
g) O Sol nasce no ponto cardeal Este durante seis meses e põe-se no ponto cardeal Oeste durante seis meses.
h) O Sol nasce no ponto cardeal Este e põe-se no ponto cardeal Oeste somente em quatro dias do ano.
i) O Sol nasce no ponto cardeal Este somente em dois dias do ano e põe-se no ponto cardeal Oeste todos os dias.
j) O Sol nasce no ponto cardeal Este e põe-se no ponto cardeal Oeste somente em dois dias do ano.

Na sessão para o GC foi mencionado que o Sol nasce em pontos diferentes do horizonte, indicando a inversão das estações do ano nos dois hemisférios, porém sem mencionar os motivos. Na sessão para o GE, os pontos cardeais coincidiam com os pontos cardeais na natureza, ou seja, fora do Planetário, pois o investigador compreende ser esta a melhor maneira de trabalhar numa sessão de cúpula e, o deslocamento aparente do Sol foi mencionado em pelo menos três momentos durante a sessão, indicando os motivos e suas consequências.

A cotação das respostas a esta questão é feita atribuindo 100% à resposta "e".

| | G. Controlo | | G. Experimental | |
|---|---|---|---|---|
| | Frequência | % | Frequência | % |
| Resposta a) | 71 | 34,0 | 36 | 14,0 |
| Resposta b) | 50 | 23,9 | 34 | 13,2 |
| Resposta c) | 37 | 17,7 | 9 | 3,5 |
| Resposta d) | 16 | 7,7 | 12 | 4,7 |
| Resposta e) | 31 | 14,8 | 166 | 64,6 |
| Não respondem | 4 | 1,9 | 0 | 0,0 |
| Total | 209 | 100,0 | 257 | 100,0 |

**Tabela 50** - Frequências para o GC e GE à questão 09

| | G. Controlo | | G. Experimental | |
|---|---|---|---|---|
| | Frequência | % | Frequência | % |
| 0% | 178 | 85,2 | 91 | 35,4 |
| 100% | 31 | 14,8 | 166 | 64,6 |
| Total | 209 | 100,0 | 257 | 100,0 |

**Tabela 51** - Cotação das Respostas à Questão 9

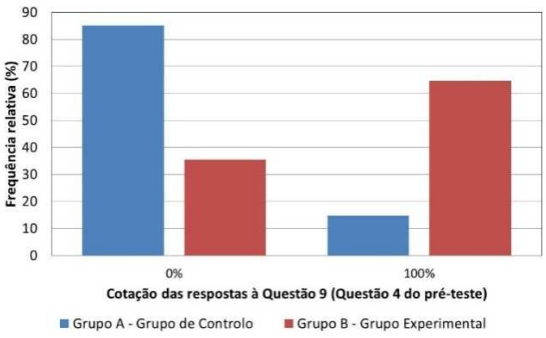



**Gráfico 35** – Barras correspondentes à tabela 53

As diferenças entre grupos são estatisticamente significativas, de acordo com o teste do Qui-quadrado ($\chi^2_{(1)}$=116,947; p<0,001).

### Q.02 ↔ Q.05 no pré-teste

Foste com a tua família para o Brasil, num navio transatlântico. Partiste do porto de Lisboa e a viagem demorou vários dias. Logo no primeiro dia conseguiste identificar diversas estrelas e constelações. Todos os dias percebeste que a estrela Polar ficava mais próxima do horizonte e no quinto dia esta estrela estava quase a desaparecer no horizonte. Em relação ao valor da latitude em que te encontravas quando estavas a observar o céu no quinto dia, qual das cinco respostas abaixo é a correta?

f) Aproximadamente 40 graus positivos.
g) Aproximadamente 20 graus positivos.
h) Aproximadamente 10 graus positivos.
i) Aproximadamente 0 graus.
j) Aproximadamente 10 graus negativos.

Na sessão realizada para o GC não foi mencionada a posição de astros utilizando a latitude do observador. Na sessão para o GE foi dada ênfase às coordenadas celestes em diversos momentos. Mencionou-se a posição dos astros através da utilização de graus na esfera celeste, tendo a Estrela Polar e o equador celeste como referência.

| | G. Controlo | | G. Experimental | |
|---|---|---|---|---|
| | Frequência | % | Frequência | % |
| a) | 31 | 14,8 | 34 | 13,2 |
| b) | 45 | 21,5 | 26 | 10,1 |
| c) | 50 | 23,9 | 35 | 13,6 |
| d) | 48 | 23,0 | 143 | 55,6 |
| e) | 29 | 13,9 | 19 | 7,4 |
| NR | 6 | 2,9 | 0 | 0,0 |
| Total | 209 | 100,0 | 257 | 100,0 |

**Tabela 52** - Frequências para o GC e GE à questão 02

A cotação das respostas a esta questão é feita atribuindo 100% à resposta "d". As diferenças entre grupos são estatisticamente significativas, de acordo com o teste do Qui-quadrado ($\chi^2_{(1)}$=50,880; p<0,001).

| | G. Controlo | | G. Experimental | |
|---|---|---|---|---|
| | Frequência | % | Frequência | % |
| 0% | 161 | 77,0 | 114 | 44,4 |
| 100% | 48 | 23,0 | 143 | 55,6 |
| Total | 209 | 100,0 | 257 | 100,0 |

**Tabela 53** - Cotação das Respostas à Questão 02

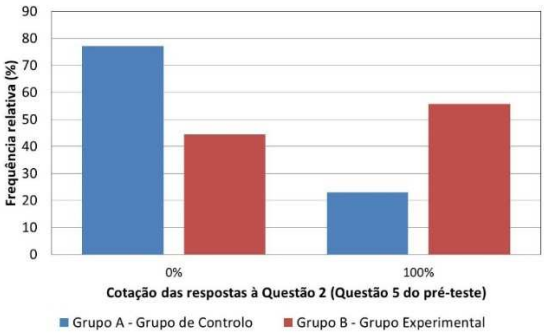



**Gráfico 36** – Barras correspondentes à tabela 55

## Q.03 ↔ Q.06 no pré-teste

Numa noite estavas a observar uma estrela exatamente no horizonte Este, às 21horas. Passados quase seis meses, também às 21horas, foste observar aquela mesma estrela. Onde a viste, aproximadamente?

f) No mesmo lugar.
g) No zénite.
h) Tinha desaparecido.
i) Próxima do horizonte oeste.
j) Próxima do horizonte norte.

Não foi mencionada esta informação na sessão para o GC. Na sessão para o GE foi realizada a explicação e consideram-se alguns exemplos.

A cotação das respostas a esta questão é feita atribuindo 100% à resposta "d". As diferenças entre grupos são estatisticamente significativas, de acordo com o teste do Qui-quadrado ($\chi^2_{(1)}$=14,399; p<0,001).

| | G. Controlo | | G. Experimental | |
|---|---|---|---|---|
| | Frequência | % | Frequência | % |
| a) | 53 | 25,4 | 35 | 13,6 |
| b) | 27 | 12,9 | 48 | 18,7 |
| c) | 27 | 12,9 | 18 | 7,0 |
| d) | 81 | 38,8 | 145 | 56,4 |
| e) | 18 | 8,6 | 11 | 4,3 |
| NR | 3 | 1,4 | 0 | 0,0 |
| Total | 209 | 100,0 | 257 | 100,0 |

**Tabela 54** - Frequências para o GC e GE à questão 03

| | G. Controlo | | G. Experimental | |
|---|---|---|---|---|
| | Frequência | % | Frequência | % |
| 0% | 128 | 61,2 | 112 | 43,6 |
| 100% | 81 | 38,8 | 145 | 56,4 |
| Total | 209 | 100,0 | 257 | 100,0 |

**Tabela 55** - Cotação das Respostas à Questão 03

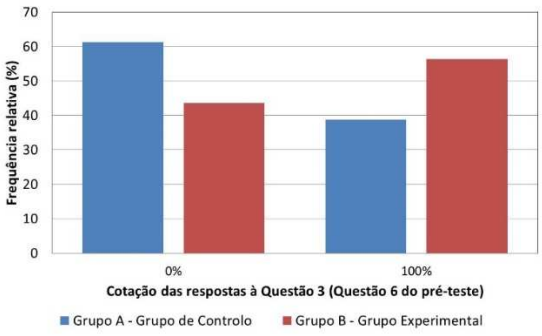



**Gráfico 37** – Barras correspondentes à tabela 57

## Q.04 ↔ Q.07 no pré-teste

Completa os espaços em branco, segundo o teu entendimento. Utiliza os termos ou os números que estão relacionados entre parênteses.

Há_____constelações no céu, que se podem dividir em três grupos: as _____, as_____ e as constelações_____. Uma forma de encontrar os planetas é identificar_____.

(boreais, zodiacais, 88, austrais, 13, inúmeras, Este, eclíptica, equador)

Em ordem de leitura, a resposta "1" corresponde ao primeiro espaço, a resposta "2", ao segundo e assim sucessivamente. O primeiro espaço deveria ser respondido com o número 88, no segundo, terceiro ou quarto espaços deveriam ser utilizados um dos termos "boreais", "austrais" e "zodiacais", não necessariamente nesta ordem. O quinto espaço poderia ser preenchido com "constelações zodiacais" ou "eclíptica".

Em algumas sessões para o GC foi mencionada a quantidade de constelações catalogadas, mas não foi mencionado o modo como são classificadas. Igualmente, em nenhum momento desta sessão se associavam os planetas à eclíptica ou às constelações zodiacais. Na sessão para o GE foram mencionadas a quantidade de constelações e o modo como são classificadas, assim como a eclíptica, em diversos momentos, associando os planetas entre si.

| | Resposta a "1" | | Resposta a "2" | | Resposta a "3" | | Resposta a "4" | | Resposta a "5" | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | **N** | **%** | **N** | **%** | **N** | **%** | **N** | **%** | **N** | **%** |
| 88 | **90** | **43,1** | | | | | | | 3 | 1,4 |
| boreais | 2 | 1,0 | **108** | **51,7** | **39** | **18,7** | **4** | **1,9** | 11 | 5,3 |
| austrais | 1 | ,5 | **38** | **18,2** | **105** | **50,2** | **6** | **2,9** | 4 | 1,9 |
| zodiacais | | | **33** | **15,8** | **31** | **14,8** | **24** | **11,5** | **23** | **11,0** |
| 12 | 13 | 6,2 | 2 | 1,0 | | | | | 8 | 3,8 |
| 13 | 2 | 1,0 | | | 1 | ,5 | | | | |
| inúmeras | 82 | 39,2 | 2 | 1,0 | 4 | 1,9 | | | 7 | 3,3 |
| Este | | | 1 | ,5 | 1 | ,5 | 21 | 10,0 | 62 | 29,7 |
| equador | | | | | 1 | ,5 | 1 | ,5 | 28 | 13,4 |
| eclíptica | | | 3 | 1,4 | 6 | 2,9 | 123 | 58,9 | **19** | **9,1** |
| Não respostas | 19 | 9,1 | 22 | 10,5 | 21 | 10,0 | 30 | 14,4 | 44 | 21,1 |
| Total | 209 | 100,0 | 209 | 100,0 | 209 | 100,0 | 209 | 100,0 | 209 | 100,0 |

**Tabela 56** - Frequências para o Grupo de Controlo à questão 04

| | Resposta a "1" | | Resposta a "2" | | Resposta a "3" | | Resposta a "4" | | Resposta a "5" | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | **N** | **%** | **N** | **%** | **N** | **%** | **N** | **%** | **N** | **%** |
| 88 | **79** | **30,7** | | | | | | | 3 | 1,2 |
| boreais | 1 | ,4 | **131** | **51,0** | **55** | **21,4** | **3** | **1,2** | 6 | 2,3 |
| austrais | | | **47** | **18,3** | **105** | **40,9** | **11** | **4,3** | 2 | ,8 |
| zodiacais | 1 | ,4 | **41** | **16,0** | **57** | **22,2** | **36** | **14,0** | **8** | **3,1** |
| 12 | 23 | 8,9 | | | 2 | ,8 | | | 11 | 4,3 |
| 13 | | | 1 | ,4 | | | | | | |
| inúmeras | 124 | 48,2 | | | 2 | ,8 | | | 6 | 2,3 |
| Este | 1 | ,4 | 1 | ,4 | 2 | ,8 | 25 | 9,7 | 72 | 28,0 |
| equador | | | | | | | 145 | 56,4 | 39 | 15,2 |
| eclíptica | | | 8 | 3,1 | 4 | 1,6 | 3 | 1,2 | **59** | **23,0** |
| Não respostas | 28 | 10,9 | 28 | 10,9 | 30 | 11,7 | 34 | 13,2 | 51 | 19,8 |
| Total | 257 | 100,0 | 257 | 100,0 | 257 | 100,0 | 257 | 100,0 | 257 | 100,0 |

**Tabela 57** - Frequências para o Grupo Experimental à questão 04

A cotação das respostas a esta questão é feita atribuindo 20% a cada resposta correta às cinco perguntas que a integram, considerando-se as não respostas como respostas incorretas. As diferenças entre grupos não são estatisticamente significativas, de acordo com o teste do Qui-quadrado ($\chi^2_{(5)}$=4,451; p=0,487).

| | G. Controlo | | G. Experimental | |
|---|---|---|---|---|
| | Frequência | % | Frequência | % |
| 0% | 21 | 10,0 | 26 | 10,1 |
| 20% | 9 | 4,3 | 11 | 4,3 |
| 40% | 62 | 29,7 | 90 | 35,0 |
| 60% | 81 | 38,8 | 81 | 31,5 |
| 80% | 36 | 17,2 | 47 | 18,3 |
| 100% | 0 | 0,0 | 2 | 0,8 |
| Total | 209 | 100,0 | 257 | 100,0 |

**Tabela 58** - Cotação das Respostas à questão 04

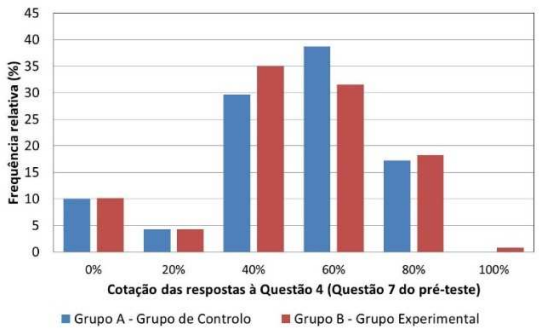



**Gráfico 38** – Barras correspondentes à tabela 60

## Q.05 ↔ Q. 08 no pré-teste

Em relação aos planetas, assinala a opção correta:

a) Mercúrio e Neptuno não são vistos à vista desarmada; Vénus e Úrano nunca são vistos no zénite.
b) Úrano e Neptuno não são vistos à vista desarmada; Mercúrio e Vénus nunca são vistos no zénite.
c) Vénus e Úrano não são vistos à vista desarmada; Mercúrio e Saturno nunca são vistos no meio do céu.
d) Marte e Saturno não são vistos à vista desarmada; Mercúrio e Úrano nunca são vistos no meio do céu.
e) Júpiter e Saturno não são vistos à vista desarmada; Marte e Saturno nunca são vistos no meio do céu.

Em dois momentos foram mencionados os planetas na sessão para o GC, porém com ênfase em algumas características inerentes a cada planeta (tamanho, composição, cores, dentre outras) e não em sua localização quando seria o correto, segundo entendimento do investigador. Na sessão para o GE, a ênfase nos planetas foi dada para a sua localização.

A cotação das respostas a esta questão é feita atribuindo 100% à resposta "b". As diferenças entre grupos são estatisticamente significativas, de acordo com o teste do Qui-quadrado ($\chi^2_{(1)}$=92,989; p<0,001).

| | G. Controlo | | G. Experimental | |
|---|---|---|---|---|
| | Frequência | % | Frequência | % |
| a) | 22 | 10,5 | 24 | 9,3 |
| b) | 41 | 19,6 | 165 | 64,2 |
| c) | 62 | 29,7 | 32 | 12,5 |
| d) | 40 | 19,1 | 17 | 6,6 |
| e) | 35 | 16,7 | 15 | 5,8 |
| NR | 9 | 4,3 | 4 | 1,6 |
| Total | 209 | 100,0 | 257 | 100,0 |

**Tabela 59** - Frequências para o GC e GE à questão 05

| | G. Controlo | | G. Experimental | |
|---|---|---|---|---|
| | Frequência | % | Frequência | % |
| 0% | 168 | 80,4 | 92 | 35,8 |
| 100% | 41 | 19,6 | 165 | 64,2 |
| Total | 209 | 100,0 | 257 | 100,0 |

**Tabela 60** - Cotação das Respostas à questão 05

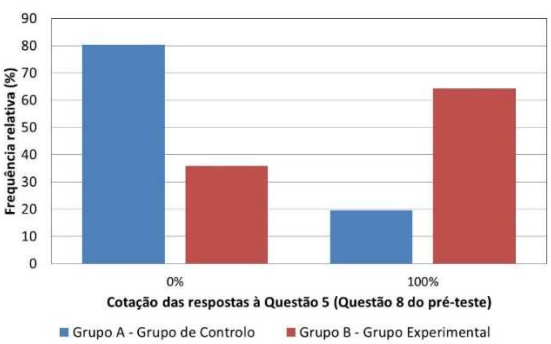



**Gráfico 39** – Barras correspondentes à tabela 62

## Q.10 ↔ Q.09 no pré-teste

A questão 10, refere-se aos eclipses, não mencionados na sessão de controlo. Na sessão experimental foram comentados os eclipses com imagens previamente elaboradas. Embora mostrada na sessão experimental, a formação dos eclipses no Planetário deveria ser apresentada tal como acontece na natureza, embora em *fast motion*. Entende o investigador que este tema deve ser tratado numa sessão específica, dado o tempo necessário para que o aluno possa compreender.

Os eclipses só ocorrem quando o Sol, a Terra e a Lua estão exatamente numa mesma direção (alinhados). Observando a figura abaixo, indica que esquema representa melhor o eclipse solar e qual deles representa o eclipse lunar.

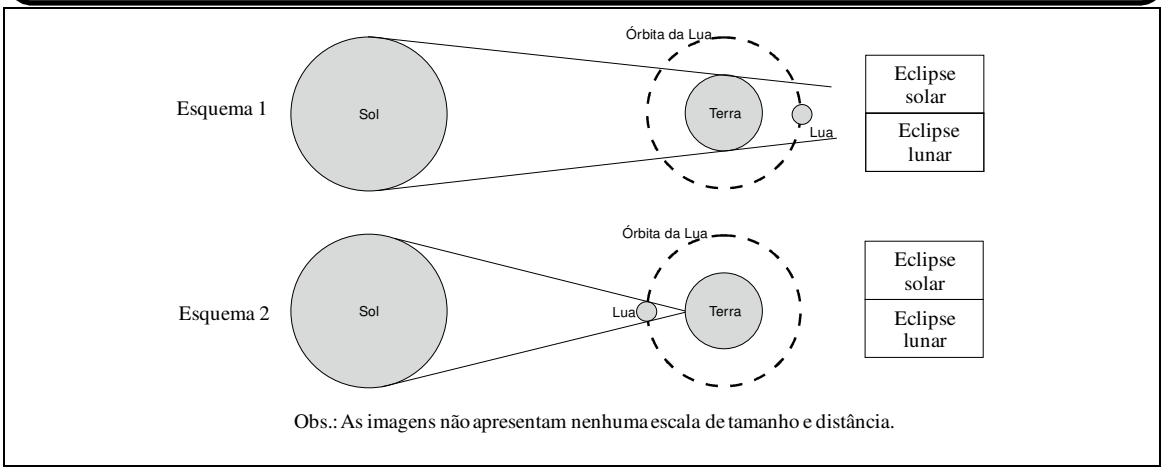



**Figura 39** - Esquema 1 e 2 da questão 10 no pós-teste

| | Eclipse solar | | Eclipse lunar | | Não responde | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | **N** | **%** | **N** | **%** | **N** | **%** |
| Esquema 1 | 80 | 38,3 | 103 | 49,3 | 26 | 12,4 |
| Esquema 2 | 103 | 49,3 | 81 | 38,8 | 25 | 12,0 |

**Tabela 61** - Frequências para o GC à questão 10

| | Eclipse solar | | Eclipse lunar | | Não responde | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | **N** | **%** | **N** | **%** | **N** | **%** |
| Esquema 1 | 44 | 17,1 | 209 | 81,3 | 4 | 1,6 |
| Esquema 2 | 209 | 81,3 | 44 | 17,1 | 4 | 1,6 |

**Tabela 62** - Frequências para o GE à questão 10

A cotação das respostas a esta questão é feita atribuindo 50% a cada resposta correta às duas perguntas que a integram, considerando-se as não respostas como respostas incorretas. As diferenças entre grupos são estatisticamente significativas, de acordo com o teste do Qui-quadrado ($\chi^2_{(2)}$=53,876; p<0,001).

| | G. Controlo | | G. Experimental | |
|---|---|---|---|---|
| | Frequência | % | Frequência | % |
| 0% | 105 | 50,2 | 48 | 18,7 |
| 50% | 1 | 0,5 | 0 | 0,0 |
| 100% | 103 | 49,3 | 209 | 81,3 |
| Total | 105 | 50,2 | 48 | 18,7 |

**Tabela 63** - Cotação das Respostas à questão 10

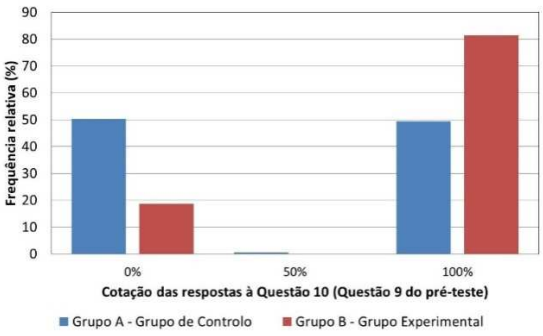



**Gráfico 40** – Barras correspondentes à tabela 65

## Q.11 ↔ Q.10 no pré-teste

Nesta questão, as respostas "c", "d" e "e" são as corretas. A cotação das respostas a esta questão é feita atribuindo 20% às três opções corretas que integram esta questão e 20% a cada resposta não assinalada às duas opções incorretas que integram esta questão.

Assinala a(s) resposta(s) correta(s):

a) Os habitantes do hemisfério norte veem somente estrelas que estão no hemisfério celeste norte.
b) Os habitantes do hemisfério sul veem somente estrelas que estão no hemisfério celeste sul.
c) A maioria das estrelas que os habitantes do hemisfério norte veem é do hemisfério celeste norte, mas é possível observar algumas estrelas do hemisfério celeste sul.
d) A maioria das estrelas que os habitantes do hemisfério sul veem é do hemisfério celeste sul, mas é possível ver algumas estrelas do hemisfério celeste norte.
e) Um observador no Polo Norte observa somente estrelas do hemisfério celeste norte e um observador no Polo Sul observa somente estrelas do hemisfério celeste sul.

Entende o investigador que para compreender os problemas relacionados com esta questão é preciso trabalhar com o conceito de equador celeste dentro do conteúdo de Coordenadas Celestes. Trata-se de um conceito simples de compreensão, pois o aluno já estudou no mesmo ano do ciclo de estudos a sua correspondente Coordenadas Geográficas na disciplina de geografia. Na sessão destinada ao GE, aproximadamente 25 minutos do tempo total da sessão foram dispensados a este tema.

| | Não assinalada | | Assinalada | |
|---|---|---|---|---|
| | **N** | **%** | **N** | **%** |
| a) | 115 | 55,0% | 94 | 45,0% |
| b) | 119 | 56,9% | 90 | 43,1% |
| c) | 130 | 62,2% | 79 | 37,8% |
| d) | 127 | 60,8% | 82 | 39,2% |
| e) | 119 | 56,9% | 90 | 43,1% |

**Tabela 64** - Frequências para o GC à Q.11

| | Não assinalada | | Assinalada | |
|---|---|---|---|---|
| | **N** | **%** | **N** | **%** |
| a) | 203 | 79,0% | 54 | 21,0% |
| b) | 214 | 83,3% | 43 | 16,7% |
| c) | 59 | 23,0% | 198 | 77,0% |
| d) | 52 | 20,2% | 205 | 79,8% |
| e) | 106 | 41,2% | 151 | 58,8% |

**Tabela 65** - Frequências para o GE à Q.11

As diferenças entre grupos são estatisticamente significativas, de acordo com o teste do Qui-quadrado ($\chi^2_{(5)}$=113,930; p<0,001).

| | G. Controlo | | G. Experimental | |
|---|---|---|---|---|
| | Frequência | % | Frequência | % |
| 0% | 11 | 5,3 | 8 | 3,1 |
| 20% | 68 | 32,5 | 23 | 8,9 |
| 40% | 37 | 17,7 | 16 | 6,2 |
| 60% | 44 | 21,1 | 29 | 11,3 |
| 80% | 34 | 16,3 | 76 | 29,6 |
| 100% | 15 | 7,2 | 105 | 40,9 |
| Total | 209 | 100,0 | 257 | 100,0 |

**Tabela 66** - Cotação das Respostas à questão 11

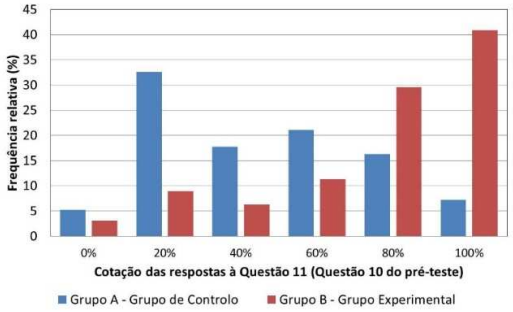



**Gráfico 41** – Barras correspondentes à tabela 68

## Q.12 ↔ Q.11 no pré-teste

Os astros movem-se, aparentemente, no céu. Este movimento aparente é consequência dos movimentos do nosso planeta, sendo os principais a rotação e a translação. Qula é o método utilizado pelos astrônomos para localizar exatamente a posição de um astro?

a) Não há método específico.
b) Uso de um mapa celeste.
c) Uso das constelações.
d) Uso de coordenadas celestes.
e) Nunca pensei nisto.

Esta questão está, de certa forma, associada à questão anterior. É vulgar nas sessões de planetários utilizar as constelações como uma forma de conhecer a esfera celeste, todavia não se comenta o recurso utilizado para estudos mais precisos quanto à posição dos astros. Na sessão destinada ao GE foi levantado este problema, dando ênfase às coordenadas celestes sem se aprofundarem, evidentemente, pois

diversas outras questões dos inquéritos estavam associadas, como as questões 2, 3, 8 e 11 do pós-teste e as suas correspondentes no pré-teste.

A cotação das respostas a esta questão é feita atribuindo 100% à resposta "d". As diferenças entre grupos são estatisticamente significativas, de acordo com o teste do Qui-quadrado ($\chi^2_{(1)}$=110,461; p<0,001).

| | G. Controlo | | G. Experimental | |
|---|---|---|---|---|
| | Frequência | % | Frequência | % |
| a) | 13 | 6,2 | 2 | ,8 |
| b) | 35 | 16,7 | 13 | 5,1 |
| c) | 72 | 34,4 | 28 | 10,9 |
| d) | 54 | 25,8 | 192 | 74,7 |
| e) | 27 | 12,9 | 20 | 7,8 |
| NR | 8 | 3,8 | 2 | ,8 |
| Total | 209 | 100,0 | 257 | 100,0 |

**Tabela 67** - Frequências para o GC e GE à questão 11

| | G. Controlo | | G. Experimental | |
|---|---|---|---|---|
| | Frequência | % | Frequência | % |
| 0% | 155 | 74,2 | 65 | 25,3 |
| 100% | 54 | 25,8 | 192 | 74,7 |
| Total | 209 | 100,0 | 257 | 100,0 |

**Tabela 68** - Cotação das Respostas à questão 12

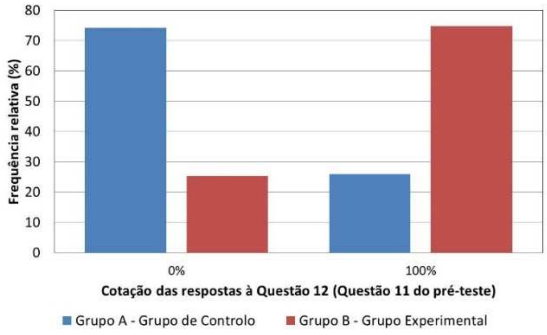



**Gráfico 42** – Barras correspondentes à tabela 70

## Q.01 ↔ Q.12 no pré-teste

Sabe-se que a Terra tem dois movimentos: um em torno do Sol, num plano denominado eclíptica - movimento de translação - e outro em torno do seu próprio eixo imaginário - movimento de rotação -, inclinado 23,5 graus (aproximadamente) em relação à perpendicular do plano da eclíptica. Estes movimentos da Terra provocam vários efeitos. Nas afirmações abaixo coloca "V" onde for verdadeiro e "F" onde for falso:

a) As estações do ano ocorrem por causa dos dois movimentos principais da Terra e desta inclinação do eixo imaginário de rotação.
b) Se o eixo imaginário da Terra estivesse a 90 graus do plano da eclíptica, a eclíptica e o equador celeste seriam coincidentes.
c) O eclipse solar e o eclipse lunar só ocorrem nos cruzamentos entre o equador celeste e a eclíptica.
d) O Sol não nasce no ponto cardeal Este todos os dias devido a esta inclinação do eixo imaginário da Terra.
e) Podemos dizer que o Sol permanece 6 meses no hemisfério celeste norte e 6 meses no hemisfério celeste sul.

Entende o autor que os elementos que participaram no GC não teriam condições de responder a esta questão, se tivessem informações somente do que foi apresentado na sessão, principalmente no que respeita aos itens "b", "c" e "e". Os elementos que participaram no GE estavam em melhores condições, pois foram temas tratados na sessão experimental.

A cotação das respostas a esta questão é feita atribuindo 20% a cada resposta correta ("verdadeiro") às cinco perguntas que a integram, considerando-se as não respostas como respostas incorretas. As diferenças entre grupos são estatisticamente significativas, de acordo com o teste do Qui-quadrado ($\chi^2_{(5)}$=19,795; p=0,001).

| | Falso | | Verdadeiro | | Não responde | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | **N** | **%** | **N** | **%** | **N** | **%** |
| a) | 38 | 18,2 | 166 | 79,4 | 5 | 2,4 |
| b) | 110 | 52,6 | 90 | 43,1 | 9 | 4,3 |
| c) | 107 | 51,2 | 93 | 44,5 | 9 | 4,3 |
| d) | 80 | 38,3 | 123 | 58,9 | 6 | 2,9 |
| e) | 95 | 45,5 | 104 | 49,8 | 10 | 4,8 |

**Tabela 69** - Frequências para o GC à questão 01

| | Falso | | Verdadeiro | | Não responde | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | **N** | **%** | **N** | **%** | **N** | **%** |
| a) | 54 | 21,0 | 200 | 77,8 | 3 | 1,2 |
| b) | 123 | 47,9 | 129 | 50,2 | 5 | 1,9 |
| c) | 143 | 55,6 | 110 | 42,8 | 4 | 1,6 |
| d) | 66 | 25,7 | 188 | 73,2 | 3 | 1,2 |
| e) | 88 | 34,2 | 165 | 64,2 | 4 | 1,6 |

**Tabela 70** - Frequências para o GE à questão 01

| | G. Controlo | | G. Experimental | |
|---|---|---|---|---|
| | Frequência | % | Frequência | % |
| 0% | 4 | 1,9 | 3 | 1,2 |
| 20% | 5 | 2,4 | 3 | 1,2 |
| 40% | 59 | 28,2 | 53 | 20,6 |
| 60% | 114 | 54,5 | 123 | 47,9 |
| 80% | 24 | 11,5 | 61 | 23,7 |
| 100% | 3 | 1,4 | 14 | 5,4 |
| Total | 209 | 100,0 | 257 | 100,0 |

**Tabela 71** - Cotação das Respostas à questão 01

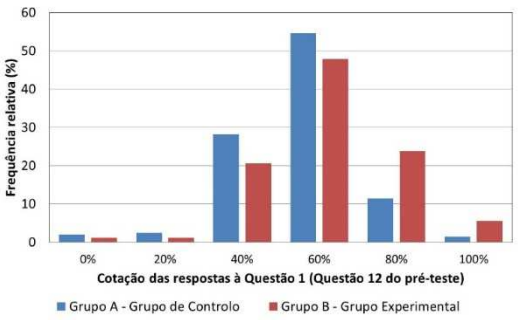



**Gráfico 43** – Barras correspondentes à tabela 73

## 5.8 Pós-teste – II parte – Dados sociais

Se os elementos da amostra não tivessem participado nos inquéritos, poder-se-ia dizer que estavam a realizar uma atividade extra-aula vulgar, portanto, a segunda parte do inquérito foi elaborada para recolher impressões quanto à visita ao Planetário e não quanto à investigação.

### *5.8.1 Classificação da visita pelos elementos da amostra*

Como classificarias a visita que realizaste ao Planetário?

| Muito satisfatória | Satisfatória | Indiferente | Pouco satisfatória | Não satisfatória |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |

| | G. Controlo | | G. Experimental | |
|---|---|---|---|---|
| Q. | Frequência | % | Frequência | % |
| 1 | 105 | 51,0 | 146 | 57,3 |
| 2 | 81 | 39,3 | 96 | 37,6 |
| 3 | 11 | 5,3 | 4 | 1,6 |
| 4 | 5 | 2,4 | 3 | 1,2 |
| 5 | 4 | 1,9 | 6 | 2,4 |
| Total | 206 | 100,0 | 255 | 100,0 |

**Tabela 72** - Respostas à classificação da visita

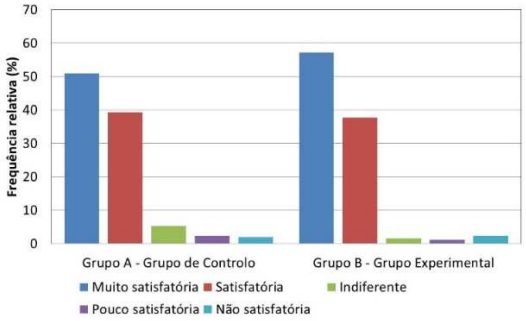



**Gráfico 44** – Barras correspondentes à tabela 74

Verificam-se 3 não respostas (1,4%) no Grupo de Controlo e 2 não respostas (0,8%) no Grupo Experimental. As diferenças entre grupos não são estatisticamente significativas, de acordo com o teste do Qui-quadrado ($\chi^2_{(4)} = 7{,}006$; $p = 0{,}136$).

### *5.8.2 Nível de entendimento de acordo com os elementos da amostra*

As explicações dadas no Planetário foram:

| Muito fáceis de compreender | Fáceis de compreender | Mais ou menos | Difíceis de compreender | Muito difíceis de compreender |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |

Verificam-se duas não respostas (1,0%) no Grupo de Controlo e uma não resposta (0,4%) no Grupo Experimental. As diferenças entre grupos não são estatisticamente significativas, de acordo com o teste do Qui-quadrado ($\chi^2_{(4)} = 1{,}422$; $p = 0{,}840$).

| | G. Controlo | | G. Experimental | |
|---|---|---|---|---|
| Q. | Frequência | % | Frequência | % |
| 1 | 36 | 17,4 | 54 | 21,1 |
| 2 | 122 | 58,9 | 139 | 54,3 |
| 3 | 45 | 21,7 | 59 | 23,0 |
| 4 | 2 | 1,0 | 2 | 0,8 |
| 5 | 2 | 1,0 | 2 | 0,8 |
| Total | 207 | 100,0 | 256 | 100,0 |

**Tabela 73** - Respostas ao nível de entendimento

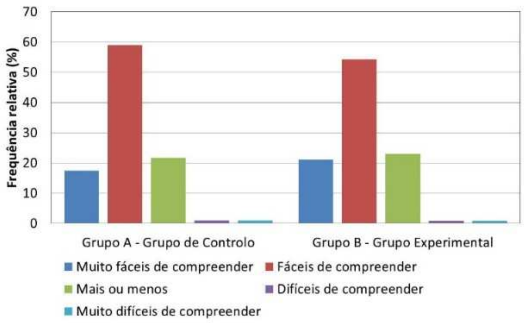



**Gráfico 45** – Barras correspondentes à tabela 75

### *5.8.3 Regresso ao ambiente de investigação*

| Gostarias de voltar ao Planetário? |
|---|
| Sim Não |

Verificam-se 5 não respostas (2,4%) no Grupo de Controlo e 2 não respostas (0,8%) no Grupo Experimental. As diferenças entre grupos não são estatisticamente significativas, de acordo com o teste do Qui-quadrado ($\chi^2_{(1)} = 0{,}720$; $p = 0{,}396$).

| | G. Controlo | | G. Experimental | |
|---|---|---|---|---|
| | Frequência | % | Frequência | % |
| Não | 17 | 8,3 | 16 | 6,3 |
| Sim | 187 | 91,7 | 239 | 93,7 |
| Total | 204 | 100,0 | 255 | 100,0 |

**Tabela 74** - Sobre o regresso ao Planetário

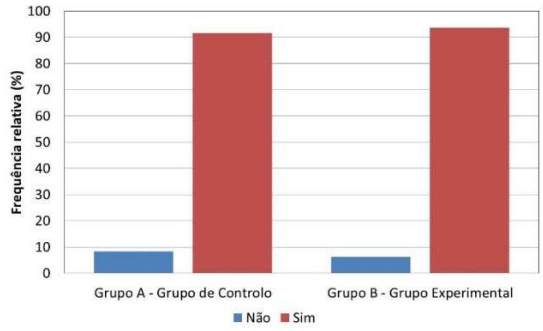



**Gráfico 46** – Barras correspondentes à tabela 76

### *5.8.4 Publicitação da visita realizada*

| Tencionas recomendar esta visita a outras pessoas? |
|---|
| Sim Não |

Verificam-se 2 não respostas (1,0%) no Grupo de Controlo e 1 não resposta (0,4%) no Grupo Experimental. As diferenças entre grupos não são estatisticamente significativas, de acordo com o teste do Qui-quadrado ($\chi^2_{(1)} = 2{,}236$; $p = 0{,}135$).

| | G. Controlo | | G. Experimental | |
|---|---|---|---|---|
| | Frequência | % | Frequência | % |
| Não | 19 | 9,2 | 14 | 5,6 |
| Sim | 188 | 90,8 | 238 | 94,4 |
| Total | 207 | 100,0 | 252 | 100,0 |

**Tabela 75** - Respostas sobre a publicitação

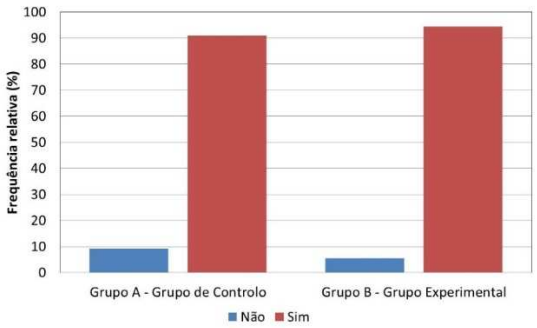



**Gráfico 47** – Barras correspondentes à tabela 77

### *5.8.5 Regresso à mesma sessão*

Gostarias de ver esta sessão novamente para assimilares melhor os conteúdos?

| Sim | Talvez | Não sei | Acho que não | Não há necessidade |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |

Verifica-se 1 não resposta (0,5%) no Grupo de Controlo e 1 não resposta (0,4%) no Grupo Experimental. As diferenças entre grupos são estatisticamente significativas, de acordo com o teste do Qui-quadrado ($\chi^2_{(4)} = 11{,}747$; $p = 0{,}019$).

| | G. Controlo | | G. Experimental | |
|---|---|---|---|---|
| | Frequência | % | Frequência | % |
| 1 | 95 | 45,7 | 149 | 58,2 |
| 2 | 59 | 28,4 | 69 | 27,0 |
| 3 | 27 | 13,0 | 21 | 8,2 |
| 4 | 10 | 4,8 | 4 | 1,6 |
| 5 | 17 | 8,2 | 13 | 5,1 |
| Total | 208 | 100,0 | 256 | 100,0 |

**Tabela 76** - Respostas sobre o regresso à sessão

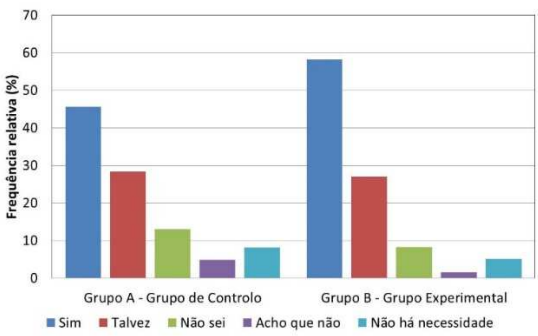



**Gráfico 48** – Barras correspondentes à tabela 78

### *5.8.6 Grau de concordância em relação à compreensão dos temas*

Assinala com um «x», nas colunas de 2 a 6, o teu grau de concordância com os enunciados da coluna 1, cujas frases começam com «Compreendo melhor...»

| | | GRAU DE CONCORDÂNCIA | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Coluna 1 | Coluna 2 | Coluna 3 | Coluna 4 | Coluna 5 | Coluna 6 |
| | **Compreendo melhor...** | **Concordo totalmente** | **Concordo parcialmente** | **Não concordo nem discordo** | **Discordo parcialmente** | **Discordo totalmente** |
| A | ... a formação das fases da Lua | | | | | |
| B | ...a formação das estações do ano | | | | | |
| C | ...a localização dos planetas | | | | | |
| D | ...sobre a eclítica | | | | | |
| E | ...sobre as constelações | | | | | |
| F | ...sobre a atmosfera | | | | | |
| G | ... sobre os eclipses | | | | | |

Os valores indicados nas duas tabelas a seguir reportam-se à escala de medida, sendo: 1, a Coluna 2 (Concordo totalmente); 2, a Coluna 3 (Concordo parcialmente); 3, a Coluna 4 (Não concordo nem discordo); 4, a Coluna 5 (Discordo parcialmente) e 5, a Coluna 6 (Discordo totalmente). As letras de A a G referem-se aos temas descritos na Coluna 1.

| | 1 | | 2 | | 3 | | 4 | | 5 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | **N** | **%** | **N** | **%** | **N** | **%** | **N** | **%** | **N** | **%** |
| A | 85 | 41,7 | 84 | 41,2 | 31 | 15,2% | | | 4 | 2,0% |
| B | 82 | 40,0 | 82 | 40,0 | 34 | 16,6% | 4 | 2,0% | 3 | 1,5% |
| C | 75 | 37,1 | 67 | 33,2 | 48 | 23,8% | 8 | 4,0% | 4 | 2,0% |
| D | 34 | 16,7 | 78 | 38,4 | 65 | 32,0% | 14 | 6,9% | 12 | 5,9% |
| E | 95 | 46,8 | 75 | 36,9 | 25 | 12,3% | 3 | 1,5% | 5 | 2,5% |
| F | 62 | 30,5 | 81 | 39,9 | 45 | 22,2% | 12 | 5,9% | 3 | 1,5% |
| G | 79 | 38,9 | 61 | 30,0 | 44 | 21,7% | 10 | 4,9% | 9 | 4,4% |

**Tabela 77** - Frequências para o GC ao grau de concordância

| | 1 | | 2 | | 3 | | 4 | | 5 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | **N** | **%** | **N** | **%** | **N** | **%** | **N** | **%** | **N** | **%** |
| A | 112 | 43,9% | 117 | 45,9% | 22 | 8,6% | 2 | ,8% | 2 | ,8% |
| B | 131 | 51,8% | 99 | 39,1% | 21 | 8,3% | | | 2 | ,8% |
| C | 114 | 44,9% | 88 | 34,6% | 42 | 16,5% | 6 | 2,4% | 4 | 1,6% |
| D | 80 | 31,4% | 91 | 35,7% | 63 | 24,7% | 17 | 6,7% | 4 | 1,6% |
| E | 125 | 49,2% | 92 | 36,2% | 24 | 9,4% | 4 | 1,6% | 9 | 3,5% |
| F | 97 | 38,0% | 96 | 37,6% | 45 | 17,6% | 12 | 4,7% | 5 | 2,0% |
| G | 129 | 50,6% | 85 | 33,3% | 28 | 11,0% | 7 | 2,7% | 6 | 2,4% |

**Tabela 78** - Frequências para o GE ao grau de concordância

| | | N | Média | Desvio | Teste t | gl | p |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| A | Grupo de Controlo | 204 | 1,79 | ,840 | 1,471 | 45 | 0,142 |
| | Grupo Experimental | 255 | 1,69 | ,729 | | | |
| B | Grupo de Controlo | 205 | 1,85 | ,870 | 3,519 | 45 | ** 0,000 |
| | Grupo Experimental | 253 | 1,59 | ,711 | | | |
| C | Grupo de Controlo | 202 | 2,00 | ,975 | 2,197 | 45 | * 0,029 |
| | Grupo Experimental | 254 | 1,81 | ,904 | | | |
| D | Grupo de Controlo | 203 | 2,47 | 1,040 | 3,741 | 45 | ** 0,000 |
| | Grupo Experimental | 255 | 2,11 | ,980 | | | |
| E | Grupo de Controlo | 203 | 1,76 | ,904 | ,211 | 45 | 0,833 |
| | Grupo Experimental | 254 | 1,74 | ,951 | | | |
| F | Grupo de Controlo | 203 | 2,08 | ,946 | 1,446 | 45 | 0,149 |
| | Grupo Experimental | 255 | 1,95 | ,961 | | | |
| G | Grupo de Controlo | 203 | 2,06 | 1,097 | 3,476 | 45 | ** 0,001 |
| | Grupo Experimental | 255 | 1,73 | ,931 | | | |

* p < 0,05 ** p < 0,01

**Tabela 79** - Cotação do GC e GE para o grau de concordância

O valor de prova é inferior a 5% para "...a formação das estações do ano", "...a localização dos planetas", "...sobre a eclítica" e "... sobre os eclipses", pelo que existem diferenças estatisticamente significativas entre os Grupos Experimental e de Controlo.

O valor de prova é superior a 5% para "... a formação das fases da Lua", "...sobre as constelações" e "...sobre a atmosfera", pelo que não existem diferenças estatisticamente significativas entre os Grupos Experimental e de Controlo.

Globalmente, para a amostra total a compreensão é superior para "...a formação das estações do ano", "... a formação das fases da Lua" e "...sobre as constelações", seguidos de "... sobre os eclipses" e "...a localização dos planetas", de "...sobre a atmosfera" e, finalmente, de "...sobre a eclítica", todos com valor médio inferior ao ponto intermédio da escala de medida.

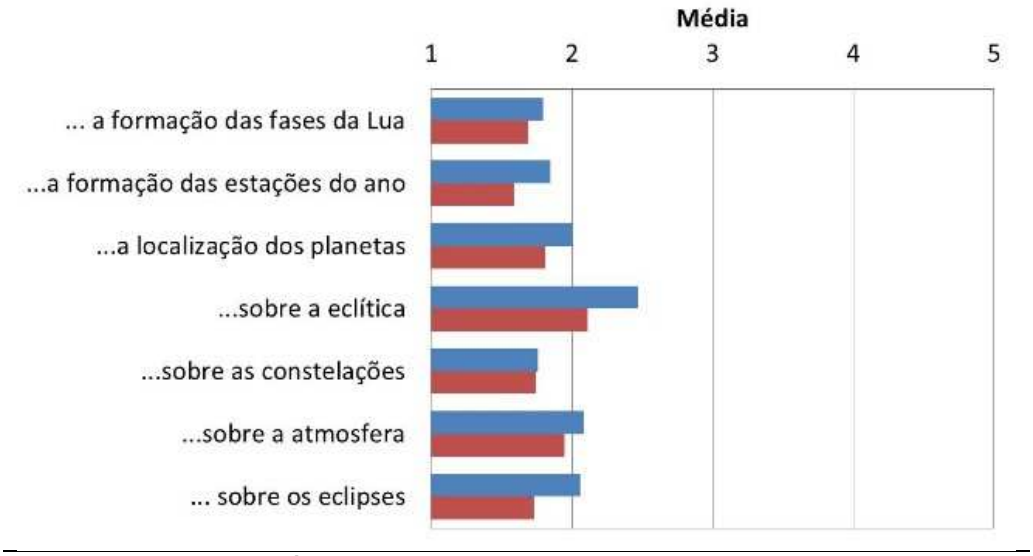



**Gráfico 49** – Barras correspondentes à tabela 81

Para "...a formação das estações do ano", "...a localização dos planetas", "...sobre a eclítica" e "... sobre os eclipses", os valores médios são inferiores para o Grupo Experimental (portanto, a compreensão é superior para este grupo) sendo as diferenças observadas estatisticamente significativas ($p<0,05$). Em relação aos aspetos "... a formação das fases da Lua", "...sobre as constelações" e "...sobre a atmosfera", os valores médios são também inferiores para o Grupo Experimental; no entanto, as diferenças observadas não são estatisticamente significativas ($p>0,05$).

# 6 ANÁLISE DESCRITIVA DA INVESTIGAÇÃO

## 6.1 Cotações obtidas nas questões com conteúdo científico.

Para cada uma das 12 questões juntaram-se as cotações apresentadas no ponto anterior para os pré-testes e pós-testes, sendo agora analisada por grupo de estudo. Nesta análise é conveniente definir os conceitos de ganho absoluto (G) e ganho normalizado (g) dentro dos parâmetros propostos por Hake (1998).

O G é a diferença entre as classificações obtidas pelos alunos no pós-teste e no pré-teste, conforme a equação:

$$G = \overline{M}_{pós} - \overline{M}_{pré}$$

Sendo $\overline{M}_{pós}$ a média do pós-teste e $\overline{M}_{pré}$ a média do pré-teste.

Ainda segundo Hake (1998), o ganho normalizado (g) é a razão do ganho médio real pelo ganho médio máximo possível. Mede a proporção entre o desempenho de um grupo inteiro e a melhoria máxima alcançável e, é expresso matematicamente, conforme a equação a seguir:

$$g = \frac{G\ (\%)}{1 - \overline{M}_{pré}\ (\%)}$$

Sendo G, o ganho absoluto em percentagem e $\overline{M}_{pré}$ a média do pré-teste em percentagem.

### *6.1.1 Para o Grupo de Controlo*

| | Média | S | Coef.V. |
|---|---|---|---|
| Q.01 | 0,5% | 4,9% | 1020% |
| Q.02 | 58,0% | 19,8% | 34% |
| Q.03 | 16,7% | 27,8% | 166% |
| Q.04 | 13,9% | 34,7% | 250% |
| Q.05 | 19,1% | 39,4% | 206% |
| Q.06 | 37,8% | 48,6% | 129% |
| Q.07 | 40,8% | 24,6% | 60% |
| Q.08 | 20,1% | 40,2% | 200% |
| Q.09 | 46,7% | 49,4% | 106% |
| Q.10 | 46,3% | 27,0% | 58% |
| Q.11 | 23,9% | 42,8% | 179% |
| Q.12 | 44,5% | 22,3% | 50% |

**Tabela 80** - Cotação no pré-teste para o GC

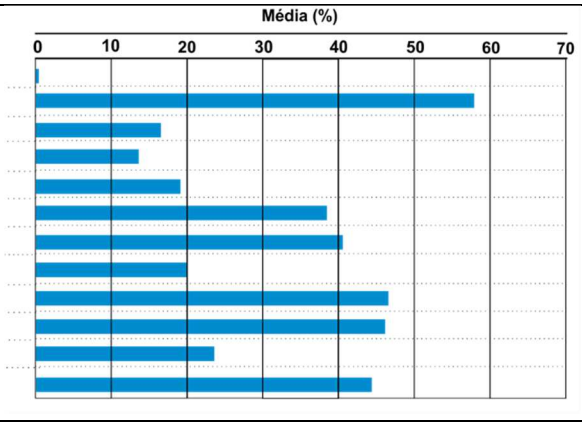



**Gráfico 50** – Barras correspondentes à Tabela 82

| | Média | S | Coef.V. |
|---|---|---|---|
| Q.06 (Q.01 do pré-teste) | 0,7% | 6,0% | 831% |
| Q.07 (Q.02 do pré-teste) | 53,0% | 19,2% | 36% |
| Q.08 (Q.03 do pré-teste) | 19,0% | 31,1% | 164% |
| Q.09 (Q.04 do pré-teste) | 14,8% | 35,6% | 240% |
| Q.02 (Q.05 do pré-teste) | 23,0% | 42,2% | 184% |
| Q.03 (Q.06 do pré-teste) | 38,8% | 48,8% | 126% |
| Q.04 (Q.07 do pré-teste) | 49,8% | 22,7% | 46% |
| Q.05 (Q.08 do pré-teste) | 19,6% | 39,8% | 203% |
| Q.10 (Q.09 do pré-teste) | 49,5% | 50,0% | 101% |
| Q.11 (Q.10 do pré-teste) | 46,4% | 27,9% | 60% |
| Q.12 (Q.11 do pré-teste) | 25,8% | 43,9% | 170% |
| Q.01 (Q.12 do pré-teste) | 55,1% | 16,3% | 30% |

**Tabela 81** - Cotação das respostas no pós-teste para o GC

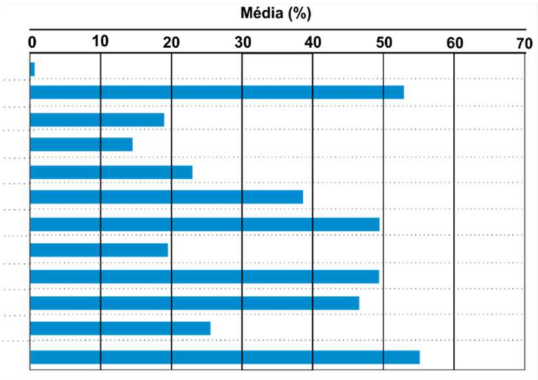



**Gráfico 51** - Barras correspondentes à Tabela 83

Usou-se a estatística descritiva e teste t para amostras emparelhadas.

| | G | Desvio padrão | IC a 95% | | t | gl | p |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | LI | LS | | | |
| Questão 01 | 0,2% | 7,7% | -0,8% | 1,3% | 0,446 | 208 | 0,656 |
| Questão 02 | -5,0% | 20,7% | -7,8% | -2,2% | -3,473 | 208 | ** 0,001 |
| Questão 03 | 2,2% | 30,1% | -1,9% | 6,3% | 1,074 | 208 | 0,284 |
| Questão 04 | 1,0% | 36,7% | -4,0% | 6,0% | 0,377 | 208 | 0,706 |
| Questão 05 | 3,8% | 40,2% | -1,7% | 9,3% | 1,375 | 208 | 0,171 |
| Questão 06 | 1,0% | 58,0% | -7,0% | 8,9% | 0,239 | 208 | 0,812 |
| Questão 07 | 9,0% | 26,7% | 5,4% | 12,6% | 4,877 | 208 | ** 0,000 |
| Questão 08 | -0,5% | 48,5% | -7,1% | 6,1% | -0,143 | 208 | 0,887 |
| Questão 09 | 2,9% | 47,4% | -3,6% | 9,3% | 0,875 | 208 | 0,383 |
| Questão 10 | 0,1% | 31,0% | -4,1% | 4,3% | 0,045 | 208 | 0,964 |
| Questão 11 | 1,9% | 53,7% | -5,4% | 9,2% | 0,515 | 208 | 0,607 |
| Questão 12 | 10,6% | 24,8% | 7,2% | 14,0% | 6,190 | 208 | ** 0,000 |
| | | | | | | | ** p < 0,01 |
| LEGENDA: IC – Intervalo de confiança; LI – Limite inferior; LS – Limite superior; p – Valor de prova; gl – Graus de liberdade. | | | | | | | |
| **Tabela 82** - Cotação das amostras emparelhadas para o GC | | | | | | | |

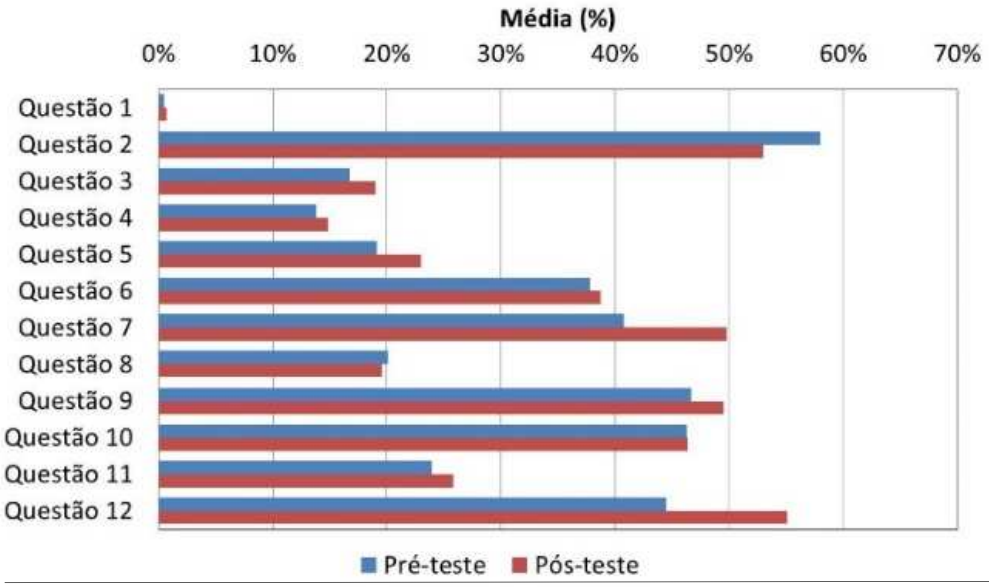



**Gráfico 52** - Comparação entre a cotação das questões no pré e no pós-teste no GC

No grupo de controlo, a cotação média das questões 7 e 12 aumentou do pré-teste para o pós-teste e a cotação média da questão 2 diminuiu do pré-teste para o pós-teste, sendo as diferenças observadas estatisticamente significativas ($p<0,05$).

Na amostra do grupo de controlo, a cotação média das questões 1, 3, 4, 5, 6, 9, 10 e 11 aumentou do pré-teste para o pós-teste, a cotação média da questão 8 diminuiu do pré-teste para o pós-teste, a cotação média da questão 10 praticamente não variou do pré-teste para o pós-teste, mas as diferenças observadas não são estatisticamente significativas ($p>0,05$).

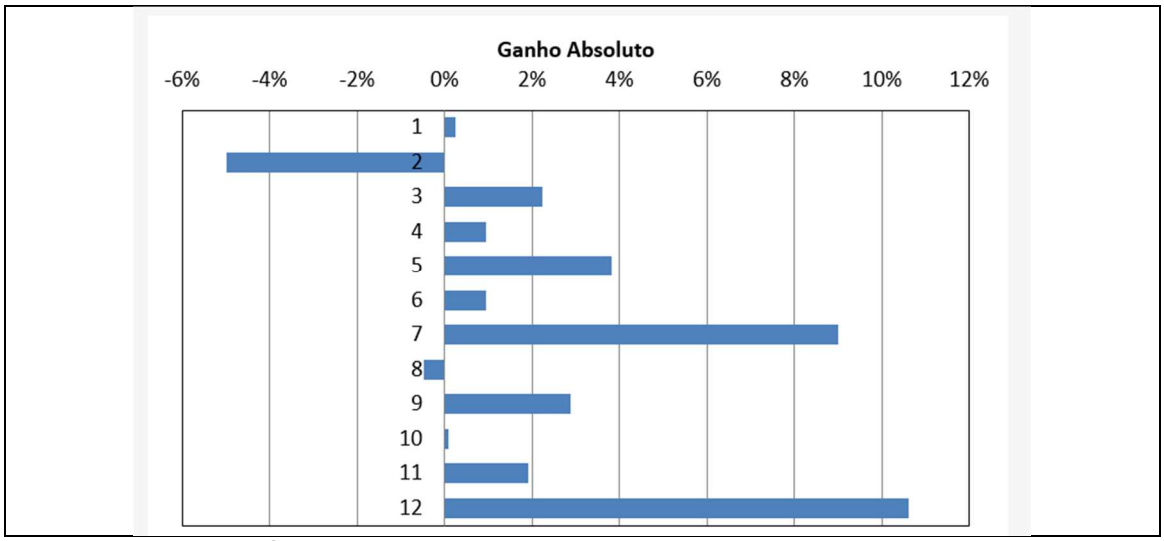



**Gráfico 53** - Ganho do pré-teste para o pós-teste no GC

### *6.1.2 Para o Grupo Experimental*

| | Média | S | Coef.V. |
|---|---|---|---|
| Q.01 | 0,2% | 3,1% | 1603% |
| Q.02 | 52,8% | 18,3% | 35% |
| Q.03 | 19,3% | 32,3% | 167% |
| Q.04 | 15,2% | 35,9% | 237% |
| Q.05 | 25,7% | 43,8% | 170% |
| Q.06 | 41,2% | 49,3% | 120% |
| Q.07 | 43,4% | 25,1% | 58% |
| Q.08 | 25,3% | 43,6% | 172% |
| Q.09 | 49,2% | 49,8% | 101% |
| Q.10 | 46,1% | 29,3% | 64% |
| Q.11 | 24,5% | 43,1% | 176% |
| Q.12 | 45,2% | 20,3% | 45% |

**Tabela 83** - Respostas no pré-teste

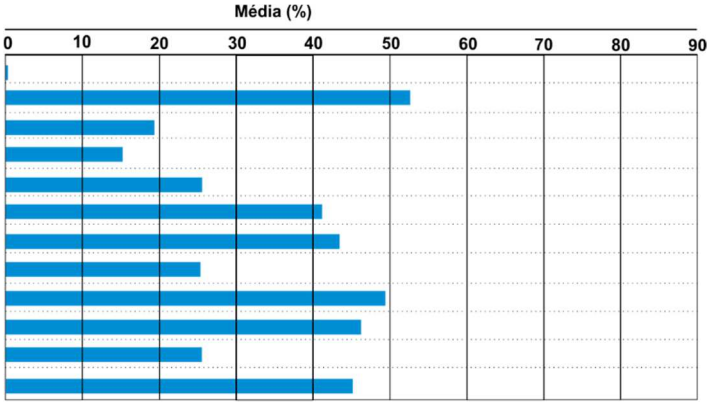



**Gráfico 54** – Barras correspondentes à tabela 85

| Pós | Pré | Média | S | Coef.V. |
|---|---|---|---|---|
| Q.06 ◄► | (Q.01) | 10,5% | 23,5% | 224% |
| Q.07 ◄► | (Q.02) | 67,3% | 21,2% | 31% |
| Q.08 ◄► | (Q.03) | 34,2% | 39,2% | 115% |
| Q.09 ◄► | (Q.04) | 64,6% | 47,9% | 74% |
| Q.02 ◄► | (Q.05) | 55,6% | 49,8% | 89% |
| Q.03 ◄► | (Q.06) | 56,4% | 49,7% | 88% |
| Q.04 ◄► | (Q.07) | 49,2% | 23,3% | 47% |
| Q.05 ◄► | (Q.08) | 64,2% | 48,0% | 75% |
| Q.10 ◄► | (Q.09) | 81,3% | 39,0% | 48% |
| Q.11 ◄► | (Q.10) | 75,6% | 28,5% | 38% |
| Q.12 ◄► | (Q.11) | 74,7% | 43,6% | 58% |
| Q.01 ◄► | (Q.12) | 61,6% | 18,0% | 29% |

**Tabela 84** - Respostas no pós-teste no

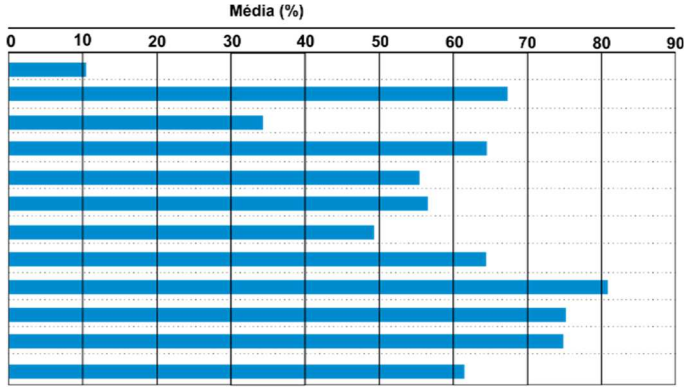



**Gráfico 55** – Barras correspondentes à tabela 86

Estatística descritiva e teste t para amostras emparelhadas.

| | G | Desvio padrão | IC a 95% | | t | gl | p |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | LI | LS | | | |
| Questão 1 | 10,3% | 23,8% | 7,4% | 13,2% | 6,941 | 256 | ** 0,000 |
| Questão 2 | 14,6% | 23,4% | 11,7% | 17,4% | 9,963 | 256 | ** 0,000 |
| Questão 3 | 14,9% | 36,8% | 10,4% | 19,4% | 6,503 | 256 | ** 0,000 |
| Questão 4 | 49,4% | 50,9% | 43,2% | 55,7% | 15,574 | 256 | ** 0,000 |
| Questão 5 | 30,0% | 62,5% | 22,3% | 37,6% | 7,688 | 256 | ** 0,000 |
| Questão 6 | 15,2% | 60,3% | 7,8% | 22,6% | 4,034 | 256 | ** 0,000 |
| Questão 7 | 5,8% | 25,5% | 2,6% | 8,9% | 3,618 | 256 | ** 0,000 |
| Questão 8 | 38,9% | 60,9% | 31,4% | 46,4% | 10,235 | 256 | ** 0,000 |
| Questão 9 | 32,1% | 54,9% | 25,4% | 38,9% | 9,367 | 256 | ** 0,000 |
| Questão 10 | 29,4% | 39,7% | 24,5% | 34,3% | 11,871 | 256 | ** 0,000 |
| Questão 11 | 50,2% | 56,7% | 43,2% | 57,2% | 14,196 | 256 | ** 0,000 |
| Questão 12 | 16,4% | 27,4% | 13,1% | 19,8% | 9,594 | 256 | ** 0,000 |

IC – Intervalo de confiança; LI – Limite inferior; LS – Limite superior; p – Valor de prova; gl – Graus de liberdade ** p < 0,01

**Tabela 85** - Cotação das amostras emparelhadas para o GE

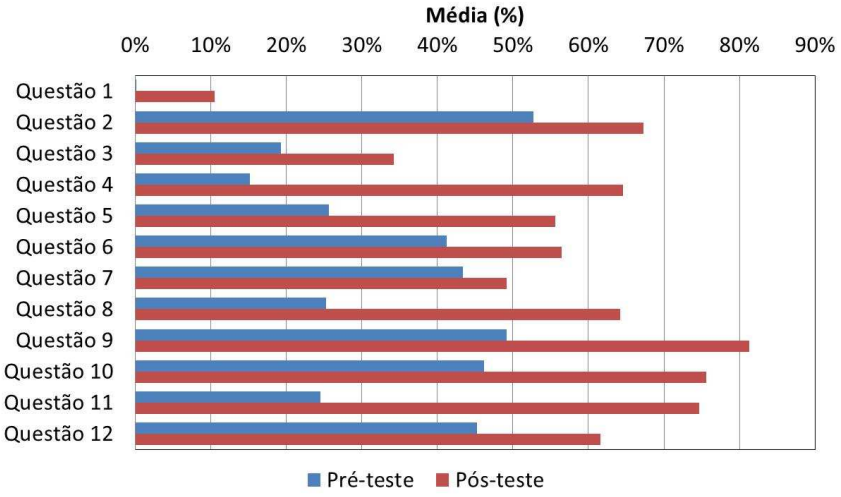



**Gráfico 56** - Comparação entre a cotação das questões no pré e no pós-teste no GE

No grupo experimental, a cotação média de todas as questões aumentou do pré-teste para o pós-teste, sendo as diferenças observadas estatisticamente significativas ($p<0,05$).

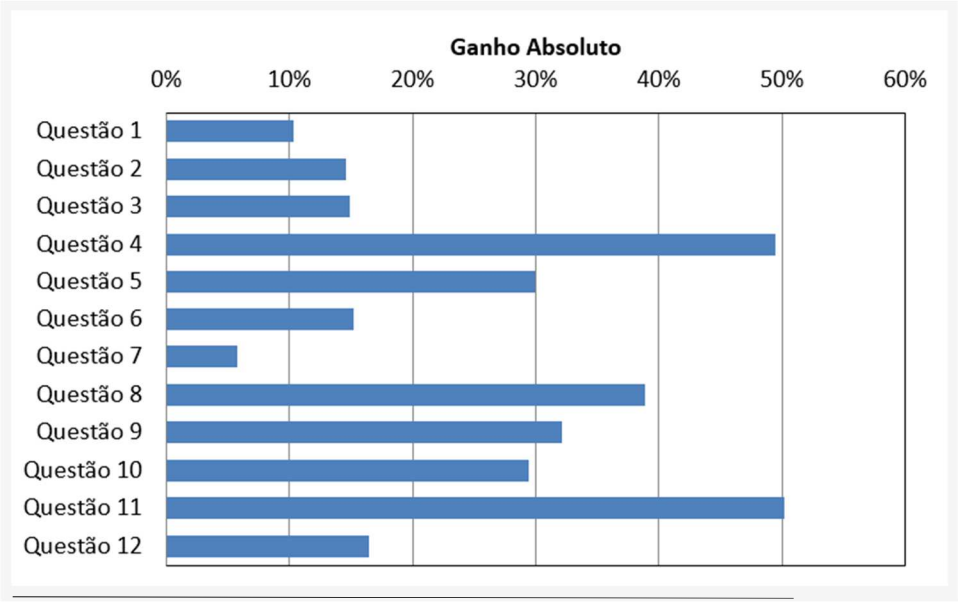



**Gráfico 57** - Ganho do pré-teste para o pós-teste no GE

### *6.1.3 Comparação dos valores médios das classificações totais do pré-teste e do pós-teste para o conjunto global dos alunos envolvidos*

Para avaliar as diferenças entre os resultados do pré-teste e do pós-teste para os 466 alunos envolvidos neste trabalho, que correspondem a duas apreciações em

momentos diferentes, utiliza-se o teste t para amostras emparelhadas, com os resultados que de seguida se expõem.

Em primeiro lugar, apresentam-se os valores da média e do desvio-padrão para os resultados do pré-teste e do pós-teste.

| | N | Média | Desvio-padrão |
|---|---|---|---|
| Pré-teste | 466 | 31,6% | 12,6% |
| Pós-teste | 466 | 46,7% | 18,9% |

**Tabela 86** - Valores da média e do desvio-padrão dos resultados

De seguida apresentam-se os resultados do teste t para amostras emparelhadas, para analisar se estas diferenças são ou não estatisticamente significativas.

Estatística descritiva e teste t para amostras emparelhadas, sendo: IC, o intervalo de confiança; LI, o limite inferior; o LS, o limite superior; valor de prova – p ou significância; gl, o grau de liberdade, distribuídos no quadro a seguir.

| G | Desvio padrão | IC a 95% | | t | gl | p |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | LI | LS | | | |
| 15,1% | 19,6% | 13,3% | 16,9% | 16,645 | 465 | ** 0,000 |

** p < 0,01

**Tabela 87** - Comparação entre os resultados do pré-teste e do pós-teste

O valor de prova do teste t para amostras emparelhadas é inferior a 5%, rejeita-se a hipótese nula, ou seja, há diferenças estatisticamente significativas entre os resultados globais do pré-teste e os resultados do pós-teste.

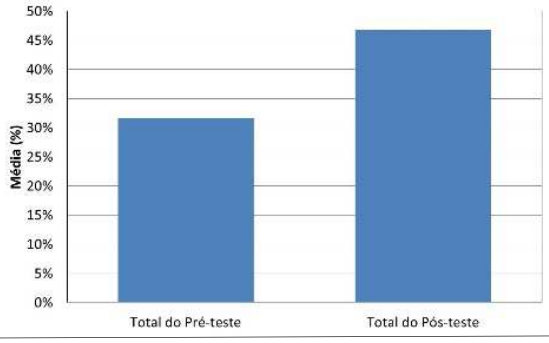



**Gráfico 58** - Comparação entre os resultados do pré-teste e do pós-teste

Em média, verifica-se um aumento do valor dos resultados do pré-teste (M=31,6%) para os resultados do pós-teste (M=46,7%), portanto um ganho de G=15,1%, sendo as diferenças observadas estatisticamente significativas ($t_{465}$=16,645, p < 0,001).

Assim, globalmente podemos concluir que os resultados do pós-teste são significativamente melhores que os resultados do pré-teste.

## 6.2. Comparação dos resultados médios do pré e do pós-teste nos GE e GC

Para avaliar as diferenças entre os resultados do pré-teste e do pós-teste em cada um dos grupos em estudo, utiliza-se novamente o teste t para amostras emparelhadas.

| | | N | Média | Desvio padrão |
|---|---|---|---|---|
| Grupo de Controlo | Total do pré-teste | 209 | 30,7% | 11,3% |
| | Total do pós-teste | 209 | 33,0% | 11,7% |
| Grupo Experimental | Total do pré-teste | 257 | 32,3% | 13,5% |
| | Total do pós-teste | 257 | 57,9% | 16,0% |

**Tabela 88** - Resultados do pré-teste e do pós-teste nos GC e GE

Gráfico de médias: comparação dos resultados do pré-teste com os resultados do pós-teste, nos Grupos Experimental e de Controlo

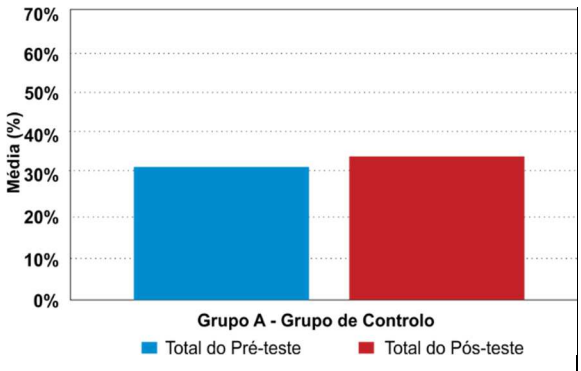



**Gráfico 59** - Resultados entre o pré-pós no GC

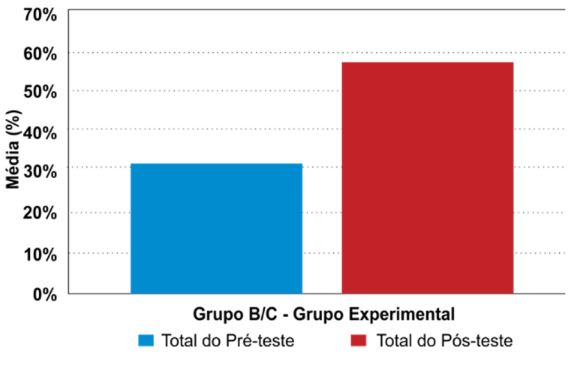



**Gráfico 60** - Resultados entre o pré-pós no GE

No Grupo de Controlo, verifica-se um aumento médio dos resultados do pré-teste (M=30,7%) para os resultados do pós-teste (M=33,0%), portanto, um ganho

absoluto de 2,3%, sendo as diferenças observadas estatisticamente significativas ($t_{208}$=2,951, p=0,004).

No Grupo Experimental, verifica-se um aumento médio dos resultados do pré-teste (M=32,3%) para os resultados do pós-teste (M=57,9%), portanto, um ganho absoluto de 25,6%, sendo as diferenças observadas estatisticamente significativas ($t_{256}$=21,802, p<0,001).

Assim, globalmente podemos concluir que os resultados do pós-teste são significativamente melhores que os resultados do pré-teste, tanto para o Grupo de Controlo como para o Grupo Experimental.

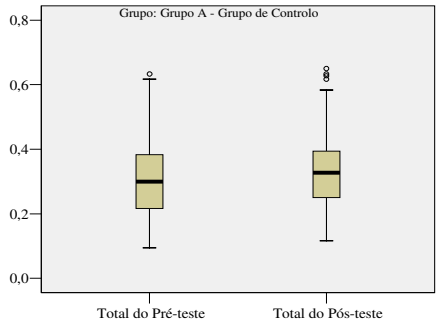



**Gráfico 61** - Comparação entre pré e pós do GC

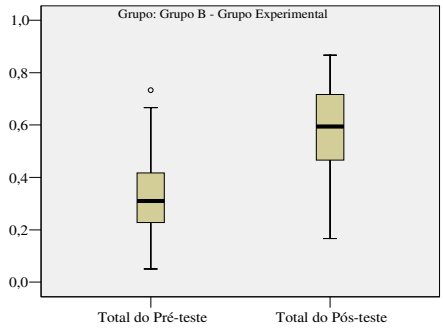



**Gráfico 62** - Comparação entre pré e pós do GE

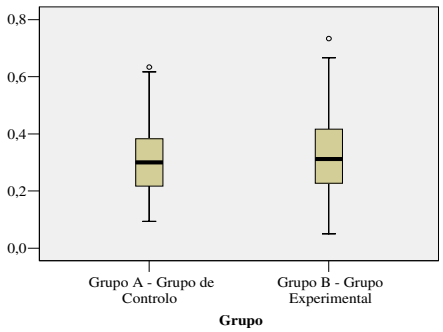



**Gráfico 63** - Comparação dos pré-testes

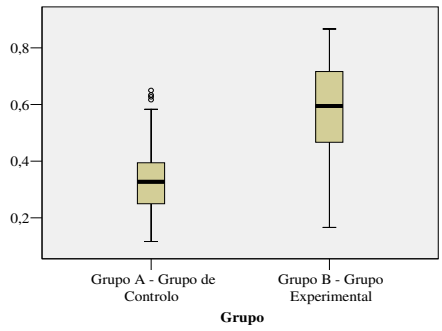



**Gráfico 64** - Comparação dos pós-testes

Estatística descritiva e teste t para amostras emparelhadas.

O valor de prova é inferior a 5% para ambos os grupos; conclui-se que existem diferenças estatisticamente significativas entre os resultados do pré-teste e os resultados do pós-teste.

| | G | Desvio padrão | IC a 95% | | t | gl | p |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | LI | LS | | | |
| GC pós-pré | 2,3% | 11,1% | 0,8% | 3,8% | 2,951 | 208 | ** 0,004 |
| GE pós-pré | 25,6% | 18,8% | 23,3% | 27,9% | 21,802 | 256 | ** 0,000 |

** p < 0,01

LEGENDA: IC – Intervalo de confiança; LI – Limite inferior; LS – Limite superior; p – Valor de prova; gl – Graus de liberdade

**Tabela 89** - Teste t para amostras emparelhadas

Estatística descritiva e teste t: Comparação dos ganhos absolutos dos grupos Experimental e de Controlo

| | | N | G | Desvio | Teste t | gl | p |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Ganho Absoluto | Grupo de Controlo | 209 | 2,3% | 11,1% | -15,805 | 464 | ** 0,000 |
| | Grupo Experimental | 257 | 25,6% | 18,8% | | | |

** p < 0,01

**Tabela 90** - Ganho absoluto

O valor de prova é inferior a 5%; conclui-se que existem diferenças estatisticamente significativas entre os ganhos dos Grupos Experimental e de Controlo.

Gráfico de médias: comparação dos ganhos absolutos dos grupos Experimental e de Controlo.

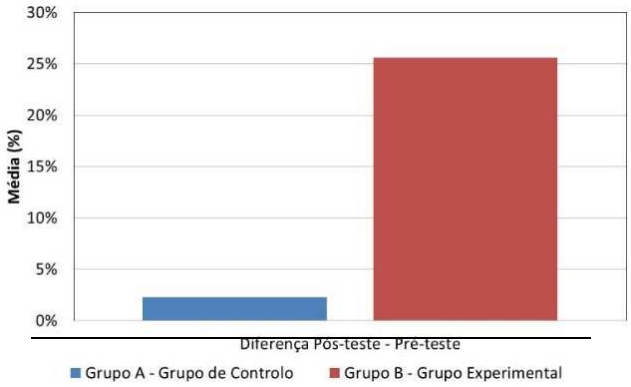



**Gráfico 65** - Comparação do ganho absoluto entre GC e GE

O valor médio do ganho absoluto é superior para o Grupo Experimental (G=25,6%) e inferior para o Grupo de Controlo (G=2,3%), sendo as diferenças observadas entre os dois grupos estatisticamente significativas ($t_{464}$=-15,805, p<0,001).

Portanto, globalmente podemos concluir que o aumento dos resultados do pré-teste para o pós-teste é significativamente superior para o Grupo Experimental em comparação com o Grupo de Controlo.

### *6.2.1 Comparação dos Ganhos normalizados*

Estatística descritiva e teste t: comparação do ganho normalizado, nos Grupos Experimental e de Controlo

| | | N | Média | Desvio | Teste t | gl | p |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Ganho normalizado | Grupo de Controlo | 209 | 2,0% | 17,6% | -15,158 | 464 | ** 0,000 |
| | Grupo Experimental | 257 | 35,7% | 28,0% | | | |

** p < 0,01

**Tabela 91** - Ganho normalizado entre os GC e GE

O valor de prova é inferior a 5%; conclui-se que existem diferenças estatisticamente significativas entre os Grupos Experimental e de Controlo.

Gráfico de médias: comparação do ganho normalizado, nos Grupos Experimental e de Controlo

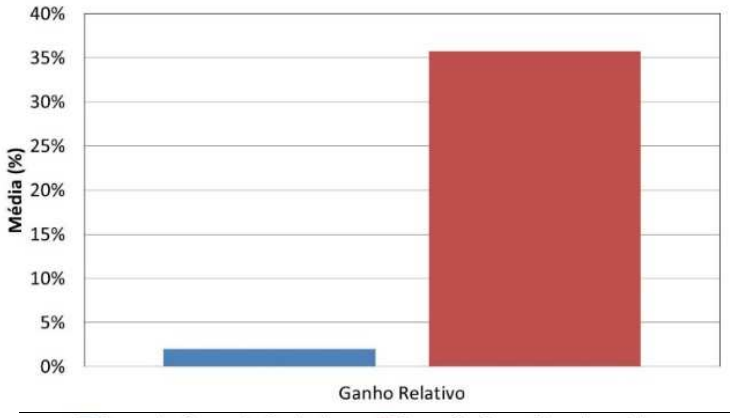



**Gráfico 66** - Comparação do ganho normalizado entre GC e GE

O valor médio do ganho normalizado entre os resultados do pós-teste e do pré-teste é superior para o Grupo Experimental (g=35,7%) e inferior para o Grupo de Controlo (g=2,0%), sendo as diferenças observadas estatisticamente significativas ($t_{464}$=-15,158, p<0,001).

Portanto, globalmente podemos concluir que o ganho normalizado é significativamente superior para o Grupo Experimental em comparação com o Grupo de Controlo.

## 6.3 Comparação dos resultados do pré-pós-teste nos GE e GC para cada escola

Terminada a análise de conjunto e uma vez que os procedimentos foram involuntariamente diferentes para cada uma das escolas faz-se uma análise por escola.

Para a escola 1 serão feitas comparações individuais, entre o Grupo de Controlo A e o Grupo Experimental B e entre o mesmo controlo e o Grupo Experimental C. Portanto, serão realizadas 6 análises separadas (duas para a Escola 1 e uma para cada uma das Escolas 2 a 5). Para cada um dos seis conjuntos experimental e controlo organizados nas cinco escolas analisaram-se as diferenças entre os resultados do pré-teste e do pós-teste, utilizando novamente o teste t para amostras emparelhadas.

O Gráfico 66 e a Tabela 94, a seguir, resumem os resultados estatísticos para os grupos a comparar

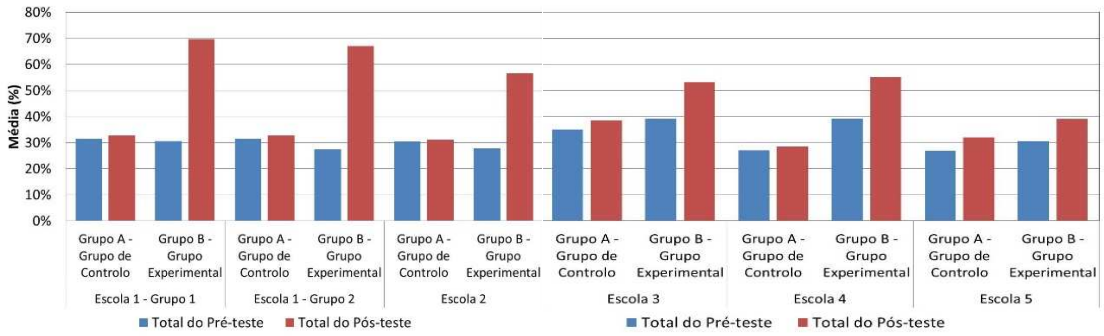



**Gráfico 67** - Comparação do pré e pós-teste no GE e GC em cada escola

| | | | N | Média | Desvio padrão |
|---|---|---|---|---|---|
| Escola 1 - Grupo 1 | Grupo de Controlo A | Total do pré-teste | 48 | 31,5% | 10,5% |
| | | Total do pós-teste | 48 | 32,8% | 10,6% |
| | Grupo Experimental B | Total do pré-teste | 46 | 30,7% | 12,4% |
| | | Total do pós-teste | 46 | 69,7% | 12,5% |
| Escola 1 - Grupo 2 | Grupo de Controlo A | Total do pré-teste | 48 | 31,5% | 10,5% |
| | | Total do pós-teste | 48 | 32,8% | 10,6% |
| | Grupo Experimental C | Total do pré-teste | 46 | 27,4% | 11,3% |
| | | Total do pós-teste | 46 | 67,1% | 12,6% |
| Escola 2 | Grupo de Controlo | Total do pré-teste | 46 | 30,3% | 14,3% |
| | | Total do pós-teste | 46 | 31,2% | 13,5% |
| | Grupo Experimental | Total do pré-teste | 50 | 27,7% | 13,0% |
| | | Total do pós-teste | 50 | 56,5% | 14,1% |
| Escola 3 | Grupo de Controlo | Total do pré-teste | 50 | 35,0% | 10,6% |
| | | Total do pós-teste | 50 | 38,5% | 11,1% |
| | Grupo Experimental | Total do pré-teste | 49 | 39,3% | 14,6% |
| | | Total do pós-teste | 49 | 53,3% | 15,6% |
| Escola 4 | Grupo de Controlo | Total do pré-teste | 35 | 27,1% | 7,8% |
| | | Total do pós-teste | 35 | 28,5% | 10,6% |
| | Grupo Experimental | Total do pré-teste | 36 | 39,2% | 13,3% |
| | | Total do pós-teste | 36 | 55,2% | 10,7% |
| Escola 5 | Grupo de Controlo | Total do pré-teste | 30 | 26,8% | 9,9% |
| | | Total do pós-teste | 30 | 32,0% | 9,7% |
| | Grupo Experimental | Total do pré-teste | 30 | 30,7% | 9,4% |
| | | Total do pós-teste | 30 | 39,1% | 11,1% |

**Tabela 92** - Resultados do pré e do pós-teste no GE e GC em cada escola

A Tabela a seguir mostra os resultados da aplicação do teste t para amostras emparelhadas, sendo IC, intervalo de confiança; LI, limite inferior; LS, limite superior; p, valor; gl, grau de liberdade, na tabela a seguir:

| | | | Ganho | Desvio padrão | IC a 95% | | t | gl | p |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | LI | LS | | | |
| Escola 1 | GC A | pós - pré-teste | 1,3% | 10,0% | -1,6% | 4,2% | 0,886 | 47 | 0,380 |
| - Grupo 1 | GE B | pós - pré-teste | 39,0% | 17,9% | 33,7% | 44,3% | 14,81 | 45 | ** 0,000 |
| Escola 1 | GC A | pós - pré-teste | 1,3% | 10,0% | -1,6% | 4,2% | 0,886 | 47 | 0,380 |
| - Grupo 2 | GE C | pós - pré-teste | 39,7% | 13,2% | 35,8% | 43,6% | 20,41 | 45 | ** 0,000 |
| Escola 2 | GC | pós - pré-teste | 0,9% | 11,2% | -2,5% | 4,2% | 0,521 | 45 | 0,605 |
| | GE | pós - pré-teste | 28,8% | 13,5% | 25,0% | 32,7% | 15,09 | 49 | ** 0,000 |
| Escola 3 | GC | pós - pré-teste | 3,5% | 11,7% | 0,1% | 6,8% | 2,098 | 49 | * 0,041 |
| | GE | pós - pré-teste | 14,0% | 16,8% | 9,2% | 18,8% | 5,856 | 48 | ** 0,000 |
| Escola 4 | GC | pós - pré-teste | 1,3% | 11,6% | -2,7% | 5,3% | 0,679 | 34 | 0,502 |
| | GE | pós - pré-teste | 16,0% | 11,3% | 12,1% | 19,8% | 8,491 | 35 | ** 0,000 |
| Escola 5 | GC | pós - pré-teste | 5,1% | 11,1% | 1,0% | 9,3% | 2,520 | 29 | * 0,018 |
| | GE | pós - pré-teste | 8,4% | 12,9% | 3,6% | 13,2% | 3,576 | 29 | ** 0,001 |

* p< 0,05 ** p< 0,01

**Tabela 93** - Comparação entre os ganhos do pré-pós-teste no GE e GC

O valor de prova é inferior a 5% para os Grupos Experimentais em todas as Escolas e para os Grupos de Controlo na Escola 3 e na Escola 5; conclui-se que

nestes casos existem diferenças estatisticamente significativas entre os resultados do pré-teste e os resultados do pós-teste.

O valor de prova é superior a 5% para os Grupos de Controlo na Escola 1, na Escola 2 e na Escola 4; não existem diferenças estatisticamente significativas entre os resultados do pré-teste e os resultados do pós-teste.

- Para a Escola 1 – Grupo 1:

No Grupo de Controlo, verifica-se um aumento médio dos resultados do pré-teste (M=31,5%) para os resultados do pós-teste (M=32,8%), portanto, um ganho G=1,3%, mas as diferenças observadas não são estatisticamente significativas ($t_{47}$=0,886, p=0,380). No Grupo Experimental, verifica-se um aumento médio dos resultados do pré-teste (M=30,7%) para os resultados do pós-teste (M=69,7%), portanto, um ganho G=39,0%, sendo as diferenças observadas estatisticamente significativas ($t_{45}$=14,818, p<0,001).

Pode-se concluir que os resultados do pós-teste são significativamente melhores que os resultados do pré-teste para o Grupo Experimental, mas não podemos concluir que os resultados do pós-teste sejam significativamente diferentes dos resultados do pré-teste para o Grupo de Controlo.

- Para a Escola 1 – Grupo 2:

No Grupo de Controlo, verifica-se um aumento médio dos resultados do pré-teste (M=31,5%) para os resultados do pós-teste (M=32,8%), portanto, um ganho G=1,3%, mas as diferenças observadas não são estatisticamente significativas ($t_{47}$=0,886, p=0,380). No Grupo Experimental, verifica-se um aumento médio dos resultados do pré-teste (M=27,4%) para os resultados do pós-teste (M=67,1%), portanto, um ganho G=39,7%, sendo as diferenças observadas estatisticamente significativas ($t_{45}$=20,410, p<0,001).

Pode-se concluir que os resultados do pós-teste são significativamente melhores que os resultados do pré-teste para o Grupo Experimental, mas não

podemos concluir que os resultados do pós-teste sejam significativamente diferentes dos resultados do pré-teste para o Grupo de Controlo.

- Para a Escola 2:

No Grupo de Controlo, verifica-se um aumento médio dos resultados do pré-teste (M=30,3%) para os resultados do pós-teste (M=31,2%), portanto, um ganho G=0,9%, mas as diferenças observadas não são estatisticamente significativas ($t_{45}$=0,521, p=0,605). No Grupo Experimental, verifica-se um aumento médio dos resultados do pré-teste (M=27,7%) para os resultados do pós-teste (M=56,5%), portanto, um ganho G=28,8%, sendo as diferenças observadas estatisticamente significativas ($t_{49}$=15,097, p<0,001).

Pode-se concluir que os resultados do pós-teste são significativamente melhores que os resultados do pré-teste para o Grupo Experimental, mas não podemos concluir que os resultados do pós-teste sejam significativamente diferentes dos resultados do pré-teste para o Grupo de Controlo.

- Para a Escola 3:

No Grupo de Controlo, verifica-se um aumento médio dos resultados do pré-teste (M=35,0%) para os resultados do pós-teste (M=38,5%), portanto, um ganho G=3,5%, sendo as diferenças observadas estatisticamente significativas ($t_{49}$=2,098, p=0,041). No Grupo Experimental, verifica-se um aumento médio dos resultados do pré-teste (M=39,3%) para os resultados do pós-teste (M=53,3%), portanto, um ganho G=14,0%, sendo as diferenças observadas estatisticamente significativas ($t_{48}$=5,856, p<0,001).

Pode-se concluir que os resultados do pós-teste são significativamente melhores que os resultados do pré-teste, tanto para o Grupo de Controlo como para o Grupo Experimental.

- Para a Escola 4:

No Grupo de Controlo, verifica-se um aumento médio dos resultados do pré-teste (M=27,1%) para os resultados do pós-teste (M=28,5%), portanto, um ganho G=1,3%, mas as diferenças observadas não são estatisticamente significativas ($t_{34}$=0,679, p=0,502). No Grupo Experimental, verifica-se um aumento médio dos resultados do pré-teste (M=39,2%) para os resultados do pós-teste (M=55,2%), portanto, um ganho G=16,0%, sendo as diferenças observadas estatisticamente significativas ($t_{35}$=8,491, p<0,001).

Pode-se concluir que os resultados do pós-teste são significativamente melhores que os resultados do pré-teste para o Grupo Experimental, mas não podemos concluir que os resultados do pós-teste sejam significativamente diferentes dos resultados do pré-teste para o Grupo de Controlo.

- Para a Escola 5:

No Grupo de Controlo, verifica-se um aumento médio dos resultados do pré-teste (M=26,8%) para os resultados do pós-teste (M=32,0%), portanto, um ganho G=5,1%, sendo as diferenças observadas estatisticamente significativas ($t_{29}$=2,520, p=0,018). No Grupo Experimental, verifica-se um aumento médio dos resultados do pré-teste (M=30,7%) para os resultados do pós-teste (M=39,1%), portanto, um ganho G=8,4%, sendo as diferenças observadas estatisticamente significativas ($t_{29}$=3,576, p<0,001).

Pode-se concluir que os resultados do pós-teste são significativamente melhores que os resultados do pré-teste, tanto para o Grupo de Controlo como para o Grupo Experimental.

### *6.3.1 Diferenças entre os ganhos para cada escola*

Para verificar se, em cada escola, as diferenças são significativamente superiores no Grupo Experimental em comparação com o Grupo de Controlo. Apresenta-se na Tabela 99 os valores da estatística descritiva e teste t.

| | | | N | G | Desvio | Teste t | gl | p |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Escola 1 | Ganho pós-teste | GC | 48 | 1,3% | 10,0% | -12,705 | 92 | ** 0,000 |
| - Grupo 1 | - pré-teste | GE | 46 | 39,0% | 17,9% | | | |
| Escola 1 | Ganho pós-teste | GC | 48 | 1,3% | 10,0% | -15,946 | 92 | ** 0,000 |
| - Grupo 2 | - pré-teste | GE | 46 | 39,7% | 13,2% | | | |
| Escola 2 | Ganho pós-teste | GC | 46 | 0,9% | 11,2% | -10,971 | 94 | ** 0,000 |
| | - pré-teste | GE | 50 | 28,8% | 13,5% | | | |
| Escola 3 | Ganho pós-teste | GC | 50 | 3,5% | 11,7% | -3,640 | 97 | ** 0,000 |
| | - pré-teste | GE | 49 | 14,0% | 16,8% | | | |
| Escola 4 | Diferença pós-teste | GC | 35 | 1,3% | 11,6% | -5,380 | 69 | ** 0,000 |
| | - pré-teste | GE | 36 | 16,0% | 11,3% | | | |
| Escola 5 | Diferença pós-teste | GC | 30 | 5,1% | 11,1% | -1,058 | 58 | 0,295 |
| | - pré-teste | GE | 30 | 8,4% | 12,9% | | | |

** p < 0,01

**Tabela 94** – Valores do ganho para cada escola

O valor de prova é inferior a 5% para a Escola 1 – Grupo 1, Escola 1 – Grupo 2, Escola 2, Escola 3 e Escola 4; conclui-se que existem diferenças estatisticamente significativas entre os ganhos dos Grupos Experimental e de Controlo.

O valor de prova é superior a 5% para a Escola 5, pelo que não existem diferenças estatisticamente significativas entre ganhos dos Grupos Experimental e de Controlo.

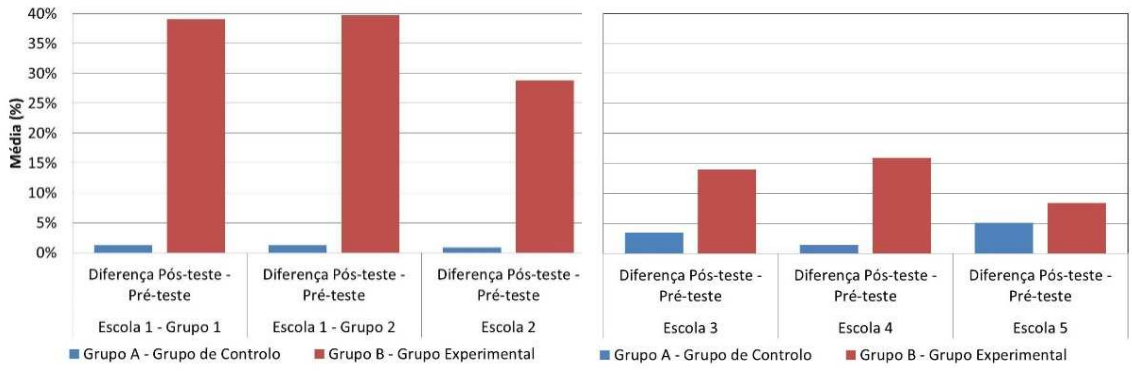



**Gráfico 68** - Diferenças entre os resultados do pré e do pós-teste para cada escola

### *6.3.2 Diferenças entre escolas em relação aos ganhos nos GC*

Usou-se a Estatística descritiva e teste ANOVA: comparação dos ganhos G nos Grupos de Controlo, entre escolas.

| | N | G | Desvio | F | p |
|---|---|---|---|---|---|
| E.1 - G.1 | 48 | 1,3% | 10,0% | 0,874 | 0,499 |
| E.1 - G.2 | 48 | 1,3% | 10,0% | | |
| E.2 | 46 | 0,9% | 11,2% | | |
| E.3 | 50 | 3,5% | 11,7% | | |
| E.4 | 35 | 1,3% | 11,6% | | |
| E.5 | 30 | 5,1% | 11,1% | | |

**Tabela 95** – Ganhos G no GC

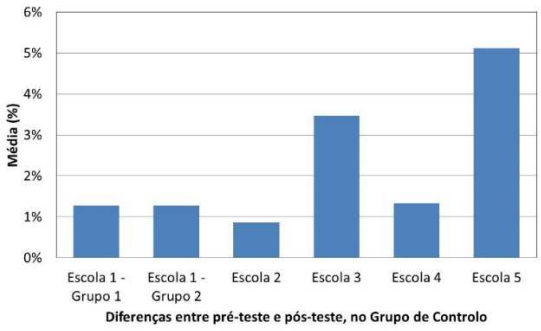



**Gráfico 69** – Barras correspondentes à tabela 97

No Grupo de Controlo, o valor médio da diferença entre os resultados do pós-teste e do pré-teste é superior para a Escola 5 (G=5,1%), seguida da Escola 3 (G=3,5%), depois da Escola 1 – Grupo 1 (G=1,3%), Escola 1 – Grupo 2 (G=1,3%) e Escola 4 (G=1,3%) e, finalmente, da Escola 2 (G=0,9%), mas as diferenças observadas não são estatisticamente significativas ($F_{5,251}$=0,874, p=0,499). Portanto, no Grupo de Controlo, o aumento dos resultados do pré-teste para o pós-teste não apresenta diferenças significativas entre escolas.

### *6.3.3 Diferenças entre escolas em relação aos ganhos nos GE*

Estatística descritiva e teste ANOVA: comparação das diferenças entre os resultados do pré-teste e os resultados do pós-teste, no Grupo Experimental, entre escolas.

| | | N | G | Desvio padrão | F | p | Tukey |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Diferença | E1 - Grupo 1 | 46 | 39,0% | 17,9% | 34,279 | ** 0,000 | E1-1, E1-2> |
| pós-teste - pré-teste | E1 - Grupo 2 | 46 | 39,7% | 13,2% | | | >E2> |
| | E2 | 50 | 28,8% | 13,5% | | | >E3,E4,E5 |
| | E3 | 49 | 14,0% | 16,8% | | | |
| | E4 | 36 | 16,0% | 11,3% | | | |
| | E5 | 30 | 8,4% | 12,9% | | | |

** p < 0,01

**Tabela 96** - Diferença pós e pré-teste no GE

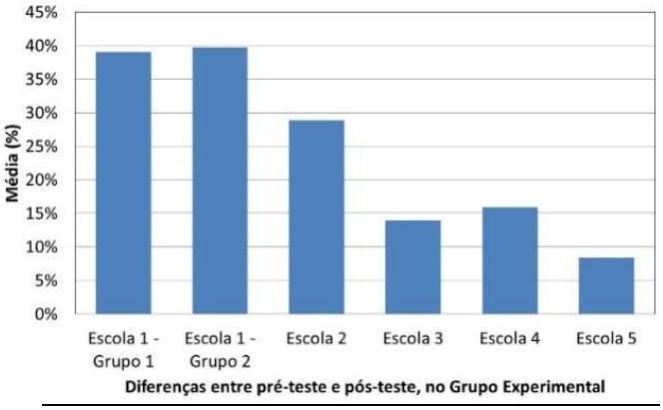



**Gráfico 70** - Diferença pós e pré-teste no GE

No Grupo Experimental, o valor médio da diferença entre os resultados do pós-teste e do pré-teste é superior para a Escola 1 – Grupo 2 (G=39,7%) e Escola 1 – Grupo 1 (G=39,0%), seguidas da Escola 2 (G=28,8%), depois da Escola 4 (G=16,0%) e da Escola 3 (G=14,0%) e, finalmente, da Escola 5 (G=8,4%), sendo as diferenças observadas estatisticamente significativas ($F_{5,251}$=34,279, p<0,001). De acordo com o teste post-hoc de Tukey, pode ainda acrescentar-se que as diferenças são significativamente superiores para a Escola 1 – Grupo 2 e Escola 1 – Grupo 1, seguidas da Escola 2, e depois das restantes escolas.

Portanto, no Grupo Experimental, pode-se concluir que o aumento dos resultados do pré-teste para o pós-teste é significativamente superior para a Escola 1 (Grupo 1 e 2), seguida da Escola 2, e inferior para as restantes escolas (Escolas 3, 4 e 5).

## 6.4 Comparação dos resultados por procedimentos

Comparação dos resultados do pré e do pós-teste nos GE e GC por procedimentos diferenciados durante a recolha de dados.

- Procedimento "a"

Para as Escolas 1 e 2, a análise é feita em conjunto; para estas duas escolas o procedimento consistiu no seguinte: pré-teste no Planetário, sessão no Planetário,

logo de seguida pós-teste no Planetário (acompanhados pelo investigador e sem tempo para que os alunos pudessem consultar quaisquer manuais).

- Procedimento "b"

Para as Escolas 3 e 4, a análise é feita em conjunto; o procedimento foi o seguinte: pré-teste uma semana antes, sessão no Planetário, pós-teste uma semana depois (acompanhados pelo investigador, mas foi possível que entretanto algumas informações fossem esquecidas ou os alunos pudessem pesquisar as respostas).

- Procedimento "c"

Para a Escola 5, o procedimento foi o seguinte: pré-teste uma semana antes, sessão no Planetário, pós-teste uma semana depois (sem participação do investigador, os professores não deram importância ao "protocolo de intenções" enviado a todas as escolas; houve tempo para algum esquecimento ou para que os alunos pudessem realizar consultas aos manuais).

Para avaliar as diferenças entre os resultados do pré-teste e do pós-teste, nos três tipos de procedimentos, entre os dois grupos em estudo, utiliza-se novamente o teste t para amostras emparelhadas.

| PROCEDIMENTOS | | | N | Média | Desvio padrão |
|---|---|---|---|---|---|
| a) Teste imediatamente antes e após Alunos | GC | Total do pré-teste | 94 | 30,9% | 12,5% |
| o experimento, acompanhado pelo investigador e | | Total do pós-teste | 94 | 32,0% | 12,0% |
| sem consultas a manuais. Protocolo de intenções | GE | Total do pré-teste | 142 | 28,6% | 12,3% |
| aplicado | | Total do pós-teste | 142 | 64,2% | 14,2% |
| b) Teste realizado uma semana antes s pelo | GC | Total do pré-teste | 85 | 31,8% | 10,3% |
| e uma semana após o experimento, com a | | Total do pós-teste | 85 | 34,4% | 11,9% |
| presença do investigador e eventuais consultas a | GE | Total do pré-teste | 85 | 39,3% | 14,0% |
| Manuais. Protocolo de intenções aplicado | | Total do pós-teste | 85 | 54,1% | 13,7% |
| c) Teste realizado uma semana antes e uma ante e | GC | Total do pré-teste | 30 | 26,8% | 9,9% |
| e uma semana após o experimento, sem a | | Total do pós-teste | 30 | 32,0% | 9,7% |
| presença do investigador e eventuais consultas a | GE | Total do pré-teste | 30 | 30,7% | 9,4% |
| Manuais. Protocolo de intenções não aplicado | | Total do pós-teste | 30 | 39,1% | 11,1% |

**Tabela 97** - Resultados do pré e pós-teste nos GE e CG para cada procedimento

Estatística descritiva e teste t para amostras emparelhadas: comparação dos resultados do pré-teste com os resultados do pós-teste, nos Grupos Experimental e

de Controlo, para cada metodologia, sendo IC, intervalo de confiança; LI, limite inferior; LS, limite superior; p, valor de prova; gl, graus de liberdade.

| | | | Média | Desvio padrão | IC a 95% | | t | gl | p |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | LI | LS | | | |
| a) | GC | pós - pré-teste | 1,1% | 10,6% | -1,1% | 3,2% | 0,987 | 93 | 0,326 |
| | GE | pós - pré-teste | 35,7% | 15,7% | 33,1% | 38,3% | 27,065 | 141 | ** 0,000 |
| b) | GC | pós - pré-teste | 2,6% | 11,6% | 0,1% | 5,1% | 2,051 | 84 | * 0,043 |
| | GE | pós - pré-teste | 14,8% | 14,6% | 11,7% | 18,0% | 9,343 | 84 | ** 0,000 |
| c) | GC | pós - pré-teste | 5,1% | 11,1% | 1,0% | 9,3% | 2,520 | 29 | * 0,018 |
| | GE | pós - pré-teste | 8,4% | 12,9% | 3,6% | 13,2% | 3,576 | 29 | ** 0,001 |

* p < 0,05 ** p < 0,01

**Tabela 98** - Teste t para amostras emparelhadas entre o GE e CG

O valor de prova é inferior a 5% para o Grupo Experimental em todos os procedimentos e para o Grupo de Controlo no 2.º e 3.º procedimentos. Conclui-se que existem diferenças estatisticamente significativas entre os resultados do pré-teste e os resultados do pós-teste.

O valor de prova é superior a 5% para o Grupo de Controlo no 1.º procedimento; não existem diferenças estatisticamente significativas entre os resultados do pré-teste e os resultados do pós-teste.

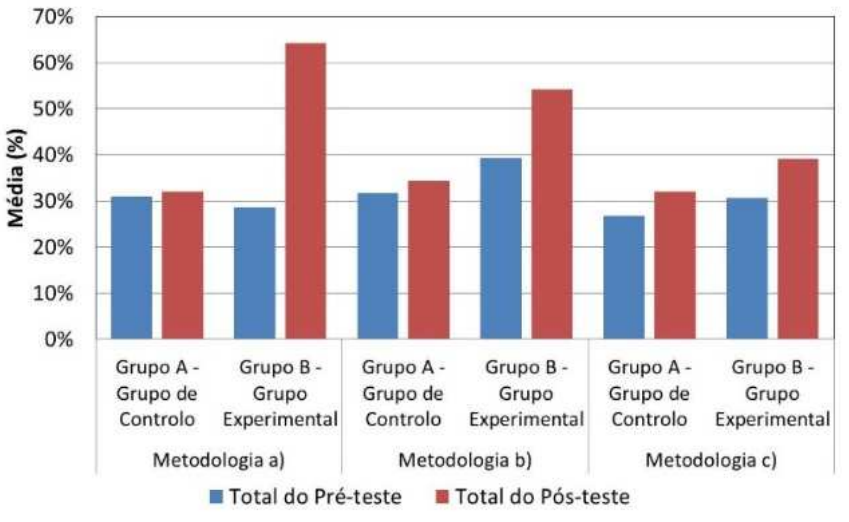



**Gráfico 71** - Médias – comparação dos resultados em cada procedimento

- Procedimento "a"

No Grupo de Controlo, verifica-se um aumento médio dos resultados do pré-teste (M=30,9%) para os resultados do pós-teste (M=32,0%), portanto, um ganho

G=1,1%, mas as diferenças observadas não são estatisticamente significativas ($t_{93}$=0,987, p=0,326). No Grupo Experimental, verifica-se um aumento médio dos resultados do pré-teste (M=28,6%) para os resultados do pós-teste (M=64,2%), portanto, um gfanho G=35,7%, sendo as diferenças observadas estatisticamente significativas ($t_{141}$=27,065, p<0,001).

Pode-se concluir que os resultados do pós-teste são significativamente melhores que os resultados do pré-teste para o Grupo Experimental, mas não podemos concluir que os resultados do pós-teste sejam significativamente diferentes dos resultados do pré-teste para o Grupo de Controlo.

- Procedimento "b"

No Grupo de Controlo, verifica-se um aumento médio dos resultados do pré-teste (M=31,8%) para os resultados do pós-teste (M=34,4%), portanto, um ganho G=2,6%, sendo as diferenças observadas estatisticamente significativas ($t_{84}$=2,051, p=0,043). No Grupo Experimental, verifica-se um aumento médio dos resultados do pré-teste (M=39,3%) para os resultados do pós-teste (M=54,1%), portanto, um ganho G=14,8%, sendo as diferenças observadas estatisticamente significativas ($t_{84}$=9,343, p<0,001).

Pode-se concluir que os resultados do pós-teste são significativamente melhores que os resultados do pré-teste, tanto para o Grupo de Controlo como para o Grupo Experimental.

- Procedimento "c"

No Grupo de Controlo, verifica-se um aumento médio dos resultados do pré-teste (M=26,8%) para os resultados do pós-teste (M=32,0%), portanto, um ganho G=5,1%, sendo as diferenças observadas estatisticamente significativas ($t_{29}$=2,520, p=0,018). No Grupo Experimental, verifica-se um aumento médio dos resultados do pré-teste (M=30,7%) para os resultados do pós-teste (M=39,1%), portanto, um

ganho G=8,4%, sendo as diferenças observadas estatisticamente significativas ($t_{29}$=3,576, p<0,001).

Conclui-se que os resultados do pós-teste são significativamente melhores que os resultados do pré-teste, tanto para o Grupo de Controlo como para o Grupo Experimental.

Para verificar se, em cada procedimento, as diferenças são significativamente superiores no Grupo Experimental em comparação com o Grupo de Controlo, calculou-se o ganho, ou seja, a diferença entre os resultados globais no pós-teste e no pré-teste, que será analisada de seguida em comparação entre os dois grupos.

Estatística descritiva e teste t: comparação dos ganhos G nos Grupos Experimental e de Controlo, para cada procedimento.

| | | N | Ganho | Desvio | Teste t | gl | p |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| "a" | GC | 94 | 1,1% | 10,6% | -18,719 | 234 | ** 0,000 |
| | GE | 142 | 35,7% | 15,7% | | | |
| "b" | GC | 85 | 2,6% | 11,6% | -6,038 | 168 | ** 0,000 |
| | GE | 85 | 14,8% | 14,6% | | | |
| "c" | GC | 30 | 5,1% | 11,1% | -1,058 | 58 | 0,295 |
| | GE | 30 | 8,4% | 12,9% | | | |

** p < 0,01

**Tabela 99** - Teste t para amostras emparelhadas entre o GE e CG

O valor de prova é inferior a 5% para o 1.º e 2.º procedimentos. Conclui-se que existem diferenças estatisticamente significativas entre os Grupos Experimental e de Controlo. O valor de prova é superior a 5% para o 3.º procedimento, pelo que não existem diferenças estatisticamente significativas entre os Grupos Experimental e de Controlo.

Para o procedimento "a", o valor do ganho G é superior para o Grupo Experimental (G=35,7%) e inferior para o Grupo de Controlo (G=1,1%), sendo as diferenças observadas estatisticamente significativas ($t_{234}$=-18,719, p<0,001); portanto, conclui-se que o ganho é significativamente superior para o Grupo Experimental em comparação com o Grupo de Controlo.

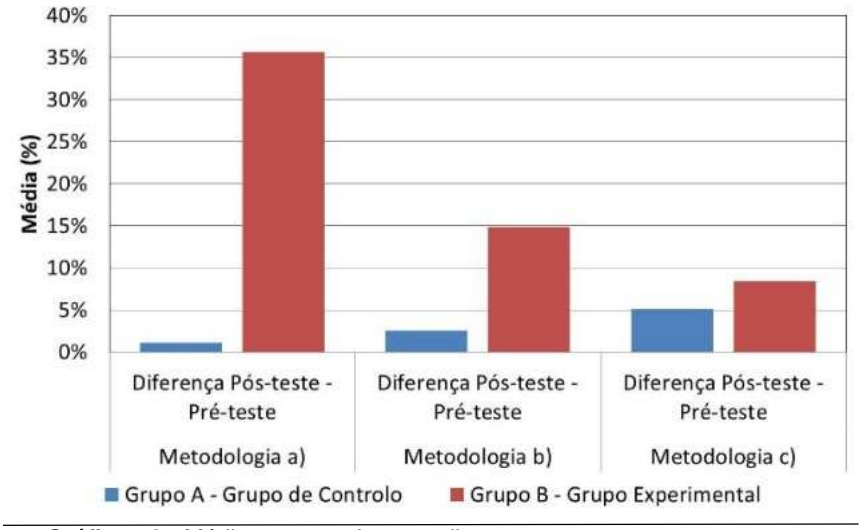



**Gráfico 72** - Médias para cada procedimento

Para o procedimento "b", o valor do ganho é superior para o Grupo Experimental (G=14,8%) e inferior para o Grupo de Controlo (G=2,6%), sendo as diferenças observadas estatisticamente significativas ($t_{168}$=-6,038, p<0,001); portanto, para este procedimento pode-se concluir que o ganho é significativamente superior para o Grupo Experimental em comparação com o Grupo de Controlo.

Para o procedimento "c", o ganho é superior para o Grupo Experimental (G=8,4%) e inferior para o Grupo de Controlo (G=5,1%), mas as diferenças observadas não são estatisticamente significativas ($t_{58}$=-1,058, p=0,295); portanto, não se pode concluir que o ganho seja significativamente diferente entre o Grupo Experimental e o Grupo de Controlo.

### *6.4.1 Diferenças entre os procedimentos no GC e GE*

Estatística descritiva e teste ANOVA: comparação dos ganhos G no Grupo de Controlo, entre os procedimentos

| | | N | Ganho | Desvio padrão | F | p |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Diferença | 1.º procedimento | 94 | 1,1% | 10,6% | 1,566 | 0,211 |
| pós-teste - pré-teste | 2.º procedimento | 85 | 2,6% | 11,6% | | |
| | 3.º procedimento | 30 | 5,1% | 11,1% | | |

**Tabela 100** - Teste ANOVA para as diferenças entre os procedimentos para o GC

| | | N | Ganho | Desvio padrão | F | p | Tukey |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Diferença pós-teste - pré-teste | Procedimento a) | 142 | 35,7% | 15,7% | 72,973 | ** 0,000 | a) > b), c) |
| | Procedimento b) | 85 | 14,8% | 14,6% | | | |
| | Procedimento c) | 30 | 8,4% | 12,9% | | | |

** p < 0,01

**Tabela 101** - Teste ANOVA para as diferenças entre os procedimentos para o GE

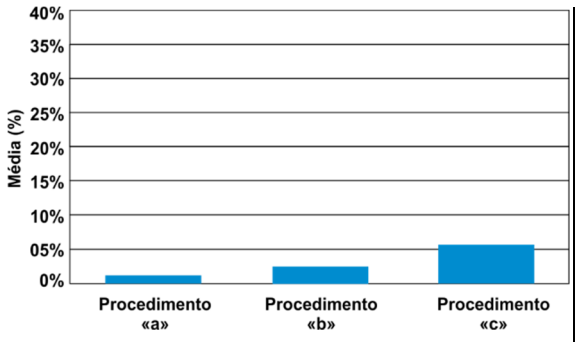



**Gráfico 73** – Diferenças entre o pré e o pós no GC

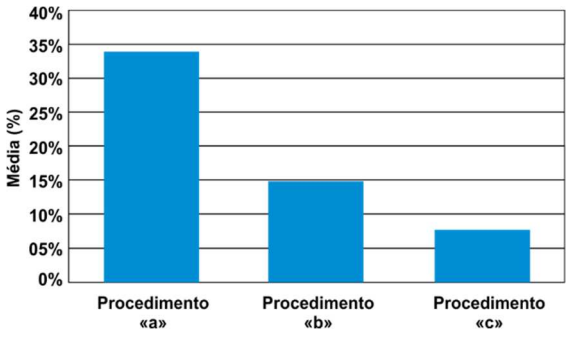



**Gráfico 74** – Diferenças entre o pré e o pós no GE

No Grupo de Controlo, o ganho é superior para o 3.º procedimento (G=5,1%), seguido do 2.º procedimento (G=2,6%) e, finalmente, do 1.º procedimento (G=1,1%), mas as diferenças observadas não são estatisticamente significativas ($F_{2,206}$=1,566, p=0,211).

Portanto, no Grupo de Controlo, o aumento dos resultados do pré-teste para o pós-teste não apresenta diferenças significativas entre os diferentes procedimentos.

No Grupo Experimental, o ganho é superior para o 1.º procedimento (G=35,7%), seguido do 2.º procedimento (G=14,8%) e, finalmente, do 3.º procedimento (G=8,4%), sendo as diferenças observadas estatisticamente significativas ($F_{2,254}$=72,973, p<0,001). De acordo com o teste post-hoc de Tukey, pode ainda acrescentar-se que as diferenças são significativamente superiores para o 1.º procedimento e inferiores para o 2.º e 3.º procedimentos.

Portanto, no Grupo Experimental, podemos concluir que o ganho é significativamente superior para o 1.º procedimento em comparação com o 2.º e 3.º procedimentos.

# CONSIDERAÇÕES FINAIS

As escolas utilizam cada vez mais os espaços não formais de educação, seja para aí desenvolverem atividades lúdicas, seja como complemento dos conteúdos lecionados nas mais diversas disciplinas. Quando o tema está relacionado com as ciências, ganham destaque os Museus de ciências, Centros de ciências, Exploratórios, Observatórios e Planetários. São ambientes de divulgação científica que atendem os mais variados públicos.

Cumpre destacar que, no caso dos Planetários, a maioria dos visitantes, com raras exceções, são estudantes incentivados pelos seus professores, que se mostram convictos de que o conhecimento deste ambiente lhes pode despertar o interesse pelas disciplinas científicas. Dentre estes estudantes, porém, há aqueles grupos específicos que utilizam os Planetários para complementar as informações dadas em sala de aula.

A maioria dos textos encontrados na literatura enfatiza a importância dos Planetários como meio de auxiliar a escola, especialmente em relação aos conteúdos relacionados com a Astronomia. Há igualmente trabalhos ao nível de mestrado e doutoramento que corroboram estas informações[105]. Normalmente são trabalhos que consideram as sessões de cúpula do ponto de vista externo. Veem-nas apenas como um produto acabado, desconhecendo muitas vezes as dinâmicas dos Planetários. Por detrás dos encantos das sessões de cúpula, técnicas sutis são responsáveis por dar às sessões toques de magia, pois é nas coxias que se revelam os segredos de uma sessão de cúpula.

Após vinte anos de trabalho nesta atividade e vivenciando a transição entre os planetários óticos mecânicos e os digitais, o autor entende que as sessões de cúpu-

[105] Ver nota 85, p. 118.

la poderiam contribuir muito mais para a aprendizagem da Astronomia.

Neste sentido, fugindo das tradicionais investigações que apenas enaltecem os trabalhos dos Planetários, destaca-se o trabalho de Brazell (2009). Este autor explorou a eficácia instrucional dos Planetários através de uma investigação que utilizou a técnica estatística de meta-análise, tendo como base de estudo dezanove trabalhos investigativos, concluindo que os Planetários realmente são ferramentas de ensino eficaz na educação astronómica, embora não se tenham revelado uma ferramenta capaz de melhorar as atitudes dos alunos em relação à Astronomia.

A tese de Brazell (op. cit) somente veio afirmar o que este autor já tinha observado durante as suas atividades. Por que um espaço tão espetacular não consegue atingir os seus objetivos com este grupo específico? A resposta a esta questão parece estar relacionada com a ênfase que os intervenientes imprimem às atividades.

Conceber os Planetários exclusivamente como espaços de divulgação científica ou locais que servem apenas para despertar nos visitantes curiosidades para as "coisas do céu" é uma perspetiva muito redutora. Com efeito, a atenção na elaboração da sessão de cúpula está no encanto, na surpresa, no fascínio pelas imagens do universo, de modo a que os espectadores saiam seduzidos pelo que veem.

Quando as sessões são destinadas a grupos específicos de estudantes que procuram os Planetários para complementar os conteúdos da escola, a ênfase recai sobre os ensinamentos, o treino, a componente didática. Neste caso, as sessões de cúpula são diferenciadas. São apresentações em formatos de palestra em que um guia experiente (planetarista) narra ao vivo as evoluções projetadas na cúpula. Este modelo de apresentação ao vivo foi e continua a ser muito utilizado nos Planetários que utilizam projetores óticos mecânicos.

Se as sessões de cúpula desenvolvidas ao vivo em Planetários que utilizam os projetores óticos mecânicos não atingem os seus objetivos, as sessões de cúpula

apresentadas a grupos específicos de estudantes em projetores digitais - instrumentos que começaram a ser utilizados a partir do início do século – são mais restritas. Frequentemente, estes projetores digitais utilizam as sessões previamente gravadas em *media* e assemelham-se às apresentações destinadas ao público em geral. Realizar sessões ao vivo com projetores digitais, embora possível, não é uma tarefa fácil: exige habilidade e muito treino do apresentador. É bem verdade que alguns projetores digitais trabalham com plataforma de imagens e sons integrados, o que facilita o seu manuseamento; todavia, estão restritos aos Planetários de custo elevado, que representam a minoria dos Planetários instalados por todo o mundo[106].

Propôs-se neste trabalho de Tese um novo formato de sessão de cúpula em Planetários que utilizam projetores digitais. O objetivo é testar um novo modelo de apresentação a jovens estudantes e analisar, através de uma pesquisa quase-experimental, se o novo formato contribui melhor para a aprendizagem.

Tratou-se de uma pesquisa quantitativa e qualitativa, quase-experimental, cuja amostra de boa dimensão foi composta por 466 inquéritos válidos com elementos dos géneros masculino e feminino, idade predominante de 13 anos, de escolas localizadas em Coimbra e na sua periferia.

Os elementos da amostra foram divididos em dois Grupos, sendo um Grupo Experimental, composto por 266 alunos que participaram na nova experimentação, e 200 alunos que participaram nas sessões habituais, denominadas sessões de controlo. Ambos os grupos responderam a um inquérito absolutamente igual antes das sessões e, logo após as sessões de cúpula, responderam a outro inquérito semelhante ao primeiro, denominado pós-teste.

O pré e o pós-teste deveriam ser aplicados no mesmo dia em que os Grupos (de controlo e experimental) participassem nas respetivas sessões de cúpula; no

[106] A empresa americana "Loch ness productions" mantém atualizado, sempre que possível, um banco de dados dos tipos e modelos de planetários instalados em diversos países. Disponível em https://www.lochnessproductions.com/. Acesso em 29 de junho de 2018.

entanto, por questões administrativas internas de três das cinco escolas, o expediente foi alterado. Para estas três escolas, os inquéritos foram aplicados com uma diferença de, aproximadamente, uma semana em relação às apresentações. Uma vez que as respostas poderiam sofrer influência devido à memorização, dado o distanciamento face às sessões de cúpula, a análise dos dados foi realizada globalmente e por procedimentos.

Recapitulando, no procedimento "a" os inquéritos foram aplicados imediatamente antes e após as apresentações das sessões de cúpula, cumprindo todos os processos acordados anteriormente com os professores-participantes. No procedimento "b" os inquéritos foram respondidos no ambiente escolar, com uma diferença de sete dias, aproximadamente, em relação às apresentações das sessões de cúpula. Para além disto, uma das escolas do procedimento "b" não aplicou o "protocolo de intenções", um instrumento-teste que servia para uma análise qualitativa, o que fez gerar um terceiro procedimento que foi denominado procedimento "c".

A análise dos dados foi interpretada através do ambiente *Statistical Package for Social Science – SPSS for Windows*. Este ambiente permite realizar cálculos complexos com visualizações simples e autoexplicativas dos resultados através de quadros, tabelas e representação gráfica.

Pede-se a atenção do leitor para a análise dos resultados. Foi realizada uma análise global, tomando cada uma das questões e separadas por Grupos (de controlo e experimental). Consideraram-se as cotações do pré-teste e do pós-teste separadamente e fez-se uma cotação das amostras emparelhadas sem deixar de calcular as médias entre o pré e o pós-teste, assim como o ganho absoluto e normalizado para cada Grupo. Com os valores médios das classificações compararam-se os totais do pré-teste e do pós-teste para o conjunto global dos alunos envolvidos.

De seguida comparam-se os Grupos de Controlo e Experimental entre si para cada escola. Lembra-se que a Escola 1 era composta por duas turmas experimentais. Primeiro analisaram-se os resultados de cada escola, a seguir os ganhos de cada Grupo e, logo a seguir, verificaram-se as diferenças entre os ganhos.

Por último comparam-se os resultados das médias por procedimentos - "a", "b" e "c" -, concluindo-se com a verificação das diferenças entre os procedimentos.

Tomando as cotações emparelhadas para cada uma das questões no Grupo de Controlo (GC), observam-se ganhos na maioria das questões, variando de 0,1% a 3,8%, sendo que houve duas questões que regrediram e duas questões ficaram próximas de 10% de ganho.

Para o Grupo Experimental (GE) não houve resultados negativos em nenhuma das questões e o menor ganho (5,8) quase duplica a maior percentagem conseguida nos Grupos de Controlos. Excecionalmente, duas questões no GE chegaram a um ganho na casa dos 50% e quatro questões a 30%.

O valor médio do ganho absoluto entre os resultados do pós-teste e do pré-teste é superior para o Grupo Experimental (G=25,6%) e inferior para o Grupo de Controlo (G=2,3%). O mesmo pode observar-se para o ganho normalizado, sendo superior para o Grupo Experimental (g=35,7%) e inferior para o Grupo de Controlo (g=2,0%).

Observa-se que os resultados foram positivos nos três procedimentos para o Grupo Experimental. As Escolas 1 e 2 tiveram melhores resultados que as Escolas 3 e 4 e estas obtiveram resultados superiores à Escola 5.

Pode-se argumentar que aqueles que responderam aos inquéritos logo após as apresentações tiveram melhores resultados que os demais devido à vivacidade das explicações. No entanto, estas mesmas escolas foram aquelas que tiveram maior contacto com o investigador, principalmente no que respeita à aplicação do

"protocolo de intenções", ao passo que as restantes escolas tiveram pouco contacto, com destaque para a Escola 5, que em nenhum momento manteve esse contacto.

Assumindo que os dados quantitativos foram exaustivamente apresentados nos capítulos 5 e 6, merece uma atenção particular, nesta conclusão, sobre os instrumentos que serviram de referências aos dados qualitativos.

Como já foi referenciado na metodologia, o "Protocolo de intenções" foi um simples recurso de aproximação entre a escola e o Planetário, solidificando os compromissos firmados entre os dois organismos. Normalmente, os Planetários disponibilizam um *folder* contendo informações genéricas das atividades, ou um cartaz, como nos cinemas, e não há diferenciação entre um agendamento normal e um agendamento cujo compromisso é a aprendizagem. Entende o investigador que este grupo específico precisa de ter um tratamento diferenciado, desde o agendamento até à receção do *feedback* por parte dos professores, após as apresentações.

Recomenda-se que os professores destes grupos específicos de estudantes possam discutir antecipadamente, com os planetaristas, o *script* da sessão de cúpula. Os professores precisam informar o Planetário do que desejam que seja abordado e não ficar à mercê do que o Planetário quer apresentar. A iniciativa deve partir da escola, evidentemente, mas o planetário precisa de divulgar este canal de comunicação. Após este diálogo inicial, formaliza-se por escrito, em documento próprio, uma síntese da exposição. O resultado desta síntese deve ser divulgado de forma pormenorizada pelos professores aos alunos participantes, para que todos (planetarista, professores e alunos) estejam ajustados.

O "Protocolo de intenções" utilizado nesta investigação, para além de conter uma sinopse da apresentação, informava acerca do título da sessão, dos conteúdos que foram apresentados - para que o professor pudesse elaborar uma revisão com os alunos, caso a matéria já tivesse sido aplicada -, dos termos técnicos a serem

utilizados, das recomendações necessárias aos alunos quanto ao comportamento durante a sessão e até mesmo da disposição dos professores e alunos dentro do Planetário. Ressalve-se, porém, que o protocolo não constituía um formulário estanque, podendo ser revisto por ambas as partes sempre que necessário. Em suma, o protocolo é um instrumento de consolidação na parceria; cada Planetário cria o seu próprio formulário, de acordo com as suas especificidades, podendo inclusive ser elaborado um mecanismo de avaliação, em que o próprio professor fica responsável pela recolha e envio ao Planetário para controle e melhoria.

Logo após ter finalizado a investigação, almejava-se obter a opinião dos professores em relação às atividades. Cada escola indicaria um professor que esteve presente nas duas sessões (de controlo e experimental), com o objetivo de fornecer um parecer em relação aos conteúdos apresentados, ao formato das sessões, ao comportamento dos alunos, às questões dos inquéritos e a outros temas que desejassem abordar. Como já informado, na metodologia, tratar-se-ia de uma conversa informal apenas com registo de áudio. Porém, os professores não autorizaram a gravação. Somente três professores que assistiram às duas sessões se propuseram conversar, mas sem registo; por este motivo, apenas se relatarão alguns tópicos dos diálogos. Cumpre mencionar que os diálogos foram estabelecidos com cada professor individualmente.

Dois professores referiam-se à sessão de cúpula como "filme" e um dos entrevistados, de todas as vezes que se referia à projeção, denominava-a como *PowerPoint*, fazendo alusão ao programa utilizado para criação/edição e exibição de apresentações gráficas muito utilizado em palestras.

Essencialmente, o que parece ter sido possível apurar é que os professores não conseguiram identificar a diferença entre a sessão de controlo e a experimental, embora afirmassem que a sessão experimental tinha sido mais detalhada e mais didática. "Mais interessante", retomando as palavras dos professores.

Inferia-se que os professores fossem comentar a ausência do planetarista na sessão experimental (SE), mas este detalhe só foi lembrado após ter sido alertado pelo investigador. Concluído este diálogo inicial, os professores foram questionados acerca do impacto que a ausência do planetarista poderia ter na aprendizagem. Todos os três professores responderam que numa apresentação totalmente gravada não havia interatividade com os alunos, defendendo que a interatividade é enriquecedora no processo de aprendizagem. Ao perguntar, porém, qual foi a interatividade existente na sessão de controlo (SC), não souberam responder, concordando por fim que também não houve interatividade na SC.

De seguida, os professores foram levados a comparar algumas particularidades entre as duas sessões. Um dos procedimentos da SE era explicar os conteúdos, utilizando a seguinte estratégia: mencionava-se o conteúdo, definindo-o de maneira genérica; a seguir retomavam-se os manuais da escola, numa tentativa de mostrar as imagens tal como são apresentadas nos livros didáticos, mas em movimento. Neste sentido, um recurso utilizado como se fossem as apresentações em *PowerPoint* surgia na cúpula (ver exemplos na programação aos 17m19s; 18m28s; 21m01s, entre outros momentos). Somente após a apresentação deste recurso é que se exibia na cúpula o que se pretendia demonstrar. Todos os professores disseram gostar deste recurso, pois forçava o aluno a lembrar os conteúdos dados em sala de aula.

Elogiaram a forma como se mostravam os objetos na cúpula, utilizando as setas, e questionaram acerca do motivo por que na SC não foi utilizado este recurso gráfico, pois é mais preciso e com movimentos mais lentos, uma vez que o laser ofusca o objeto que se aponta e nem sempre foi possível identificar o objeto a que o planetarista se estava a referir. Elogiaram a segunda parte da SC, que comentava as galáxias, e consideraram que a primeira parte foi menos atrativa. Perceberam ainda que os alunos ficaram mais concentrados na SE do que na SC.

Os pontos cardeais na SC e na SE estavam invertidos. Enquanto na SE se mostravam os pontos cardeais na posição real como vistos fora do Planetário, a SC mostrava os pontos cardeais no lado oposto. Questionados se notaram, ao comparar as duas sessões, que o nascer do Sol estava invertido, disseram não o terem notado durante a sessão, mas ao serem lembrados, ficaram curiosos acerca do motivo da diferença. Após as explicações, os três professores disseram que esta particularidade não era importante, porém, quando o investigador perguntou se o movimento aparente das estrelas se fazia na mesma direção do movimento aparente do Sol, apenas um professor disse que sim e dois não souberam responder.

Consideraram que algumas questões dos inquéritos estavam acima da capacidade de entendimento dos alunos. Ao serem indagados das razões, disseram que parte dos conteúdos de Astronomia do 7.º ano foram eliminados das Metas Curriculares, como, por exemplo, o azimute e as coordenadas geográficas. Cumpre lembrar ao leitor que o azimute não fez parte da programação e as coordenadas geográficas é conteúdo da disciplina de Geografia.

Perante os diálogos mantidos com os entrevistados, chega-se à conclusão de que os professores não conseguem ter uma visão crítica sobre as sessões de cúpula, seja por falta de domínio dos conteúdos da disciplina, seja por desconhecerem a real amplitude dos Planetários. O investigador estende esta observação àqueles que realizam investigações em Planetários tomando apenas um olhar externo ao ambiente.

Diferente dos demais espaços não formais de educação, as sessões de cúpula exigem atenção e concentração por parte dos visitantes para melhor compreensão. Sabendo desta particularidade, o investigador elaborou uma Grelha de Observação com sete secções: organização e o clima (estado emocional), o estado geral do planetarista, a receção no Planetário e na sala de projeção, o comportamento dos visitantes durante a sessão de cúpula, entre outras.

Uma falha constante que se vê nos Planetários é o planetarista querer controlar o comportamento dos alunos, chamando a atenção dos participantes enquanto procede às explicações; entende o investigador que este papel cabe aos professores e monitores que acompanham a visita e não aos planetaristas, pois o comportamento dos visitantes é condicionado por diversos fatores. Os professores entrevistados esclareceram que: se há rigidez por parte dos professores em relação à conduta dos alunos em sala de aula, quando saem da escola para alguma atividade "eles revelam-se" (palavras de um professor); se um ou dois elementos da turma têm mau comportamento, este tende a "contaminar" os restantes colegas; alguns alunos precisam de estar sempre perto dos monitores para serem "controlados"; se antes das atividades tiverem alguma atividade física como caminhada ou prática desportiva, ficam mais "exaltados"; igualmente, se há mais de uma visita numa mesma saída, uma atividade pode alterar o estado emocional dos alunos na outra; se estiverem mal acomodados (assentos, temperatura ambiente, som inaudível, entre outras) tendem a não se concentrarem.

É interessante observar que os alunos das duas escolas melhor avaliadas tiveram também o melhor comportamento durante a apresentação das sessões, o que faz concluir que o comportamento dos alunos influencia a aprendizagem.

Tomando os resultados alcançados neste trabalho, tanto do ponto de vista quantitativo como qualitativo, entende-se que o novo modelo de sessão de cúpula para planetários digitais destinado a grupos específicos de estudantes que visitam os Planetários em busca de solidificar os conhecimentos adquiridos em sala de aula é mais eficiente do que as apresentações tradicionais. Por outras palavras, conclui-se que as sessões de cúpula para alunos podem ser projetadas de modo diferente em Planetários digitais, eventualmente substituindo as que utilizam apresentações ao vivo.

Resumidamente, passam a destacar-se as principais observações a fazer em relação ao novo modelo de sessão de cúpula. O planetarista aparece apenas no início da sessão para rececionar os visitantes, apresentar-se e apresentar os objetivos do trabalho e retorna no final da sessão para eventuais questões que possam ser discutidas. Durante o desenrolar da apresentação, o planetarista deverá estar presente na sala, observando a apresentação, o comportamento e a reação dos visitantes num esforço contínuo de aperfeiçoamento da sessão.

Com este modelo de apresentação elimina-se totalmente a possibilidade de erros conceituais e a criação de obstáculos pedagógicos. Aumenta-se a quantidade de temas abordados, com melhor aproveitamento do tempo.

Adotando um documento (protocolo de intenções) onde todas as informações, dúvidas e sugestões possam ser discutidas em conjunto, aumenta a parceria entre Planetário-Escola. Os planetários não podem ficar restritos aos conceitos de sala de aula; é preciso buscar dentro de um processo interdisciplinar questões que possam elucidar os conceitos.

A elaboração da sessão digital não é uma tarefa solitária, em que apenas uma pessoa consegue ser o redator, editor e o produtor. Forçosamente, o Planetário tenderá a manter nos seus quadros profissionais especializados em áreas de programação gráfica, além de outras áreas, aumentando a possibilidade de introduzir novas temáticas, não somente em relação aos conteúdos escolares que estão a ser lecionados, como em relação à possibilidade de introduzir conceitos STEM em sessões para jovens com menor idade, certos de que as crianças raciocinam sobre causa e efeito e probabilidade, entre outras habilidades complexas de pensamento (Hadani & Roots, 2018).

Cabe destacar que o modelo da sessão apresentada como experiência nesta Tese foi apenas uma matriz, um molde, um protótipo, uma amostra do que seria uma sessão ideal. Foi a primeira sessão produzida pelo investigador para ser

apresentada por um planetário digital. Não se trata de nenhuma produção profissional. Foi elaborada com recursos domésticos, tanto na escolha das imagens como na produção dos áudios e suas edições. Isto quer dizer que qualquer planetarista com um pouco de boa vontade e certa prática, não importando os recursos utilizados, quantidade ou capacidade dos seus colaboradores, pode reproduzir sessões sem precisar de recorrer a sessões encomendadas a profissionais cujo custo, geralmente, representa valores elevados.

Outras características a ressaltar em relação à SE passam ainda por: possibilidade de trabalhar qualquer área do conhecimento humano, sem precisar de manter diversos especialistas nos quadros do Planetário; escolha das imagens apropriadas a cada explicação; maior sintonia com os conteúdos escolares; possibilidade do professor conhecer antecipadamente a sessão, com a oportunidade de intervir na produção; maior aprofundamento dos temas tratados; recuperação do encanto que o Planetário proporciona; melhoria dos efeitos sonoros na aprendizagem; eliminação de vícios de linguagem do apresentador; padronização das sessões quando o planetarista principal tiver que se ausentar; narração desenvolvida por profissionais da voz; apresentação da mesma sessão em diversas línguas.

## Sugestões para futuras investigações

O Planetário é um espaço *sui generis* carente de produção científica em todas as áreas do conhecimento humano, desde as suas características gerais como espaço não-formal de educação, às questões administrativas, educacionais, comportamentais, museológicas, dentre outras. Poder-se-iam arrolar diversos estudos passíveis de serem desenvolvidos nestes ambientes, porém limitar-nos-emos a levantar indagações para temáticas que estão próximas ao escopo deste trabalho:

a) desenvolvimento de investigação nos moldes desta com outras áreas do conhecimento humano; b) promoção de estudos sobre transposições didáticas nas sessões de cúpula; c) realização de estudos relacionados com a imersão virtual em Planetários; d) realização de estudos das reações pessoais, motivacionais, cognitivas e educacionais; e) construção do discurso pedagógico em Planetários para atendimento de estudantes infantis e estudantes universitários; f) análise, seleção e inter-relacionamento do conhecimento científico em Planetários, adequando às reais possibilidades cognitivas dos estudantes; g) identificação e levantamento das justificativas para apreender as variáveis mais influentes sobre a não-frequência aos Planetários na fase adulta; h) estudo das potencialidades científicas nos Planetários como ambiente imersivo de aprendizagem.

# BIBLIOGRAFIA


AAAS - American Association for the Advancement of Science (1985). *Science for All Americans Online.* Disponível em https://goo.gl/qNna9m [Acesso em 4/6/2018].

Acot, P. (2001). *História das ciências*. Lisboa: Edições 70.

Allard, M., Larouche, M. C., Lefebvre, B., Meunier, A. & Vadeboncoeur, G. (1996). La visite au musée. *Réseau,* décembre 1995/janvier 1996, pp. 14-19. Canadá.

Alvim, P. (1996). Sobre alguns vestígios de paleoastronomia no cromeleque dos Almendres. *A Cidade de Évora II*, 2, pp. 5-24.

Arapiraca, J. O. (1982). *A USAID e a educação brasileira*. São Paulo: Editora Autores Associados/Cortez Editora.

Bagliani, A.P. (1974) Campano da Novara. *Dizionario Biografico degli Italiani*, Vol. 17 (1974). Disponível em https://goo.gl/uLHwEL [Acesso em 18/11/2017].

Barrio, J. B. M. (2010). A Investigação Educativa em Astronomia: Os Planetários como espaço de Ensino-aprendizagem. In LONGHINI, Marcos Daniel. Educação em Astronomia: Experiências e Contribuições para a Prática Pedagógica, pp. 159-177. Ed. Átomo. Campinas/SP.

Beckett, D. & Hager, P. (2002). *Life, Work and Learning: Practice in Postmodernity*. London: Routledge.

Behrens, M. A. (1999). A prática pedagógica e o desafio do paradigma emergente. *Revista Brasileira de Estudos Pedagógicos*, Vol. 80, n.º 196, set./dez, pp. 383-403. Brasília.

Bender, D. (1998). A proposal for the striking mechanism on the Wallingford Clock. *Antiquarian Horology,* Vol. 24, pp. 134-140. East Sussex.

Bendrath, E. A. & Gomes, A. A. (2011) Educação e Economia: A (re) construção a partir do pós-guerra. *Revista HistedBr*, n.º 44, dez. 2011, pp. 92-106. Campinas.

Bernstein, B. (1971). *Class, codes and control*, Vol. 1. London: Routledge and Paul Kegan.

Billett, S. (2001). Learning through working life: interdependencies at work. *Studies in Continuing Education*, Vol. 23 (1), pp. 19-35.

Bourdieu, P. & Passeron, J.-C. (1990). *Reproduction in Education, Society and Culture*, 2.ª ed. London: Sage.

Brasil/MC. (2011). Instituto Brasileiro de Museus. Museus em números, Vol. 1, p. 240. Brasília: Instituto Brasileiro de Museus.

Brazell, B. D. (2009). *Planetarium instructional efficacy: a research synthesis.* Tese. Texas: Texas A & M University-Commerce.

Bretones, P. S. (1999). *Disciplinas introdutórias de Astronomia nos cursos superiores do Brasil.* Dissertação (mestrado). Campinas/SP: Instituto de Geociências, UNICAMP.

Bruno, M. C. O. (1996). Museologia e comunicação. *Cadernos de Sociomuseologia*, n.º 9. Universidade Lusófona de Humanidades e Tecnologias.

Cañelas, A. J. C. (2006). Continuidad y complementariedade entre la educación formal y no formal. *Revista de Educación: Educación no formal*, 338, pp. 9-22.

Cardoso, T., Alarcão, I. & Celorico, J. (2010). *Revisão da literatura e sistematização do conhecimento*. Porto: Porto Editora.

Carman, C. C. & EVANS, J. (2014). On the epoch of the Antikythera mechanism and its eclipse predictor. *Archive for history of exact sciences*, *68*(6), pp. 693-774.

Carmo, H. e Ferreira, M. (1998). *Metodologia da Investigação: Guia para Auto-aprendizagem*. Lisboa: Universidade Aberta.

Carvalho, P. G. M. & Barcellos, F. C. (2014). Os Objetivos de Desenvolvimento do Milênio – ODM: Uma avaliação crítica. *Sustentabilidade em Debate*, Vol. 5, n.º 3, set/dez, pp. 222-244. Brasília.

Castellar, S. (2009). Espaços não formais de aprendizagem e a interdisciplinaridade na prática docente da escola pública: o zoológico e o planetário. Enseñanza de

las Ciencias, Número Extra VIII Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias, pp. 3369-3373. Barcelona.

Cazelli, S., Falcão, D., Gouvêa, G., Valente, M. E., Queiroz, G., Colinvaux, D., Krapas, S. & Alves, F. (1998). Aprendizagem em Museus de Ciências e Tecnologia sob enfoque dos modelos mentais. *VI Encontro de Pesquisadores em Ensino de Física*. Florianópolis.

Chagas, I. (1993). Aprendizagem não formal/formal das ciências. Relações entre os museus de ciência e as escolas. *Revista de Educação*, 3(1), pp. 51-59.

Chartrand, M. R. (1973) A fifty year anniversary of a two thousand year dream: the history of the planetarium. *The Planetarian*, 2, (3), pp. 95-101.

Colley, H., Hodkinson, P. & Malcolm, J. (2003). *Informality and formality in learning: a report for the Learning and Skills Research Centre*. London: Lifelong Learning Institute University of Leeds.

Comissão Europeia – Direção-Geral da Comunicação (2014). *Como funciona a União Europeia – Guia das instituições da União Europeia.* Luxemburgo: Serviço das Publicações da União Europeia.

Comissão Europeia (2005). Special Eurobaromether: Social Values, Science & Technology, Bruxelas: Unidade de Informação e Comunicação.

Coombs, P. H. (1968). *A crise mundial da Educação*, 2.ª ed. São Paulo: Ed. Perspectiva.

Coombs, P. H. & Ahmed, M. (1974). *Attacking rural poverty: How NFE can help*. Baltimore: John Hopkins University Press.

Creswell, J. W. (2010). *Projeto de pesquisa - métodos qualitativo, quantitativo e misto*, 3.ª ed. Porto Alegre: Artmed.

Cury, M. (Coord). (2000). *Estudo sobre centros e museus de ciências: subsídios para uma política de apoio*. São Paulo.

Cuvigny, H. (2017). *Silver Celestial Globe from Antiquity*. Disponível em https://goo.gl/e2ekB9 [Acesso em 30/10/2017].

Dekker, E. (2009). Featuring the first greek celestial globe. *Globe Studies,* (55/56), pp. 133-152. Disponível em http://www.jstor.org/stable/23993955 [Acesso em 29/10/ 2017].

Delors, J., Mufti, I., Amagi, I., Carneiro, R. et al. (1996). *Educação - Um Tesouro a Descobrir – Relatório para a UNESCO da Comissão Internacional sobre Educação para o século XXI*, 8.ª ed. Porto: Edições ASA.

DGEEC (2013). *Relatório TALIS 2013 - Crenças e práticas pedagógicas dos professores do 3º ciclo do ensino básico*. Lisboa: DGEEC.

Diniz, A.C., Dutra, J.A., Faria, P.L. (2011). Aprendizagem no Planetário: Concepções e Conhecimentos Adquiridos por Alunos do Ensino Fundamental. *Atas do VIII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em ciências - ABRAPEC*. Unicamp/Campinas/SP.

Dodge, J.H. (2006). *PSSC PHYSICS: By One Who Saw It from Beginning to End.* Disponível em http://www.compadre.org/portal/pssc/docs/Dodge.pdf [Acesso em 02/06/2017].

Duffy, E (2007). Oskar von Miller and the Art of the Electrical Exhibition: Staging Modernity in Weimar Germany, *German History*, vol. 25, Issue 4, 1 October 2007, pp. 517–538. Disponível em https://doi.org/10.1177/0266355407082762 [Acesso em 29/10/2017].

Edmunds, M., Freeth, T. (2011). Using computation to decode the first known computer. *Computer*, *44*(7), pp. 32-39.

Elsaesser, T. & Hagener, M. (2010). *Film Theory: An Introduction Through the Senses.* New York: Routledge.

Eraut, M. (2000). Non-formal learning, implicit learning and tacit knowledge. In F. Coffield (Ed.), *The Necessity of Informal Learning*. Bristol: Policy Press.

Estrela, M. T. (1999). Da (im)possibilidade actual de definir critérios de qualidade da formação de professores. *Psicologia, educação e cultura*, 3 (1), pp. 9-30.

Evans, K., Hodkinson, P. & Unwin, L. (2002). *Working to Learn: transforming learning in the workplace*. London: Kogan Page.

Falcão, D. (2009). A Divulgação da Astronomia em Observatórios e Planetários do Brasil. Revista Eletrônica ComCiência. no.112, Campinas.

Falk, J. H.; Dierking, L. D. (1998). Free-choice learning: An alternative term to informal learning?. *Informal Learning Environments Research Newsletter*, May/June. Washington, DC: American Educational Research Association.

Faria, R. P. (Org.). (1987). *Fundamentos de astronomia*, 3ª. ed. Campinas: Papirus Editora.

Ferreira, E. (2008). Games e imersão: a realidade híbrida como meio de imanência virtual. *Anais do II simpósio da ABCIber – Associação Brasileira dos pesquisadores em Cibercultura*. São Paulo: PUC.

Ferreira, A. F. C. (2009). Tecnologias alternativas de criação de conteúdos para ambientes Fulldome. Dissertação. Universidade de Aveiro.

Freitas, R.A., Germano, A.S; Aroca, S.C. (2014). Proposta de etapas para a construção de uma sessão de cúpula para o públibo em geral. In: III Simpósio Nacional de Educação em Astronomia – III SNEA 2014 – Curitiba.

Fiolhais, C., Martins, D. (2016). Reportório da ciência matemática em Portugal entre 1582 e 1623: André de Avelar em Coimbra e os jesuítas da Aula da Esfera em Lisboa. In J. E. Franco et al. (ed), *Concilio de Trento: innovar en la tradición: historia, teología y proyección*, pp. 711-718. Disponível em https://goo.gl/2hd8bH [Acesso em 20/10/2017].

Gadotti, M. (2003). *História das ideias pedagógicas*, 8.ª ed. São Paulo: Editora Afiliada.

Gardner, D.P. et al. (1983). *A Nation at Risk: The Imperative for educational reform.* Washington: U.S. Department of Education. Disponível em http://files.eric.ed.gov/fulltext/ED226006.pdf [Acesso em 03/06/2018].

Gil, F. B. (1997). Museums of Science or Science Centers: Two Opposite Realities?. M. A. A Ferreira & J. F. Rodrigues, *Museums of Science and Technology,* pp. 21-39. Lisboa: Museu de Ciência da Universidade de Lisboa/Fundação Oriente.

Gohn, M. G. (2006). Educação não-formal, participação da sociedade civil e estruturas colegiadas nas escolas. *Ensaio*: *Avaliação e Políticas Públicas Em Educação*, Vol. 14, n.º 50, pp. 27-38, jan./mar. Rio de Janeiro.

Gosciola, V. (2004). Roteiro para as Novas Mídias. XXVII Congresso Brasileiro de Ciências da Comunicação. FAMECOS/PUCRS.

HAKE, R.R. 1998. Interactive-engagement vs traditional methods: A six-thousand-student survey of mechanics test data for introductory physics courses. Am. J. Phys. 66, 64-74 https://aapt.scitation.org/doi/10.1119/1.18809.

Guimarães, R.C. & Sarsfield C. J. A. (2010). *Estatística*, 2.ª ed. Verlag Dashofer.

Hadani, H. S. & Rood, E. (2018). The Roots of STEM Success: Changing Early Learning Experiences to Build Lifelong Thinking Skills. Center for Childhood Creativity. Disponível em: https://goo.gl/o6hRpp. Acesso em 15 de junho de 2018.

Haddad, S. (2008). *Banco Mundial, OMC e FMI: o impacto nas políticas educacionais*. São Paulo: Cortez.

Hewison, J., Dowswell, T. & Millar, B. (2000). Changing patterns of training provision in the national health service: an overview. In F. Coffield (Ed.), *Differing Visions of a Learning Society*, Research Findings, Vol. 1. Bristol: The Policy Press.

Hooper-Greenhill, E. (1994). Education, communication and interpretation: towards a critical pedagogy in museums. *The educational role of the museum,* pp. 3-25. London: Routledge.

Hoskin, M. (Ed.) (1999). *The Cambridge concise history of astronomy*. Cambridge University Press.

Hutson, R. et al. (2017). A Fermi-degenerate three-dimensional optical lattice clock. *Bulletin of the American Physical Society*.

INE - GEPE (2009). *50 Anos de Estatísticas da Educação*, Vol. 1. Lisboa.

Ítalo, A. (2015). *Arte e natureza*. Rio de Janeiro: Editora PUC-Rio. Disponível em https://goo.gl/d8BVUZ [Acesso em 28/10/2017]

Iverson, P. A. (2017). The Calendar on the Antikythera Mechanism and the Corinthian Family of Calendars. *Hesperia: The Journal of the American School of Classical Studies at Athens,* vol. 86, pp. 129-203.

Jacobucci, D.F.C. (2008). Contribuições dos espaços não-formais de educação para a formação da cultura científica. *Em extensão,* Vol. 7. Uberlândia.

Kantor, C. A. (2009). Aspectos emocionais nas sessões de planetários: como categorizar?. In: Simpósio nacional de ensino de física, 18, 2009, Vitória. Atas. Vitória: SBF.

Kahn, P. (2014). Lições de coisas e ensino das ciências na França no fim do século 19: contribuição a uma história da cultura. *Revista História da Educação*. [Online] Vol. 18, n.º 43, maio/ago, pp. 183-201. Porto Alegre.

Kepler, S. O. & Saraiva, M. F. O (2014). *Astronomia e Astrofísica*. Porto Alegre: Departamento de Astronomia – Instituto de Física da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Kolb, D. A. (1984). *Experiential learning: experience as the source of learning and development*. New Jersey: Prentice-Hall.

Köptche, L. S. (2003). Análise da parceria museu-escola como experiência social e espaço de afirmação do sujeito. In Gouvêa, Guracira et al. (orgs.), *Educação e Museu: a construção social do caráter educativo dos museus de ciências*, pp. 107-128. Rio de Janeiro: Access.

Lantz, Ed. (2002). The Digital Planetarium. IPS. Wichita.

Leonardo, A. J. F. (2011). *O Instituto de Coimbra e a evolução da Física e da Química em Portugal de 1852 a 1952*. Tese de doutoramento. Coimbra: FCTUC.

Livingstone, D. W. (2001). Adults' Informal Learning: Definitions, Findings, Gaps and Future Research. *Nall Working Paper*, n.º 21. Toronto: OISE/UT.

Lopes, M. M. (1991). A favor da desescolarização dos museus. *Revista Educação & Sociedade*, n.º 40, dez.

Lühning, F. (2017). Der Gottorfer Globus - ein barockes Welttheater. Disponível em http://www.gottorferglobus.de [Acesso em 01/11/2017].

Maluf, V. J. (2000). *A Terra no espaço: a desconstrução do objeto real na construção do objeto científico.* Dissertação de Mestrado. Mato Grosso: Instituto de Educação, Universidade Federal de Mato Grosso.

Marandino, M. (2001). Interfaces na Relação Museu-Escola. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, Vol. 18, n.º 1, pp. 85-100. Florianópolis.

_____ (2004). A educação não-formal e a divulgação científica: o que pensa quem faz? *Atas do IV Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Ciências - ENPEC*. Bauru.

_____ (2017). Faz sentido ainda propor a separação entre os termos educação formal, não formal e informal?. *Ciência & Educação,* Vol. 23 n.º4, out/dez. Bauru.

Marché, J. D. (2005). Theaters of time and space: America planetaria, 1930-1970. New Brunswick, New Jersey, US: Rutgers University Press.

Maroco, J. (2011). *Análise Estatística com o SPSS Statistic*. 5ª. Edição. Edições ReportNumber.

Martin, A. *et al*. (2016). General preface to the publication of the inscriptions. *Almagest*, Vol. 7, Issue 1, 05/2016.

Martins, D. R. & Fiolhais, C. (2006). As ciências exactas e naturais em Coimbra. In. *Luz e Matéria*, dezembro, pp. 70 – 115. Museu da Ciência – Universidade de Coimbra.

Matsuura, O.T. (Org) (2014). *História da astronomia no Brasil (2013)*, Vol. 1. Recife: Companhia Editora de Pernambuco - Cepe.

MEC (s/d). *Organização curricular e programas. Ensino Básico. 1.º Ciclo. Estudo do Meio,* 4.ª ed. Lisboa: Departamento de Educação Básica.

MEC/GAVE (2001). *Resultados do estudo internacional. Pisa 2000.*

MEC (2013). *Metas Curriculares do 3.º Ciclo do Ensino Básico - Ciências Físico-Químicas*. Carlos Fiolhais (Coord.), António José Ferreira, Bernardete

Constantino, Carlos Portela, Fernanda Braguez, Graça Ventura, Rogério Nogueira, Sérgio Rodrigues.

Mendes, J. A. (2013). *Estudos do Património. Museus e Educação*, 2.ª ed. Universidade de Coimbra.

Miller, A. (2002). *Mentoring for Students and Young People: A Handbook of Effective Practice*. London: Kogan Page.

Morin, E. (s/d). Os sete saberes necessários à educação do futuro. Brasil: MEC. Disponível em http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/EdgarMorin.pdf [Acesso em 14/05/2018].

Moutinho, M.C. (2010). A Declaração de Quebec (1984). Apresentação. Maria Cristina Oliveira Bruno (org.). *O ICOM – Brasil e o Pensamento Museológico Brasileiro: documentos selecionados*, Vol. 2, pp. 52-53. São Paulo: Pinacoteca do Estado - Secretaria de Estado da Cultura. Comitê Brasileiro do Conselho Internacional de Museus.

Moutinho, M. C. (2014). Entre os museus de Foucault e os museus complexos. *Musa: Museus, Arqueologia & Outros Patrimónios*. Setúbal.

Nóvoa, A. (1992). *Os professores e a sua formação*. Lisboa: Publicações Dom Quixote.

OCDE (2018). *Pisa em foco*. Disponível em https://goo.gl/baFPp8 [Acesso em 18/03/2018].

Oliveira, G. M. (2010). *O ensino de ciências em planetários: perspectiva interdisciplinar sobre as sessões de cúpula.* Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências). São Paulo: Universidade Cruzeiro do Sul.

ONU - UN Documents (1972). *Declaration of the United Nations Conference on the Human Environment.* Disponível em http://www.un-documents.net/unchedec.htm [Acesso em 15/06/2018].

ONU (2000). *Declaração do Milénio.* Disponível em https://goo.gl/gtbYpN [Acesso em 10/06/2018].

Padilla, J. (2001). Conceptos de museos y centros interactivos. In S. Crestana et al. (org.), *Curso para Treinamento em Centros e Museus de Ciência: Educação para a ciência,* pp. 113-141. São Paulo: Editora Livraria da Física.

Paiva, K. C. M., Gomes, M. N., & Helal, D. H. (2015). Estresse Ocupacional e Síndrome de Burnout: proposição de um Modelo Integrativo e Perspectivas de Pesquisa Junto a Docentes do Ensino Superior. *Revista Gestão & Planejamento*, 16(3), pp. 285-309.

Palhares, J. A. (2008). Os sítios de educação e socialização juvenis: Experiências e representações num contexto não-escolar. *Educação, Sociedade & Culturas*, 27, pp. 109-130.

Pereira, V.S. (2006). Plínio e a sombra tutelar de Cícero. *Ágora. Estudos Clássicos em Debate*, (8).

Pessanha, J. A. M. (sel. textos) (1985). *Epicuro, Lucrécio, Cícero, Sêneca, Marco Aurélio*, 3.ª ed. São Paulo: Abril S. A. Cultural.

_____ (sel. textos) (1987). *Aristóteles*, Vol. I. São Paulo: Nova Cultural.

_____ (sel. textos) (1991). *Platão. Diálogos*, 5.ª ed. São Paulo: Nova Cultural.

Peterson, C. C. (2006). The international planetarium society: a community of planetarians facing the challenges of the 21st century. In A. Heck (org.), Organizations and Strategies in Astronomy, Vol. 6, pp. 253–274. Springer: Dordrecht.

Pimentel, K., & Teixeira, K. (1995). Virtual Reality: Through the New Looking Glass. Nova York: McGraw-Hill.

Plummer, J. D. et al. (2015). A Guide to Conducting Educational Research in the Planetarium. *Planetarian*, Vol. 44, n.º 2, pp. 8-24. June.

Price, Derek J. (1959). An ancient Greek computer. *Scientific American*, Vol. 200, pp. 60-67.

Queiroz, R. M. et al. (2011). A caracterização dos espaços não formais de educação científica para o Ensino de Ciências. *Revista Amazônica de Ensino de Ciências,* Vol. 4, n.º 7, pp. 12-23. Manaus.

Quivy, R. & Campenhoudt, L. V. (2005). *Manual de investigação em Ciências Sociais*, 4.ª ed. Lisboa: Gradiva.

Rainbird, H. (2000). Skilling the Unskilled: Access to work-based learning and the lifelong learning agenda. *Journal of Education and Work*, Vol.13 (2).

Ramos, F., Félix, P. & Perdigão, R. (2016). *Organização escolar: as turmas*. Lisboa: Conselho Nacional de Educação.

Rede Eurydice (2012). *O Ensino das Ciências na Europa: Políticas Nacionais, Práticas e Investigação*. Bruxelas: Agência de Execução relativa à Educação, ao Audiovisual e à Cultura.

Resende, K.A. (2017) A interação entre o planetário e a escola: justificativas, dificuldades e propostas. Dissertação (Mestrado em Ensino de Geografia). São Paulo: Universidade de São Paulo.

Rocha, A.P.S.G. (2000). *Herbert Spencer - Da Divergência ao Evolucionismo. Uma Educação para a Modernidade*. Lisboa: Universidade Nova de Lisboa – Faculdade de Ciências Sociais e Humanas.

Rogers, A. (2004). Looking again at non-formal and informal education. Towards a new paradigma. *The encyclopaedia of informal education*.

Rollo, M. F. (1994). Portugal e o Plano Marshall: história de uma adesão a contragosto (1947-1952). *Análise Social*, Vol. XXIX (128), (4.°), pp. 841-869.

Romanzine, J.; Batista, I. de L. (2012). Construção de uma sessão de cúpula e avaliação da mesma por alunos do ensino médio. In: Simpósio nacional de educação em astronomia. Anais, p. 233-242. São Paulo/SP.

Rorres, C. (2017). Archimedes the Mathematician I. In C. Rorres (Ed.) Archimedes in the 21st Century. Birkhäuser. Disponível em https://goo.gl/r1CjTt [Acesso em 30/10/2017].

Saviani, D. (2008). *O legado educacional do regime militar. Cadernos Cedes. Os vinte e um anos de ditadura militar no brasil e a educação,* Vol. 28 (n.º 76), set/dez, pp. 291-312. Campinas.

Schaefer, B. E. (2005). The epoch of the constellations on the Farnese Atlas and their origin in Hipparchus´s lost catalogue. *Journal for the History of*

*Astronomy*, Vol. 36, Part 2, n.º 123, pp. 167 - 196. Baton Rouge: Louisiana State University.

Scheiner, T.C. (2012). Repensando o Museu Integral: do conceito às práticas. *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Ciências Humanas*, Vol. 7, n.º 1, pp. 15-30, jan.-abr. Rio de Janeiro: Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro.

Schwab, K. (2016). *A quarta revolução industrial*. São Paulo: Edipro.

Scribner, S. & COLE, M. (1973). Cognitive Consequences of Formal and Informal Education. *Science*, Vol. 182, pp. 553 – 559.

Shaw, J., & Lantz, E. (1998). Dome Theaters: Spheres of Influence. *Tile Proceedings*, pp. 59-65.

Smith, M. K. (1996). What is non-formal education?. *The encyclopaedia of informal education.*

Sousa, H., Simões, P., Pereira, S. & Castanheira, T. (2018). *Relatório Nacional 2016 e 2017 - Provas de Aferição — Ensino Básico: Metodologia*. IAVE – Instituto de Avaliação Educativa.

Spinelli, M. (1998). *Filósofos pré-socráticos: primeiros mestres da filosofia e da ciência grega*, Vol. 81. Rio de Janeiro: Edipucrs.

Tuckman, B.W. (2000). *Manual de Investigação em Educação*. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian.

UNESCO (1998). *Declaração Mundial sobre Educação para Todos: satisfação das necessidades básicas de aprendizagem - Jomtien, 1990*.

_____ (2001). *Educação para todos: o compromisso de Dakar*. Brasília.

_____ (2002). *Constitution of the United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization*. Paris: UNESCO - Division de l'information du public.

_____ (2010). *L'UNESCO*. Paris: UNESCO - Division de l'information du public.

_____ (2016). *Educação 2030: Declaração de Incheon e Marco de Ação; rumo a uma educação de qualidade inclusiva e equitativa e à educação ao longo da vida para todos*. Brasília: UNESCO.

Vilelas, J. (2009). *Investigação: O processo de construção do conhecimento*. Lisboa: Edições Sílabo.

Volz, P. (2013). Tracing paths of history. Rudolf Straubel, Walter Bauersfeld, and the projection planetarium – Part I. *Planetarian*, Vol. 42, n.º 4. Disponível em https://goo.gl/JCT1A9 [Acesso em 26/10/2017].

_____ (2014). Tracing paths of history. Rudolf Straubel, Walter Bauersfeld, and the projection planetarium – Part II. *Planetarian*, Vol. 43, n.º 1. Disponível em https://goo.gl/bY4Ffm [Acesso em 26/10/2017].

Wallingford, R. (1976). An edition of his writings with Introduction, English Translation and Commentary, Vol. 1, p. 441. Editado por J. D. North. Oxford University Press.

Werthein, J. & Cunha, C. (2000). *Fundamentos da Nova Educação*. Brasília: UNESCO.

Wiesner, J. B. (1979). Vannevar Bush - A Biographical Memoir. *National Academy of Sciences*. Washington D.C. Disponível em https://goo.gl/8SgrqU [Acesso em 01/06/2015]

## Consultas em documentos oficiais da legislação portuguesa

Decreto-Lei n.º 139/2012, de 5 de julho do Ministério da Educação e Ciência. (Estabelece os princípios orientadores da organização e da gestão dos currículos, da avaliação dos conhecimentos e capacidades a adquirir e a desenvolver pelos alunos dos ensinos básico e secundário).

Decreto-Lei n.º 17/2016 de 4 de abril (Estabelece os princípios orientadores da avaliação das aprendizagens nos ensinos básico e secundário).

Decreto-Regulamentar n.º 13/2012, de 20 de janeiro. (Aprova a orgânica da Direcção-Geral de Estatísticas da Educação e Ciência).

Despacho n.º 15847/2007 de 23 de julho. (Define regras relativamente à autorização da Direcção-Geral de Inovação e de Desenvolvimento Curricular para aplicação de questionários ou outros inquéritos em agrupamentos de escolas e escolas não agrupadas do ensino público).

Despacho n.º 5048-B/2013 de 12 de abril (Estabelece os procedimentos exigíveis para a concretização da matrícula e repetiva renovação, e normas a observar, designadamente, na distribuição de crianças e alunos, constituição de turmas e período de funcionamento dos estabelecimentos de educação e de ensino.

Despacho Normativo n.º 4-A/2018 de 14 de fevereiro (Aprova o Regulamento das Provas de Avaliação Externa e das Provas de Equivalência à Frequência dos Ensinos Básico e Secundário).

Lei n.º 46/86 de 14 de outubro. Lei de Bases do Sistema Educativo em Portugal.

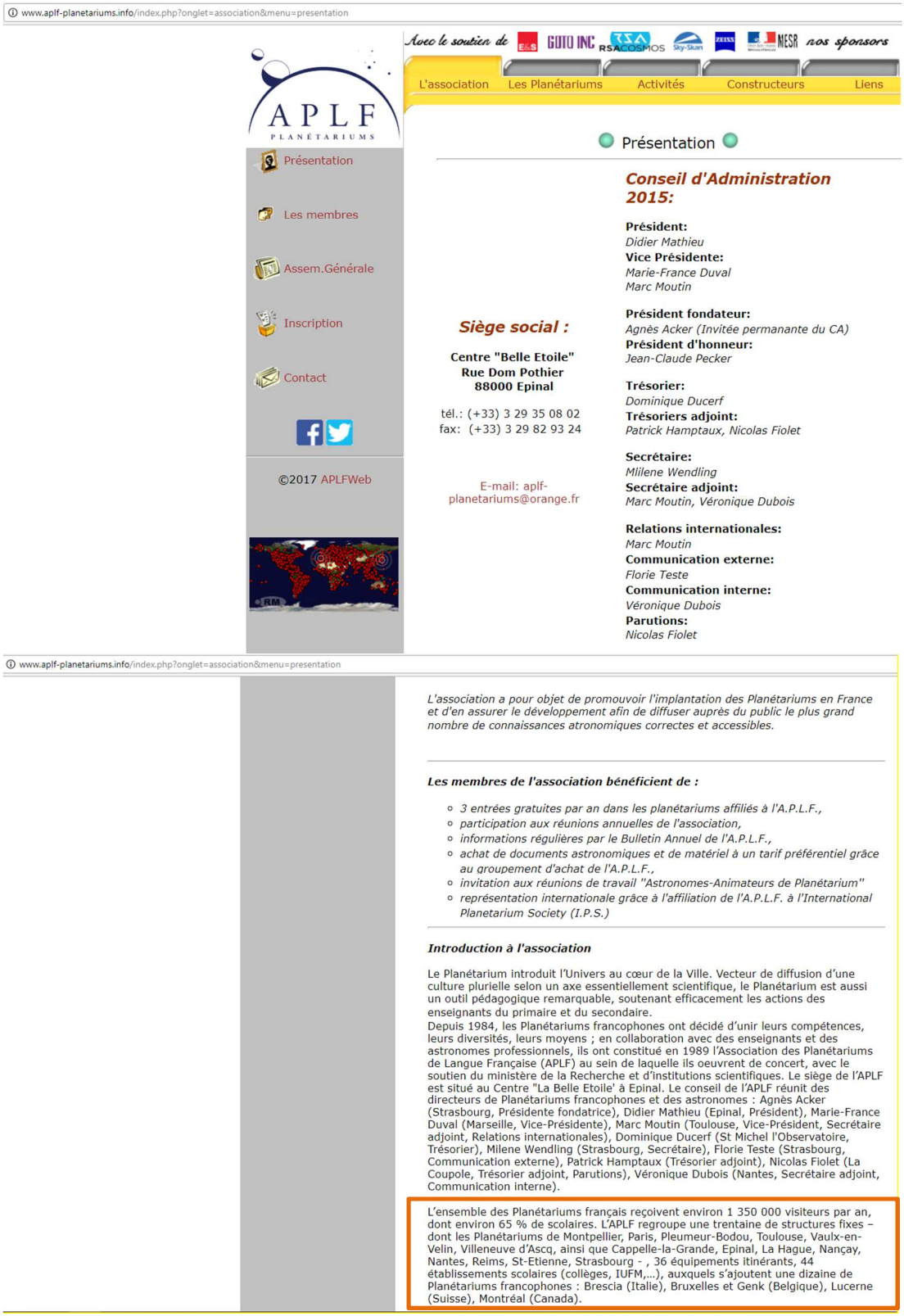
Lei 67/98 de 26 de outubro. (Transpõe para a ordem jurídica portuguesa a directiva 95/46/ce, do parlamento europeu e do conselho, de 24 de outubro de 1995, relativa à protecção das pessoas singulares no que diz respeito ao tratamento dos dados pessoais e à livre circulação desses dados).

Lei 103/2015 de 24 de agosto. (Trigésima nona alteração ao Código Penal, aprovado pelo Decreto-Lei n.º 400/82, de 23 de setembro, transpondo a Diretiva 2011/93/UE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 13 de dezembro de 2011, e cria o sistema de registo de identificação criminal de condenados pela prática de crimes contra a autodeterminação sexual e a liberdade sexual de menor; primeira alteração à Lei n.º 113/2009, de 17 de setembro; primeira alteração à Lei n.º 67/98, de 26 de outubro, e segunda alteração à Lei n.º 37/2008, de 6 de agosto).

# ANEXOS

## ANEXO 1 – Print screen do site da APLF

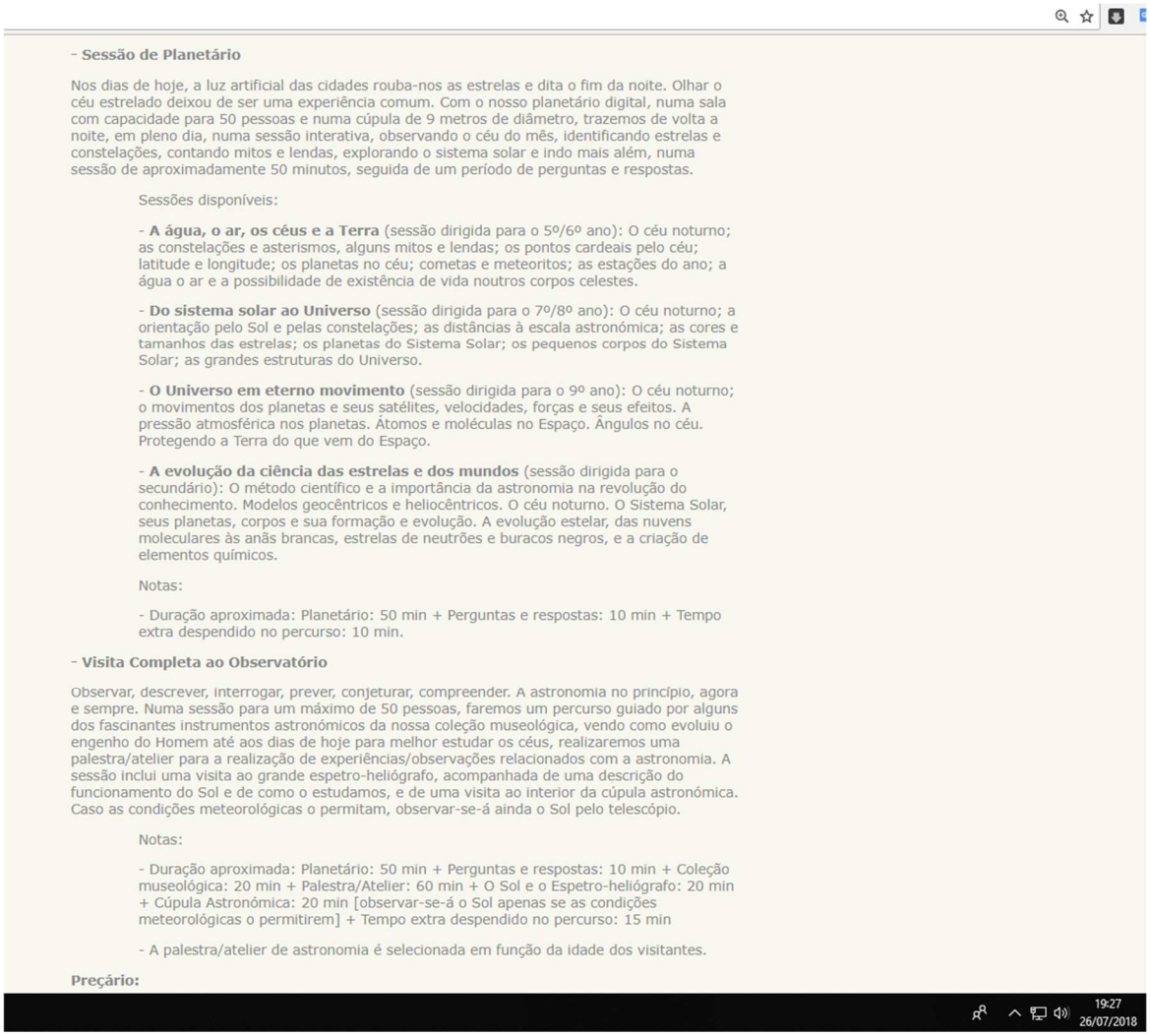
APLF – *Association des Planétariums de Langue Française*. Disponível em http://www.aplf-planetariums.info. Acesso em 30 de julho de 2018




Anexo 01 - Print screen da página da APLF

ANEXO 02 - Print screen do site do OAGUC

OAGUC – Observatório Astronómico e Geofísico da Universidade de Coimbra Disponível em: http://www.astro.mat.uc.pt/novo/observatorio/site/visitas.html. Acesso em 26 de julho de 2018.



**- Sessão de Planetário**

Nos dias de hoje, a luz artificial das cidades rouba-nos as estrelas e dita o fim da noite. Olhar o céu estrelado deixou de ser uma experiência comum. Com o nosso planetário digital, numa sala com capacidade para 50 pessoas e numa cúpula de 9 metros de diâmetro, trazemos de volta a noite, em pleno dia, numa sessão interativa, observando o céu do mês, identificando estrelas e constelações, contando mitos e lendas, explorando o sistema solar e indo mais além, numa sessão de aproximadamente 50 minutos, seguida de um período de perguntas e respostas.

Sessões disponíveis:

- **A água, o ar, os céus e a Terra** (sessão dirigida para o 5º/6º ano): O céu noturno; as constelações e asterismos, alguns mitos e lendas; os pontos cardeais pelo céu; latitude e longitude; os planetas no céu; cometas e meteoritos; as estações do ano; a água o ar e a possibilidade de existência de vida noutros corpos celestes.

- **Do sistema solar ao Universo** (sessão dirigida para o 7º/8º ano): O céu noturno; a orientação pelo Sol e pelas constelações; as distâncias à escala astronómica; as cores e tamanhos das estrelas; os planetas do Sistema Solar; os pequenos corpos do Sistema Solar; as grandes estruturas do Universo.

- **O Universo em eterno movimento** (sessão dirigida para o 9º ano): O céu noturno; o movimentos dos planetas e seus satélites, velocidades, forças e seus efeitos. A pressão atmosférica nos planetas. Átomos e moléculas no Espaço. Ângulos no céu. Protegendo a Terra do que vem do Espaço.

- **A evolução da ciência das estrelas e dos mundos** (sessão dirigida para o secundário): O método científico e a importância da astronomia na revolução do conhecimento. Modelos geocêntricos e heliocêntricos. O céu noturno. O Sistema Solar, seus planetas, corpos e sua formação e evolução. A evolução estelar, das nuvens moleculares às anãs brancas, estrelas de neutrões e buracos negros, e a criação de elementos químicos.

Notas:

- Duração aproximada: Planetário: 50 min + Perguntas e respostas: 10 min + Tempo extra despendido no percurso: 10 min.

**- Visita Completa ao Observatório**

Observar, descrever, interrogar, prever, conjeturar, compreender. A astronomia no princípio, agora e sempre. Numa sessão para um máximo de 50 pessoas, faremos um percurso guiado por alguns dos fascinantes instrumentos astronómicos da nossa coleção museológica, vendo como evoluiu o engenho do Homem até aos dias de hoje para melhor estudar os céus, realizaremos uma palestra/atelier para a realização de experiências/observações relacionados com a astronomia. A sessão inclui uma visita ao grande espetro-heliógrafo, acompanhada de uma descrição do funcionamento do Sol e de como o estudamos, e de uma visita ao interior da cúpula astronómica. Caso as condições meteorológicas o permitam, observar-se-á ainda o Sol pelo telescópio.

Notas:

- Duração aproximada: Planetário: 50 min + Perguntas e respostas: 10 min + Coleção museológica: 20 min + Palestra/Atelier: 60 min + O Sol e o Espetro-heliógrafo: 20 min + Cúpula Astronómica: 20 min [observar-se-á o Sol apenas se as condições meteorológicas o permitirem] + Tempo extra despendido no percurso: 15 min

- A palestra/atelier de astronomia é selecionada em função da idade dos visitantes.

**Preçário:**

Anexo 03 - *Script* da sessão experimental

## UMA EXCURSÃO NO CÉU NOTURNO[107]

OBSERVAÇÕES:

1. O planetarista deverá preparar a sala de projeção antes da entrada dos visitantes. Recomenda-se que a sala esteja com a sua máxima luminosidade, o projetor ligado e um som de fundo. O planetarista deverá indicar um local em que o professor acompanhante tenha acesso aos alunos com mais facilidade caso este, durante a sessão, precise de ajudar alguém que possa não se sentir bem ou chamar a atenção dos alunos. O mesmo procedimento deverá ser tomado em relação aos demais acompanhantes, se os houver. Assim, os professores e os colaboradores deverão entrar na sala de projeção antes dos alunos.

2. Após todos os visitantes estarem acomodados, o planetarista deverá dar uma breve orientação utilizando o menor tempo possível (2 ou 3 minutos) e que abranja as seguintes orientações: a) Informar o título da sessão, o tempo de duração e esclarecer que o Planetário, para esta turma, é um laboratório de estudos; b) Indicar o propósito do trabalho e os conteúdos que serão abordados; c) Recomendar que os alunos prestem a máxima atenção.

3. A sessão é dividida em três partes: a primeira parte constitui a Introdução (boas vindas e informações preliminares); a segunda parte é referente às coordenadas celestes (a esfera celeste, os pontos cardeais, as estações do ano, linhas das coordenadas celestes, coordenadas celestes como observadores internos, o equador celeste a partir da constelação de Órion, aprendendo a localizar a Estrela Polar e as coordenadas celestes em diversas latitudes); a última parte trata da faixa zodiacal (os eclipses, as fases da Lua e os planetas).

### PARTE 1 - INTRODUÇÃO E RECEÇÃO

Sejam bem-vindos ao Planetário do Observatório Geofísico e Astronómico da Universidade de Coimbra.

---

[107]Este texto faz parte da narração da "sessão de cúpula": "Uma excursão no céu noturno" tem ênfase na inclinação orbital da terra. Os capítulos e subcapítulos não foram narrados, apenas serviram para organizar a sequência dos conteúdos numa leitura normal. Algumas explicações foram repetidas nalguns momentos apenas como uma forma de reforçar a explicação.

Agradecemos que desliguem qualquer dispositivo sonoro e que emita luz.

Lembramos que, por ser um trabalho de investigação científica, não é permitido registar imagens e som, portanto, não gravem, filmem ou fotografem durante a sessão.

Esta sessão foi elaborada especialmente para servir de complemento a alguns conteúdos da Astronomia observacional. O nosso objetivo é utilizar o Planetário como um laboratório de estudos, colocando na prática a aprendizagem adquirida na educação formal.

A atenção e a concentração dos participantes são de fundamental importância para o sucesso desta sessão.

## INFORMAÇÕES PRELIMINARES

Estamos no centro de uma grande cidade. Neste sítio, poucas pessoas olham para o céu; afinal, a poluição atmosférica e a poluição luminosa provenientes dos faróis dos carros, dos edifícios e da iluminação urbana ofuscam o brilho dos astros à noite.

Observar o céu é uma das atividades mais fascinantes que podemos realizar, mas requer um pequeno conhecimento inicial que, normalmente, adquirimos na escola e alguns procedimentos básicos.

O primeiro procedimento é sempre procurar um local distante do centro das cidades. É o que vamos fazer. Quanto mais escuro o ambiente, melhor para observar o céu com os detalhes de que precisamos.

Alguns entusiastas querem de imediato comprar um telescópio, achando que verão buracos negros, galáxias, nebulosas - imagens maravilhosas do Universo. De facto são iniciativas tentadoras, mas até para direcionar um instrumento é preciso conhecer a esfera celeste. Para além disto, telescópios caseiros são ótimos apenas para objetos mais próximos, como a Lua e os planetas. Os objetos mais distantes exigem telescópios muito mais potentes, ultramodernos, de custo elevado, e muitos deles não são detetáveis através da luz visível; o olho humano não consegue ver, apesar da existência do objeto.

O Planetário é um ambiente fascinante. Aqui podemos simular uma cópia fiel do céu, mostrar a posição dos astros há milhares de anos no passado, no presente ou num futuro muito distante. Depende somente da nossa vontade.

Hoje faremos “uma excursão no céu noturno”. É bem provável que para muitos dos que estão aqui nesta sala seja a primeira vez que observarão o céu com os verdadeiros olhos de um especialista. Normalmente, as pessoas apenas admiram o céu noturno deixando-se levar pela magia e encanto de um céu estrelado, mas sem nada compreender.

Embora os temas que serão apresentados sejam de fácil compreensão, exige-se a máxima atenção. Em certos momentos vamos recorrer a informações elementares como o nascer e o pôr do Sol, por exemplo!

## PARTE 2 - COORDENADAS CELESTES

### 2.1 A ESFERA CELESTE

Pronto! Aqui parece ser um bom sítio.

Antes de começarmos a nossa "excursão no céu noturno", queremos que saibam identificar alguns pontos fundamentais. Aquele ponto imaginário que está exatamente por cima das nossas cabeças quando estamos a observar o céu em qualquer sítio chama-se zénite. Na verdade, é um ponto referencial. Aqui no Planetário, o zénite é o centro desta cúpula[108]. O horizonte é o limite inferior da cúpula ou a sua base. Os pontos cardeais dentro desta sala coincidem exatamente com os pontos cardeais lá fora. O ponto cardeal este está nesta posição e os demais formam um quadrante a 90 graus entre si. Todas as vezes que falarmos dos pontos cardeais, aparecerão estas linhas identificando-os.

Já começamos a ver algumas estrelas e, à medida que os nossos olhos se acostumam à falta de claridade, mais estrelas passam a surgir. Quanto mais escuro, mais estrelas se veem; até parece que o céu é uma concha cravejada de pedras preciosas.

Além destas estrelas que vemos, há mais de 100 mil milhões de outras estrelas, somente na nossa galáxia[109]. Para além disto, sabemos que há milhões de galáxias no Universo, mas o olho humano só consegue ver estrelas da nossa galáxia. Os astrónomos calculam que podemos distinguir, aproximadamente, umas quatro mil e quinhentas estrelas de cada vez, mas esta quantidade é variável, pois depende de vários fatores como a claridade do céu, as condições climáticas, a poluição, o limite visual de cada pessoa, dentre outras condições[110].

É bem provável que estejam a pensar que as estrelas estão paradas, mas aqui no Planetário apresentamos uma cópia fiel do céu. É assim que vemos o céu numa noite qualquer; como se todos os astros estivessem imóveis.

Imaginar que as estrelas estão estáticas é apenas uma perceção visual. Não se esqueçam de que no equador terrestre, a Terra gira em torno do seu eixo

---

[108] A definição do termo "zénite" foi previamente esclarecida aos alunos, através do "protocolo de intenções".

[109] O número de estrelas estimado no Universo é variável de acordo com as fontes. Neste texto seguimos as informações contidas no *site* da Agência Espacial Europeia. Disponível em https://goo.gl/bYpxBb. Acesso em Dezembro de 2017.

[110] Estes dados foram retirados do *Yale Bright Star Catalog*. Disponível em http://tdc-www.harvard.edu/catalogs/bsc5.html. Acesso em Janeiro de 2018.

imaginário a cerca de 1.660km por hora e, ao mesmo tempo, gira em torno do Sol à impressionante velocidade de 110.000km por hora. Apenas não vemos o deslocamento dos astros devido às suas enormes distâncias.

Se a Terra tivesse somente o movimento de rotação, as estrelas voltariam para a mesma posição a cada vinte e quatro horas, aproximadamente. Vamos acelerar os movimentos da Terra. Um dia aqui terá apenas noventa segundos e para termos certeza de que todas as estrelas voltarão para a mesma posição, marcaremos com um círculo uma estrela qualquer. Esta, por exemplo!

Preparem-se! Quem não se sentir bem, feche os olhos!

Lembrem-se de que não são as estrelas que giram! É a Terra que gira de oeste para este.

Vejam o Sol! Mas Sol e estrelas ao mesmo tempo? É que aqui estamos a considerar a Terra sem a atmosfera. Se mantivéssemos a atmosfera, todas as vezes que o Sol surgisse seria dia claro. Assim! O Sol ofusca o brilho das estrelas[111].

Este movimento denomina-se "movimento aparente das estrelas" ou "movimento aparente da esfera celeste".

Pronto! Aproximadamente vinte e quatro horas em noventa segundos. Reparem na estrela que assinalamos na nossa partida. Considerando somente o movimento de rotação, as estrelas voltariam para a mesma posição todos os dias no mesmo horário, porém, devido ao movimento de translação, todos os dias as estrelas nascem com uma diferença aproximada de um grau em relação ao dia anterior, mas um grau é tão impercetível que achamos que todos os astros estão no mesmo local. Se hoje avistarmos uma determinada estrela mais ou menos nesta posição às 20 horas, amanhã, neste mesmo horário, a mesma estrela estará a um grau desta posição, portanto, daqui a trinta dias, aproximadamente, neste mesmo horário, estará a 30 graus desta posição, daqui a três meses, neste mesmo horário, sensivelmente no meio do céu, em seis meses, neste mesmo horário, estará no horizonte oeste, e só voltará à posição inicial às 20 horas, decorridos, aproximadamente, 365 dias. Para que mostrássemos estes deslocamentos teríamos que acelerar os movimentos da Terra, do mesmo modo que fizemos há pouco, 365 vezes; a multiplicar cada movimento por noventa segundos, daria um pouco mais de nove horas. Além de não termos todo este tempo, achamos desnecessário realizar esta demonstração, pois é de fácil compreensão.

Os povos da antiguidade não tinham um planetário, mas eles eram mais observadores do céu do que nós e desde cedo descobriram estes movimentos aparentes. A diferença é que eles imaginavam que a Terra estava parada e todos os astros, encravados em esferas a girar em torno da Terra. Foi desta observação que surgiu a teoria geocêntrica. Somente por volta do século XVI é que alguns estudiosos começaram a defender a teoria heliocêntrica.

---

[111] Amostra dos efeitos que a atmosfera provoca durante o dia e durante a noite.

## 2.2. OS PONTOS CARDEAIS E AS ESTAÇÕES DO ANO

Apesar da aceleração que provocamos nos movimentos da Terra, os pontos cardeais permaneceram nas mesmas posições.

O Sol, a Lua e os planetas que estão mais perto da Terra do que as estrelas apresentam movimentos aparentes diferenciados, ou seja, não acompanham o movimento aparente das estrelas. Para além disto, alguém que observasse o nascer do Sol diariamente perceberia que o nosso astro-rei surge em posições diferentes. Mais ou menos assim! Queremos dizer que o Sol não nasce todos os dias no ponto cardeal este. Vamos retomar os manuais da escola.

Estamos acostumados a ver uma imagem semelhante a esta nos livros didáticos como observadores externos[112]. A Terra realiza quase um círculo em torno do Sol, durante o ano, no seu movimento de translação, a formar um plano imaginário. Se pudéssemos olhar este plano de perfil, a uma certa distância, veríamos este plano como se fosse uma linha e observaríamos o nosso planeta a passar na frente do Sol periodicamente. Vamos mostrar de uma forma mais dinâmica, incluindo agora todos os planetas.

Pois bem! Em relação à perpendicular deste plano, a Terra gira em torno do seu eixo imaginário inclinado a 23,5 graus. É esta inclinação do eixo imaginário da Terra que faz com que, ao longo do ano, vejamos o Sol surgir e desaparecer no horizonte em posições diferentes.

Vamos deixar, por um momento, as linhas que assinalam os pontos cardeais.

Por volta do dia 21 de dezembro, o Sol surgia na posição máxima sul, em relação ao ponto cardeal este, mais precisamente a 23,5 graus. Quando o Sol aparece nesta posição, dizemos que os habitantes do hemisfério sul estão no solstício de verão e os habitantes do hemisfério norte no solstício de inverno. A partir daquele dia, o Sol surge diariamente um pouco mais próximo do este. Por volta do dia 20 de março, o Sol estará exatamente no ponto cardeal este. É o equinócio da primavera para os habitantes do hemisfério norte e o equinócio do outono para os habitantes do hemisfério sul. A partir daquela data começará a afastar-se até 23,5 graus para o norte, e por volta do dia 21 de junho surgirá na sua posição máxima norte: é o solstício de verão para os habitantes do hemisfério norte e o solstício de inverno para os habitantes do hemisfério sul. Por volta do dia 23 de setembro estará a surgir, novamente, no ponto cardeal este - o equinócio de outono para os povos do norte e o equinócio de primavera para os povos do sul. Daí em diante repetirá o ciclo.

---

[112] Os termos: “observadores internos” e “observadores externos” foram previamente esclarecidos aos alunos, através do “protocolo de intenções”.

Devido à inclinação do eixo imaginário do nosso planeta em relação ao plano da eclíptica concluímos que o Sol não nasce todos os dias no ponto cardeal este[113].

## 2.3 LINHAS DAS COORDENADAS CELESTES

Mas com tantas estrelas, visíveis e invisíveis para o olho humano, já se perguntaram como é que os astrónomos conseguem identificá-las? Estão tão dispersas ao acaso que até parecem ser as mesmas estrelas durante todo o ano. É que os astrónomos utilizam as coordenadas celestes. Lembram-se das coordenadas geográficas? É parecido! Vamos retomar os manuais da escola.

Aqui está a Terra. Dividindo-a imaginariamente em duas partes iguais por uma linha imaginária, o equador terrestre, temos o hemisfério norte e o hemisfério sul. Neste corte ilusório assinalam-se zero graus, portanto, temos o Polo Norte a 90 graus positivos e o Polo Sul a 90 graus negativos. A latitude de cada localidade é definida pelos paralelos e a longitude pelos meridianos.

Pois bem! No sistema de coordenadas celestes, o céu seria uma grande esfera com a Terra no seu centro. Embora o céu não seja uma esfera, os astrónomos imaginam-no como se fosse, é um artifício para localizar os astros com precisão. Neste sistema de coordenadas, todas aquelas linhas imaginárias da Terra estão igualmente representadas no céu. É como se o céu fosse um espelho a refletir as linhas imaginárias da Terra.

Na Terra temos o equador terrestre; no céu, o equador celeste. Estes são os paralelos representados na Terra; igualmente, os paralelos representados na esfera celeste. As linhas dos meridianos na Terra são representadas pelas linhas dos meridianos da esfera celeste. Eis o Polo Norte da Terra e alinhado com o eixo imaginário de rotação do nosso planeta, o polo norte celeste. Igualmente, o Polo Sul da Terra e este, o polo sul celeste.

Assim como o equador terrestre separa a Terra em dois hemisférios, o equador celeste também separa o céu em dois hemisférios celestes, o sul e o norte, portanto, vejam que as linhas imaginárias das coordenadas celestes nada mais são que cópias das linhas imaginárias das coordenadas geográficas.

Um observador que estivesse em cima da linha do equador terrestre observaria o equador celeste exatamente por cima da sua cabeça. Quando este observador se deslocar para o norte da Terra, o zénite continuará a ser observado por cima da sua cabeça, mas o equador celeste será visto para o sul, na mesma quantidade de graus do seu deslocamento. Basta lembrarmo-nos de quando nos deslocamos na Terra num veículo qualquer. Ao andar para a frente, parece-nos que é a paisagem que vai a andar para trás. Simultaneamente, alguém que estivesse nos polos da Terra veria o equador celeste no horizonte.

---

[113] Enfatiza-se esta informação, a repetir propositadamente.

Aqui é fácil entender, pois estamos como observadores externos; porém, como vemos estas linhas imaginárias no céu? Vamos demonstrar estas informações tomando sempre duas localidades como referência: Coimbra e alguma cidade que esteja sobre a linha do equador terrestre[114].

### 2.3.1 COORDENADAS CELESTES COMO OBSERVADORES INTERNOS

Alguém que more sobre o equador terrestre, em Quito, capital do Equador, ou no Ilhéu das Rolas, em São Tomé e Príncipe, por exemplo, veria estas linhas imaginárias assim. O equador celeste estará exatamente no meio do céu, ou seja, no zénite, unindo os pontos leste ao oeste. Por outras palavras, o equador celeste estará por cima da cabeça dos observadores naquela latitude, portanto, esta pessoa verá o polo norte celeste no horizonte norte; deixemos uma seta assinalando no céu este polo e, do outro lado, o polo sul celeste no horizonte sul; de modo igual, indicá-lo-emos com uma seta.

Vamos tirar todas estas linhas e deixar somente o equador celeste, que é o que nos interessa neste momento. O equador celeste divide o céu em duas partes: o hemisfério norte celeste e o hemisfério sul celeste.

Os habitantes de Coimbra não veem o equador celeste nesta posição, pois a latitude de Coimbra é de, aproximadamente, 40 graus norte, ou seja, nós deslocamo-nos 40 graus para o norte da Terra a partir do equador terrestre, portanto, o equador celeste em Coimbra une os pontos cardeais este e oeste, mas inclina-se 40 graus para o sul a partir do zénite.

Poderemos utilizar o seguinte expediente para clarificar. É um artifício! Vamos medir 40 graus para o sul. Do zénite até chegar ao horizonte sul temos 90 graus. Consideremos 40 graus. Aqui! Portanto, observaremos o nosso equador celeste nesta posição. Projetemos todas as linhas, novamente. Reparem que o polo norte celeste subiu 40 graus em relação ao horizonte norte e o polo sul celeste desceu no horizonte sul 40 graus - já não é possível vê-lo.

Boa parte do céu que vemos, a partir de Coimbra, é do hemisfério norte celeste, mas ainda assim é possível ver uma parte do hemisfério sul celeste.

Se as estrelas giram aparentemente paralelas ao equador celeste, podemos concluir que o movimento aparente da esfera celeste não será igual em todos os lugares da Terra, a depender da latitude do observador.

Observem o movimento aparente das estrelas para um observador que está na latitude de Coimbra. Agora comparem com o movimento aparente das estrelas na latitude de zero graus, ou seja, no equador terrestre.

---

[114] O objetivo é que a partir de duas localidades, os participantes desta sessão possam deduzir a posição do equador celeste em outras latitudes.

### 2.3.2 O EQUADOR CELESTE A PARTIR DA CONSTELAÇÃO DE ÓRION

Há uma maneira mais simples de definir o equador celeste, mas só é possível utilizar esta modalidade no inverno. Mesmo assim vamos procurar demonstrá-la. Consiste em identificar a constelação de Órion, talvez a constelação mais simples de localizar.

Localiza-se a constelação de Órion pelas Três Marias. Aqui estão! Uma, duas e três: Alnitaka, Alnilan e Mintaka. Elas estão no zénite porque neste momento estamos a observar o céu como se estivéssemos no equador terrestre. Na mitologia grega, Órion era um grande caçador reconhecido por estas estrelas que adornavam o seu cinturão. Observem que as Três Marias estão centradas num quadrilátero que chama a nossa atenção naturalmente, pois são estrelas brilhantes no céu noturno. Estas duas estrelas - que estão no hemisfério celeste norte, representam os ombros do gigante, as outras duas, no hemisfério sul, estão nos membros inferiores. Vamos brincar ao "ligar os pontos". Reparem quanta imaginação! Aqui, o corpo do gigante. Numa das mãos leva a pele de um leão, na outra a sua arma de caça. A estrela Mintaka está ao pé do equador celeste. Basta, portanto, traçar uma linha de este para o oeste, passando próximo desta estrela para encontrar o equador celeste.

De modo igual, podem fazer os observadores em diversas latitudes. Em Coimbra poderíamos observar assim. Infelizmente esta modalidade de encontrar o equador celeste somente é possível no inverno, pois no verão, na nossa cidade, a constelação de Órion estará na parte clara do dia.

### 2.3.3 APRENDENDO A LOCALIZAR A ESTRELA POLAR

Vamos dar um passeio por diversas latitudes para observar como o céu se movimenta aparentemente em múltiplas localidades, mas para não ficarmos sem referências, devido à imensa quantidade de estrelas, teremos em conta apenas as Três Marias (que se encontram agora próximas do horizonte oeste) e a Estrela Polar. A posição privilegiada da Estrela Polar permite que nos orientemos numa "excursão no céu noturno". Por ela, encontramos com facilidade os pontos cardeais à noite e sabemos calcular, aproximadamente, a nossa latitude na Terra.

Para localizar com facilidade a Estrela Polar, que se encontra na constelação de Ursa Menor, localizaremos primeiramente a Ursa Maior. Reparem nestas quatro estrelas. Chamam a nossa atenção, naturalmente. Ao lado, um segmento de estrelas que se destaca. E se uníssimos estas estrelas como se fosse um jogo de "ligue os pontos"? Desta maneira! Que figura poderíamos imaginar? Uma caçarola? Uma perna? Uma carroça? Podem imaginar o que quiserem, mas trata-se de uma grande ursa. Isto mesmo! É a constelação de Ursa Maior! Como se não bastasse, acreditamos que poucas pessoas já viram uma ursa com uma cauda tão grande. O importante é que, tendo a convicção de que estão a olhar para o grupo certo de

estrelas, atentem somente no traçado que une estas duas estrelas e, a seguir, na mesma direção, contem cinco vezes esta medida. Assim! Uma, duas, três, quatro e cinco vezes. Mesmo que não façam isto de uma forma linear, não há problema, com certeza encontrarão esta estrela no trajeto. É a tão falada Estrela Polar, que os antigos navegadores utilizavam como referência nas suas orientações ao navegar nos oceanos. Ela está tão próxima do polo norte celeste que a considerar a mesma latitude parece não alterar a sua posição. Por sua vez, esta estrela está na ponta da cauda da Ursa Menor. Outra ursa com a calda desproporcionada. Reparem que esta constelação tem quase o mesmo formato da Ursa Maior, sendo apenas menor e com a sua posição invertida.

A altura da Estrela Polar identifica a latitude do observador. Como já sabemos, Coimbra está a aproximadamente 40 graus norte, portanto, esta estrela está 40 graus acima do horizonte norte. Agora vejam como se procuram os pontos cardeais à noite. Toma-se a Estrela Polar, traça-se uma linha perpendicular ao horizonte e encontra-se o norte geográfico. Sabendo onde está o norte geográfico, sabe-se a posição dos outros pontos cardeais.

Para que todos compreendam porque a Estrela Polar é tão notável, executaremos um movimento que só realizamos em sessões especiais como esta. Vamos acelerar os movimentos da Terra de tal ordem que cinco dias terão apenas um segundo. O que queremos mostrar é que a Estrela Polar praticamente não muda de posição ao longo do tempo para um observar que esteja sempre na mesma latitude. Olhem, portanto, somente para a Estrela Polar. Preparem-se!

Como puderam perceber, todas as estrelas giravam aparentemente em volta da Estrela Polar. Se pudéssemos gravar este movimento veríamos uma imagem mais ou menos assim e poderíamos ver o rasto das estrelas.

### 2.3.4 COORDENADAS CELESTES EM DIVERSAS LATITUDES

Muito bem! Agora podemos realizar o nosso passeio! Acompanhem as Três Marias e a Estrela Polar. A linha do equador celeste ficará visível em todas as latitudes durante a nossa viagem. As setas tentarão acompanhar a Estrela Polar e as Três Marias.

Estamos em Coimbra, na latitude de 40 graus, agora 50 graus, 60 graus, 70 graus. Observem onde está o equador celeste, quase no horizonte sul, pois como vamos para norte, o equador celeste desloca-se para o sul, a partir do zénite. Aqui é como se estivéssemos a olhar o céu no extremo norte da Finlândia. A Estrela Polar subiu 70 graus em relação ao horizonte e está quase no zénite para os observadores daquela latitude. Continuemos a nossa viagem! Agora 80 graus, 90 graus. Nesta latitude, o equador celeste coincide com o horizonte e, como as estrelas giram paralelas ao equador celeste, como já sabemos, vemos sempre as mesmas estrelas durante todo o ano. Não conseguimos ver as Três Marias, e a Estrela Polar

está agora bem no meio do céu, no zénite, como se estivéssemos a observar o céu no polo norte.

Se inclinarmos a cabeça para olhar um relógio no nosso pulso, com as estrelas a refletir no mostrador do relógio, perceberemos que as estrelas giram no mesmo sentido dos ponteiros. Nesta latitude, os raios solares chegam tão inclinados que aquecem muito pouco esta região. As temperaturas mais elevadas chegam a 25 graus negativos.

Vamos voltar a Coimbra e viajar para o outro polo da Terra, o polo sul. Agora 85 graus, 80 graus, 75 graus, 70 graus.

Ups! Estamos com sorte. Um momento de rara beleza somente visto nas latitudes mais altas da Terra: a Aurora Boreal. São partículas dos raios do Sol que impactam no campo magnético da Terra. Realmente é de uma beleza indescritível, mas precisamos continuar a nossa excursão.

Agora 60 graus, 50 graus, 40 graus. Chegamos a Coimbra. Mas o nosso destino é o polo sul, na direção do Brasil, Argentina, na Antártica. As setas continuarão a apontar para a Estrela Polar e para as Três Marias. Reparem que agora a Estrela Polar se aproximará do horizonte e as Três Marias ganharão altura no céu. Estamos a 30 graus, 20 graus, 10 graus, zero graus. Estamos no equador terrestre, a zero graus. Como já vimos anteriormente, as Três Marias estão ao pé do equador celeste, e quase já não é possível ver a Estrela Polar no horizonte norte. Vamos para o polo sul. Agora, 10 graus sul; já não é possível ver a Estrela Polar; 20 graus sul, 30 graus, 40, 50, 60, 70, 80 graus, 90 graus sul. Pronto! Estamos a observar o céu a partir do polo sul. Novamente o equador celeste confunde-se com o horizonte. Como no polo norte, as estrelas são sempre as mesmas durante todo o ano, mas um detalhe, giram, aparentemente, no sentido contrário. Novamente, se inclinarem a cabeça para olhar um relógio no vosso pulso, e se as estrelas estivessem a refletir-se no vidro do relógio, perceberiam que as estrelas giram no sentido anti-horário.

Segundo alguns estudiosos, o frio aqui no polo sul é mais rigoroso do que no polo norte. Dificilmente a temperatura é superior a 35 graus negativos! Mas voltemos rapidamente a Coimbra!

Estamos quase a terminar a nossa sessão de cúpula. Acreditem! Com as informações dadas até este momento, os nossos convidados deram os primeiros passos na Astronomia observacional. O que fizemos foi apenas retomar alguns conhecimentos adquiridos na educação formal em diversas disciplinas e demonstramo-los no nosso laboratório.

## PARTE 3 - FAIXA ZODIACAL

Há uma faixa no céu muito importante para um observador que se proponha localizar os astros. Chama-se “faixa zodiacal”. É dentro desta faixa que localizamos

as constelações zodiacais, os planetas do Sistema Solar, onde ocorrem as fases da Lua, os eclipses e por onde o Sol realiza a sua trajetória aparente anual. Vamos retomar os manuais da escola.

Lembram-se desta imagem? Os planetas giram em torno no Sol quase num mesmo plano. Vistos de perfil, parecem formar uma linha. Imaginem o quão distantes estaríamos para os observar assim. Com certeza, toda a gente compreendeu isto.

Para o nosso caso, atentemos apenas na Terra. Aqui está o nosso planeta e estamos como observadores externos. Sabemos que é a Terra que gira em torno do Sol mas, apenas para uma ilustração didática, vamos deixar o Sol a girar em torno da Terra.

Se a Terra não estivesse com o seu eixo imaginário inclinado em relação à perpendicular deste plano, a trajetória aparente do Sol iria coincidir com o equador celeste, o Sol sempre estaria no meio dos dois hemisférios; porém, uma vez que o eixo imaginário da terra está inclinado 23,5 graus em relação ao plano de sua órbita em torno do Sol, reparem na imagem que o Sol permanecerá seis meses no hemisfério norte celeste e seis meses no hemisfério sul celeste[115]. Se tomarmos a posição máxima norte do Sol e a máxima posição sul durante o ano, forma-se uma faixa no céu. É dentro desta faixa que vemos o Sol no seu deslocamento aparente anual. Nesta trajetória, o Sol cruza o equador celeste em dois momentos durante o ano.

Este caminho aparente do Sol precisaria de ter uma denominação e, como a Terra, o Sol e a Lua ocasionalmente estão alinhados numa mesma direção, a formar os eclipses, os astrónomos resolveram denominá-lo eclíptica.

Vamos procurar esta faixa no céu como observadores internos. Aqui está o equador celeste para os habitantes de Coimbra. Esta é a linha da eclíptica, o caminho aparente do Sol durante o ano. Se pudéssemos acelerar os movimentos da Terra veríamos que a eclíptica chega a uma posição máxima norte, volta, cruza o equador celeste, chega a uma posição máxima sul e vai repetir o ciclo, como vimos na ilustração há pouco, portanto, aqui estão os dois extremos desta faixa. Percebam nesta simulação que o Sol permanece seis meses no hemisfério norte celeste e seis meses no hemisfério sul celeste.

## 3.1 OS ECLIPSES

O Sol e a Lua têm o mesmo diâmetro aparente médio. Ambos ocupam meio grau da esfera celeste. Para efeito didático vamos imaginar que o tamanho desta Lua seja de meio grau. Se colocássemos o Sol na mesma distância da Lua, não seria possível vê-lo por completo no céu, pois o diâmetro do Sol é, aproximadamente, 400

[115] Repete-se propositadamente esta informação.

vezes maior que o diâmetro do nosso satélite; porém, como a distância média do Sol é de 150 milhões de quilómetros, o Sol coincide com o diâmetro aparente médio da Lua, que se encontra a uma distância média de 380.000km da Terra. É devido a esta coincidência que a Lua pode ocultar quase completamente o Sol em certos momentos para os habitantes de uma dada região e tornar-se um dos fenómenos mais espetaculares vistos a olho nu: o eclipse.

O Sol ilumina a Terra e a Lua ao mesmo tempo. Pela sombra da Lua e da Terra, nestas imagens, é possível imaginar onde está o Sol.

Em certos momentos, a Lua oculta a luz do Sol para uma certa região da Terra - é o eclipse solar; noutros momentos é a Lua que passa na sombra que a Terra faz no espaço e ocorre o eclipse lunar.

## 3.2 AS FASES DA LUA

Nesta animação vamos desprezar os movimentos da Terra e o facto de as imagens não respeitarem proporções de tamanho e distâncias. Temos o sistema Sol-Terra-Lua como seria visto por um observador externo a olhar diretamente para o polo sul da Terra.

Nesta posição vemos a Lua a girar no sentido horário; curiosamente, seria o mesmo sentido de rotação do nosso planeta.

Independente dos movimentos da Terra, em certos momentos a Lua estará entre o Sol e a Terra; noutros momentos é a Terra que está entre o Sol e a Lua.

Como a translação da Lua em torno da Terra é quase um círculo, dizemos que este afastamento entre o Sol e a Lua é "angular"[116], portanto, a Lua pode estar separada do Sol, durante uma lunação, entre os ângulos 0 e 180 graus. Os astrónomos definem as fases da Lua conforme esta distância em ângulos.

Na fase da Lua Nova, o nosso satélite está bem próximo de 0 graus; um observador na Terra não pode ver a parte iluminada da Lua. Sensivelmente, uma semana depois, o nosso satélite está a 90 graus de distância do Sol; um observador na Terra consegue testemunhar a metade da parte iluminada, ou seja, ¼ da Lua. Cerca de uma semana mais tarde, a Lua está a 180 graus de distância angular do nosso astro-rei, é a Lua Cheia. É a distância angular máxima da Lua. Um observador em qualquer latitude terrestre observa a face voltada para a Terra completamente iluminada. A partir desta fase, a distância angular da Lua começa a diminuir e, no final da terceira semana, o nosso satélite está afastado do Sol novamente 90 graus. Um espectador na Terra consegue observar a metade da parte

[116] Não temos apenas ângulos em círculos. Foi utilizada esta expressão para facilitar a compreensão pelos alunos, pois nesta fase escolar ainda está muito arraigada a associação de ângulos a círculos.

iluminada, ou seja, ¼ da Lua[117]. Os ângulos continuam a diminuir e quando completar 29,5 dias, recomeça o ciclo lunar.

Depois destas informações como observadores externos vamos simular um céu noturno desprezando as estrelas, os demais astros e os efeitos da atmosfera.

Todos os meses, num certo dia, observamos este espetáculo no céu. A fase da Lua Cheia. Lua e Sol estão separados 180 graus. No dia seguinte, a Lua e o Sol começam a diminuir a sua distância angular. A cada dia que passa, estes dois astros estão mais próximos um do outro. Ao ficarem afastados 90 graus, a metade da face voltada para a Terra encontra-se iluminada, é a fase do Quarto Minguante, quando o lado iluminado está virado para o nascente. Uma semana depois, a Lua e o Sol estão na mesma direção, a distância angular é de 0 graus - Lua Nova. As noites da Lua Nova são escuras, pois a Lua não reflete a luz do Sol para a Terra. Na continuação do ciclo lunar, sete dias depois o nosso satélite encontra-se novamente a 90 graus - o Quarto Crescente. Nesta fase, a parte iluminada está virada para o poente. Ao completar 29,5 dias reaparece a Lua Cheia.

## 3.3 AS CONTELAÇÕES ZODIACAIS

Uma boa alternativa para localizar os astros é conhecer as constelações. Os povos da antiguidade criaram figuras imaginárias no céu, tomando as estrelas, como se elas estivessem num mesmo plano e pudéssemos ligar umas às outras num jogo de "ligue os pontos"; o objetivo era definir certas posições no céu durante o ano. Criaram-se assim as constelações. Foi desta maneira que aprendemos a localizar a constelação de Órion, da Ursa Maior e a da Ursa Menor[118].

Na astronomia moderna definem-se as constelações como a divisão da esfera celeste em pequenas regiões. Assim!

Há 88 regiões definidas, mas vemos menos de metade delas de cada vez que estamos a observar o céu. As suas denominações são dadas originalmente em latim. Embora as constelações já não sejam figuras imaginárias como no passado, as regiões foram criadas a partir daquelas figuras. Algumas são denominadas com nomes de animais, outras de objetos, mas há também figuras geométricas e personagens mitológicas. De uma forma mais artística podem ser representadas assim, como num jogo de "ligue os pontos", ou ainda como figuras.

As constelações que estão no hemisfério norte celeste são denominadas constelações boreais, as que estão no hemisfério sul celeste são as constelações austrais. Não há nenhuma necessidade de saber identificar todas estas constelações

---

[117] Não foi informado propositadamente nesta demonstração a que quarto da Lua se fazia referência. A ideia era demonstrar o conceito de fração lunar. As denominações foram atribuídas na segunda parte destas explicações.

[118] Repetem-se propositadamente as informações já referenciadas.

no céu; no entanto, além da constelação de Órion, Ursa Maior e Ursa Menor, há um grupo de constelações que, se as souberem localizar, vão permitir-vos encontrar os planetas com mais facilidade. Elas estão dentro da faixa zodiacal, e a eclíptica cruza estas constelações. Todos os habitantes da Terra, onde quer que estejam, veem este grupo de constelações, pois elas estão no caminho aparente do Sol. São denominadas constelações zodiacais. Zodíaco é uma palavra que significa círculo de animais e, por este motivo, a faixa que estamos a comentar foi denominada "faixa zodiacal".

São treze constelações zodiacais. Não podemos ver as treze constelações zodiacais num mesmo momento, apenas cinco ou seis de cada vez. Nesta noite, por exemplo, podemos observar Leão, Caranguejo, Gémeos, Touro, Carneiro e Peixes. Reparem que a eclíptica cruza estas constelações e de agora em diante esta linha imaginária ficará permanente para que possamos acompanhá-la. Vamos mostrar todas estas treze constelações a começar com Leão, que está bem à nossa frente. É possível deduzir que quando aparecer uma constelação no nascente desaparecerá outra no poente.

Depois de Leão surge a constelação de Virgem. A seguir é a vez de Balança, a única que não é animal, mas manteve-se como constelação zodiacal, pois Balança pertencia à constelação de Virgem no passado. Depois de Balança vem Escorpião, uma das mais fáceis de localizar, pois num jogo de "ligue os pontos", o desenho imaginário parece-se realmente com o nome a que se refere.

Ao lado de Escorpião há uma constelação que pouco se comenta: denomina-se Serpentário ou Ofiúco. Depois de Escorpião e Ofiúco vem Sagitário, uma figura mitológica, metade homem, metade animal. É próximo desta constelação que se encontra o centro da nossa galáxia. Quando estiverem a observar o céu e identificarem uma mancha branca no sentido norte-sul, parecendo nuvens entre as estrelas, mais ou menos assim, é a parte central da Via Láctea. A seguir vem Capricórnio. Não se esqueçam de acompanhar a linha da eclíptica. Depois Aquário. A constelação de Peixes é representada por dois peixes unidos por uma fina corda. Logo depois surge Carneiro, seguidamente Touro. Gémeos, Caranguejo e Leão. Pronto! Acabamos de dar uma volta completa na esfera celeste.

Uma vez que os planetas estão próximos da linha da eclíptica e que a eclíptica cruza as constelações zodiacais, basta procurar as constelações zodiacais para encontrar com mais facilidade os planetas.

## PARTE 4 – OS PLANETAS

Nem sempre conseguimos ver os planetas em todas as noites, pois às vezes eles estão na parte clara do dia. Reparem nesta simulação. O primeiro que aparece aqui é Júpiter, depois Marte, Saturno, Mercúrio e Vénus quase na frente do Sol. É assim que estão os planetas por estes dias por volta das 10 horas da manhã.

Dos oito planetas existentes no Sistema Solar vamos eliminar a Terra, pois não a vamos ver no céu, e os planetas Úrano e Neptuno, pois estes não podem ser vistos a olho nu, somente com telescópios.

Para quem nunca procurou um planeta no céu, é preciso saber que eles se parecem com estrelas quando vistos a olho nu, por isto mesmo exige-se um pouco de treino para os identificar. Também não vemos o seu deslocamento tão rápido como vamos aqui demonstrar. É apenas um artifício didático.

Consideremos por agora somente os dois planetas que estão entre a Terra e o Sol: Mercúrio e Vénus. Estes planetas têm uma particularidade interessante - nunca são vistos no meio do céu. Mercúrio é pequenino e por estar próximo do Sol desaparece rapidamente, portanto, é um planeta difícil de observar. Vemo-lo um pouco antes do Sol surgir e um pouco depois do Sol se pôr. Vai até uma certa altura e volta. Reflete uma cor amarela muito viva.

Vénus, também denominada Estrela d´Alva, sobe um pouco mais, mas volta a seguir. Visto a olho nu, a sua cor é prateada. É sempre muito brilhante.

Os restantes planetas podem ser observados ao longo da linha da eclíptica em qualquer altura do céu, e é melhor procurá-los pela sua cor aparente. Marte é bem vermelho, Júpiter reflete a cor branca e muitas vezes pode ser confundido com o planeta Vénus; quando tiverem esta dúvida, basta verificar se permanece toda a noite no céu, já que Vénus tende a desaparecer logo na primeira metade da noite. Saturno é pequenino e de cor branco-amarelada. Pelo movimento aparente dos planetas nesta simulação podemos concluir que a eclíptica se encontra nesta posição.

## FINAL

É uma pena que o nosso tempo esteja mesmo a acabar, pois ainda queríamos levá-los à superfície da Lua, verificar a rude e vermelha paisagem marciana, arriscarmo-nos nos anéis de Saturno, sentir um calorzinho na superfície do Sol.

Hoje, a nossa sessão foi extremamente didática, mas vale a pena voltar com os amigos ou familiares para conhecer todas as nossas sessões. Aqui podemos simular o que a nossa imaginação permitir. Estudar Biologia sobrevoando uma célula ou penetrar nos neurónios e conhecer os seus intrincados impulsos nervosos. Visitar as profundezas dos oceanos, distrairmo-nos com uma bucólica cena da natureza ou, quem sabe, penetrar no espaço profundo do Universo.

Esperamos revê-los numa próxima oportunidade.

Obrigado pela presença de todos.

Anexo 04 - Protocolo de intenções

## PROTOCOLO DE INTENÇÕES

**Título da sessão:** "Uma excursão no céu noturno".

**Resumo:**

A sessão é dividida em três partes. A primeira parte (10 minutos) é apenas introdutória; a segunda parte (25 minutos) comenta-se sobre as coordenadas celestes (conteúdo que normalmente não faz parte do conteúdo programático da escola). Através de uma viagem imaginária do Polo Sul ao Polo Norte da Terra, os visitantes ficam a imaginar o céu em diversas latitudes. A terceira e última parte (25 minutos) é dedicada à observação do céu noturno na latitude de Coimbra.

**Conteúdos da sessão:**

Teoria Geocêntrica, Teoria Heliocêntrica, pontos cardeais, rotação e translação do nosso planeta, inclinação do eixo imaginário da Terra e seus efeitos, estações do ano, constelações (principalmente as constelações zodiacais), efeitos visuais provocados pela atmosfera da Terra, formação dos eclipses, localização dos planetas, movimento aparente dos astros, plano da eclíptica, plano do equador celeste.

*Observação: Não há necessidade de reforçar estes conteúdos, pois foram conteúdos recentemente estudados, a não ser que o professor deseja fazê-lo.*

**Termos técnicos utilizados:** Astronomia: o que é zénite? O que se entende por horizonte? O que é observação a olho nu. Geografia: Coordenadas Geográficas com ênfase no equador terrestre e definição de latitudes. Matemática: conceito de esfera, ângulos e graus.

*Observação: Basta que o professor defina os termos, não há necessidade de entrar em detalhes. Se for possível, deem uma atenção especial ao conceito básico de "zénite, esfera, ângulos e graus numa esfera.*

**Termos utilizados no Planetário:** "observadores internos" e "observadores externos".

Os termos: "observadores internos" e "observadores externos" referem-se à posição de um espectador. O primeiro termo é para aquele espectador que está a observar o céu a partir da Terra, enquanto o segundo, para um espectador que esteja fora do nosso planeta, num ponto qualquer do Sistema Solar.

**Recomendações durante a sessão:** Normalmente os estudantes querem entrar primeiro para ocupar o melhor sítio. É uma preocupação desnecessária, pois os lugares estão dispostos de forma unidirecional; para que não haja tumulto, melhor seria formar uma fila. É proibido utilizar equipamentos sonoros e luminosos (relógios, celulares e outros aparatos). Uma vez que a relação dos conteúdos que serão apresentados é extensa recomenda-se silêncio e atenção super concentrada.

A equipa do Planetário

Anexo 05 - Inquéritos Pré-teste e pós-teste

**INSTRUMENTO DE RECOLHA DE DADOS**
**INQUÉRITO AOS ALUNOS - PRÉ-TESTE**

Cara Aluna, Caro Aluno,

Este inquérito é uma peça de suporte a uma Tese de Doutoramento no âmbito do Ensino das Ciências do Departamento de Física da Universidade de Coimbra e servirá para melhorar as visitas realizadas ao Planetário.

Participar num inquérito académico é sinal de responsabilidade e maturidade, pois o resultado poderá ter impacto no processo educacional realizado nos "espaços não formais de educação", nomeadamente nos Planetários, portanto, dá a tua opinião sincera ao responderes às questões a seguir apresentadas. Não consulte apontamentos, colegas e professores.

Ao contar contigo comprometemo-nos a manter o anonimato antes, durante e após todo o processo de tratamento dos dados.

Este inquérito está dividido em duas partes. A primeira parte refere-se a alguns dados pessoais e a segunda ao inquérito propriamente dito.

Agradecemos, antecipadamente, a tua disponibilidade e colaboração.

**DADOS PESSOAIS**

Código: _____

Sexo: ( M ) ( F ) Idade: _____

Concelho: _____

**PARTE I**

**1.** **Marque com um «x» a escolaridade dos pais (se souberes)**

| Graus \ Pais | Mãe | Pai |
|---|---|---|
| Não frequentou o sistema de ensino formal | | |
| 1° ciclo do Ensino Básico (1º - 4º ano) | | |
| 2° ciclo do Ensino Básico (5° - 6° ano) | | |
| 3° ciclo do Ensino Básico (7º - 9º ano) | | |
| Ensino Secundário (10º - 12º ano) | | |
| Ensino Superior | | |

**2.** **Estudastes os anos anteriores nesta escola?** ( Sim ) ( Não )

**3.** **Se respondeu «não» na questão anterior, escreve o(s) nome(s) da(s) escola(s) que frequentaste:**

| |
|---|
| |
| |
| |

**4.** **É a primeira vez que visitas um Planetário?** Sim Não

**5.** **Se respondeu «não» na questão anterior, indica a localidade do Planetário e qual era a tua idade (aproximadamente):**

| Localidade do Planetário | Idade |
|---|---|
| | |
| | |
| | |

**6.** **Ainda sobre a mesma questão: quem te acompanhou?**

Amigos Colegas de turma/escola Família Outros

**7.** **Já visitaste um observatório astronómico?** Sim Não

**8.** **Se respondeu «sim» na questão anterior, indica o local:**

**9.** **Ainda sobre a mesma questão: quem te acompanhou?**

Amigos Colegas de turma/escola Família Outros

**10.** **Já participaste ou participas nalgum grupo de estudo sobre Astronomia ou já frequentaste algum curso de astronomia pela internet?** Sim Não

**11.** **Há telescópio ou binóculos em tua casa?** Sim Não

**12.** **Já utilizaste algum software que mostre a posição dos astros no céu?** Sim Não

**13.** **No quadro abaixo há uma lista de palavras que representam diferentes sentimentos e emoções. Ao saber que vais visitar um Planetário, como te sentes?**

| | Muito pouco ou nada | Um pouco | Assim-assim | Muito | Muitíssimo |
|---|---|---|---|---|---|
| Interessado | | | | | |
| Ansioso | | | | | |
| Curioso | | | | | |
| Nervoso | | | | | |
| Entusiasmado | | | | | |

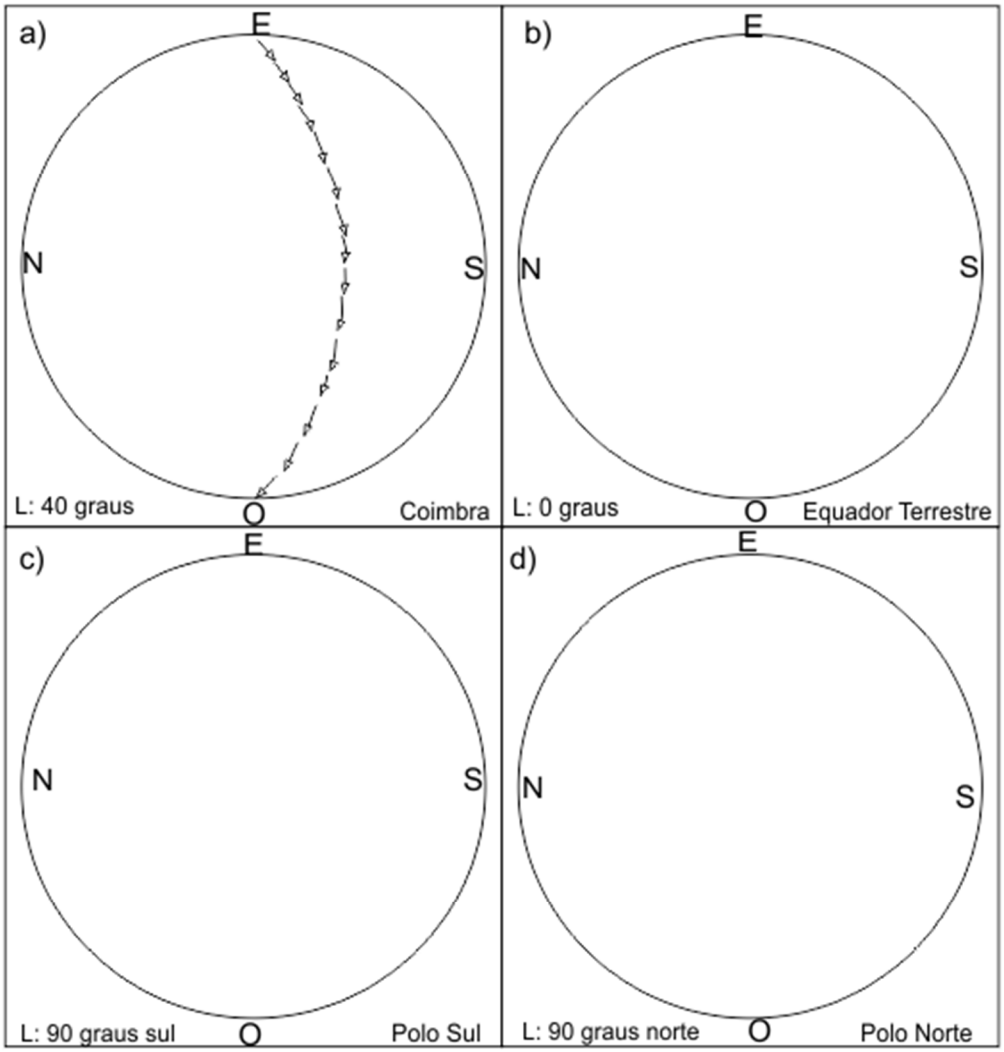
## PARTE II

**1.** Considera que todos os planetas são visíveis no dia e horário do mapa celeste desenhado abaixo, no qual se representam algumas constelações vistas na latitude de Coimbra. Marca com uma bolinha uma possível posição dos planetas (de modo aproximado). A linha que cruza algumas constelações do desenho é o equador celeste. Igualmente marca a Eclíptica.

**2. O que se entende hoje por constelações?**

a) A divisão do céu em partes de tamanho arbitrário e variável;
b) Um agrupamento aparente de estrelas que formam figuras imaginárias;
c) São figuras imaginárias entre as estrelas que os povos antigos criaram para marcar o tempo;
d) São figuras que se formam quando consideramos uma estrela e a unimos a outra imaginariamente;
e) São grupos aparentes de estrelas que formam figuras imaginárias que mantêm a mesma posição umas em relação às outras.

**3.** **Desenha com setas, nos quadros «b», «c» e «d» apresentados abaixo, o modo aproximado como as estrelas se deslocam nas diferentes latitudes, de acordo com a sua perceção. Em cada quadro, as latitudes da localidade correspondente estão indicadas em «L» na parte inferior. Para servir de exemplo, o quadro da letra «a» já contém a resposta para L:40 graus.**




**4.** **Assinala a única alternativa verdadeira**

a) O Sol nasce no ponto cardeal Este e põe-se no ponto cardeal Oeste todos os dias do ano;

b) O Sol nasce no ponto cardeal Este durante seis meses e põe-se no ponto cardeal Oeste durante seis meses;

c) O Sol nasce no ponto cardeal Este e põe-se no ponto cardeal Oeste somente em quatro dias do ano;

d) O Sol nasce no ponto cardeal Este somente em dois dias do ano e põe-se no ponto cardeal Oeste todos os dias;

e) O Sol nasce no ponto cardeal Este e põe-se no ponto cardeal Oeste somente em dois dias do ano.

**5.** **Foste com a tua família para o Brasil, num navio transatlântico. Partiste do porto de Lisboa e a viagem demorou vários dias. Logo no primeiro dia conseguiu identificar diversas estrelas e constelações. Todos os dias percebeste que a estrela Polar ficava mais próxima do horizonte e no quinto dia esta estrela estava quase a desaparecer no horizonte. Em relação ao valor da latitude em que te encontravas quando estavas a observar o céu no quinto dia, qual das cinco respostas abaixo é a correta?**

a) Aproximadamente 40 graus positivos;
b) Aproximadamente 20 graus positivos;
c) Aproximadamente 10 graus positivos;
d) Aproximadamente 0 graus;
e) Aproximadamente 10 graus negativos.

**6.** **Numa noite estavas a observar uma estrela exatamente no horizonte Este, às 21 horas. Passados quase seis meses, também às 21horas, foste observar aquela mesma estrela. Onde a viste, aproximadamente?**

a) No mesmo lugar;
b) No zénite;
c) Tinha desaparecido;
d) Próxima do horizonte oeste.
e) Próxima do horizonte norte.

**7.** **Complete os espaços em branco, segundo o teu entendimento. Utilize os termos que estão relacionados entre parênteses.**

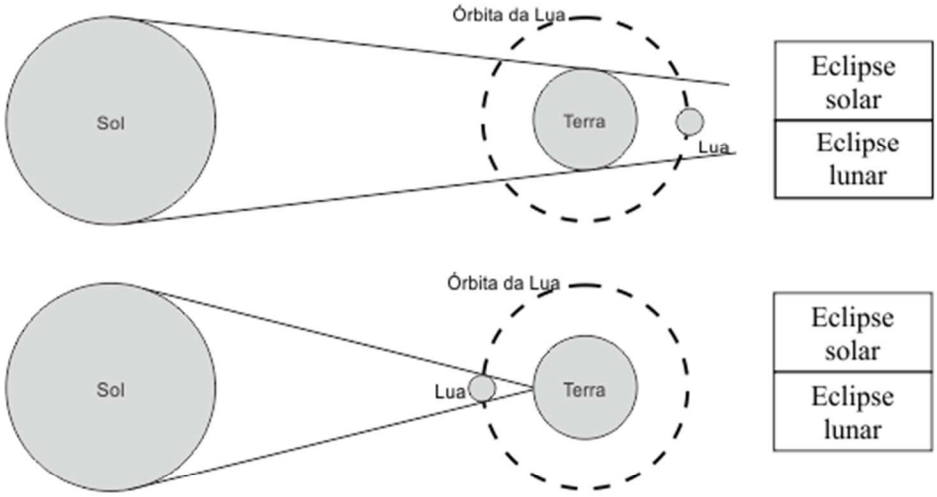
Há_____constelações no céu, que se podem dividir em três grupos: as_____, as _____e as constelações do _____.
Uma forma de encontrar os planetas é identificar _____.

(boreais, zodiacais, 88, boreais, 12, austrais, 13, inúmeras, Este, eclíptica, equador)

**8.** **Em relação aos planetas, assinala a opção correta:**

a) Mercúrio e Neptuno não são vistos à vista desarmada; Vénus e Urano nunca são vistos no zénite;
b) Urano e Neptuno não são vistos à vista desarmada; Mercúrio e Vénus nunca são vistos no zénite.
c) Vénus e Urano não são vistos à vista desarmada; Mercúrio e Saturno nunca são vistos no meio do céu.
d) Marte e Saturno não são vistos à vista desarmada; Mercúrio e Urano nunca são vistos no meio do céu.
e) Júpiter e Saturno não são vistos à vista desarmada; Marte e Saturno nunca são vistos no meio do céu.

**9. Os eclipses só ocorrem quando o Sol, a Terra e a Lua estão exatamente numa mesma direção (alinhados). Observando a figura abaixo, indica que esquema representa melhor o eclipse solar e qual deles representa o eclipse lunar.**




Obs.: As imagens não apresentam nenhuma escala de tamanho e distância.

**10. Assinala a(s) resposta(s) correta(s):**

a) Os habitantes do hemisfério norte veem somente estrelas que estão no hemisfério celeste norte;
b) Os habitantes do hemisfério sul veem somente estrelas que estão no hemisfério celeste sul;
c) A maioria das estrelas que os habitantes do hemisfério norte veem é do hemisfério celeste norte, mas é possível observar algumas estrelas do hemisfério celeste sul;
d) A maioria das estrelas que os habitantes do hemisfério sul veem é do hemisfério celeste sul, mas é possível ver algumas estrelas do hemisfério celeste norte.
e) Um observador no Polo Norte observa somente estrelas do hemisfério celeste norte e um observador no Polo Sul observa somente estrelas do hemisfério celeste sul

**11. As estrelas movem-se, aparentemente, no céu. Este movimento aparente é consequência dos movimentos do nosso planeta, sendo os principais a rotação e a translação. Qual é o método utilizado pelos astrónomos para localizar exatamente a posição de um astro?**

a) Não há método específico;
b) Uso de um mapa celeste;
c) Uso das constelações;
d) Uso de coordenadas celestes;
e) Nunca pensei nisto.

12. **Sabe-se que a Terra tem dois movimentos: um em torno do Sol num plano denominado eclíptica (movimento de translação) e outro em torno do seu próprio eixo imaginário (movimento de rotação), inclinado 23,5 graus (aproximadamente) em relação à perpendicular do plano da eclíptica. Estes movimentos da Terra provocam vários efeitos. Nas afirmações abaixo coloca "V" onde for verdadeiro e "F" onde for falso:**

a) As estações do ano ocorrem por causa dos dois movimentos principais da Terra e desta inclinação do eixo imaginário de rotação...R:
b) Se o eixo imaginário da Terra estivesse a 90 graus do plano da eclítica, a eclítica e o equador celeste seriam coincidentes.....R:
c) O eclipse solar e o eclipse lunar só ocorrem nos cruzamentos entre o equador celeste e a eclítica.....R:
d) O Sol não nasce no ponto cardeal Este todos os dias devido a esta inclinação do eixo imaginário da Terra.....R:
e) Podemos dizer que o Sol permanece 6 meses no hemisfério celeste norte e 6 meses no hemisfério celeste sul.....R:

**INSTRUMENTO DE RECOLHA DE DADOS**
**INQUÉRITO AOS ALUNOS - PÓS-TESTE**

Cara Aluna, Caro Aluno,

Este inquérito é outro elemento de suporte à uma Tese de Doutoramento no âmbito do Ensino das Ciências do Departamento de Física da Universidade de Coimbra e foi dividido em duas partes.

Na primeira parte queremos saber se alguns conceitos apresentados no Planetário foram bem assimilados. Na segunda parte queremos a tua opinião sobre esta atividade.

Como é um teste a que não será atribuída nenhuma nota e não serás identificado(a) em nenhum momento, solicitamos que apenas registes uma resposta quando a souberes.

Agradecemos, antecipadamente, a tua disponibilidade e colaboração.

O pré-teste e o pós-teste foram absolutamente iguais, embora a sequência das questões no pós-teste tenha sido alterada propositadamente, conforme as correspondentes a seguir:

| | Sequências | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Pré-teste | 01 | 02 | 03 | 04 | 05 | 06 | 07 | 08 | 09 | 10 | 11 | 12 |
| Pós-teste | 06 | 07 | 08 | 09 | 02 | 03 | 04 | 05 | 10 | 11 | 12 | 01 |

A seguir, a segunda parte do pós-teste.

## PARTE II

Nesta segunda parte queremos saber a tua opinião sobre as atividades desenvolvidas no Planetário. Assinale com um «X» a resposta que achar mais conveniente.

**1.** **Como classificarias a visita que realizaste ao Planetário?**

Muito satisfatória | Satisfatória | Indiferente | Pouco satisfatória | Não satisfatória

**2.** **As explicações dadas no planetário, foram:**

Muito fáceis de compreender | Fáceis de compreender | Mais ou menos | Difíceis de compreender | Muito difíceis de compreender

**3.** **Gostarias de voltar ao Planetário?**

Sim | Não

**Tencionas recomendar esta visita a outras pessoas?**

Sim | Não

**4.** **Gostarias de ver esta sessão novamente para assimilares melhor os conteúdos?**

Sim | Talvez | Não sei | Acho que não | Não há necessidade

**5.** **Assinale com um «x» nas colunas de 2 a 6, o teu grau de concordância com os enunciados da coluna 1, cujas frases começam com «Compreendo melhor...»**

| | **GRAU DE CONCORDÂNCIA** | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Coluna 1 | Coluna 2 | Coluna 3 | Coluna 4 | Coluna 5 | Coluna 6 |
| **Compreendo melhor...** | **Concordo totalmente** | **Concordo parcialmente** | **Não concordo nem discordo** | **Discordo parcialmente** | **Discordo totalmente** |
| ... a formação das fases da Lua | | | | | |
| ...a formação das estações do ano | | | | | |
| ...a localização dos planetas | | | | | |
| ...sobre a eclítica | | | | | |
| ...sobre as constelações | | | | | |
| ...sobre a atmosfera | | | | | |
| ... sobre os eclipses | | | | | |

Anexo 06 - Grelhas de observações

## GRELHA DE OBSERVAÇÕES NO CONTEXTO DA SESSÃO DE CÚPULA

Esta grelha de observações foi preenchida de maneira individual para cada escola e reflete apenas a opinião do investigador.

Legenda geral
A GC - Grupo de controlo
B GE - Grupo experimental
C GE - Grupo experimental

### A - ORGANIZAÇÃO E CLIMA

| Observações \ Escolas / Grupos | Escola 1 | | | Escola 2 | | Escola 3 | | Escola 4 | | Escola 5 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | A | B | C | A | B | A | B | A | B | A | B |
| De que maneira os alunos se deslocaram até ao Planetário? | a | a | a | a | a | a | a | a | a | a | a |
| Quem assumiu os custos da deslocação? | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| Qual era o estado geral dos alunos? | c | c | c | c | c | c | c | c | c | c | c |
| Os alunos mostravam-se cansados na chegada? | n | n | n | n | n | n | n | n | n | n | n |
| Qual a temperatura ambiente no momento da chegada? | f | f | f | f | f | f | f | fc | fc | fc | fc |
| Todos os alunos da mesma turma foram ao Planetário? | s | s | s | n | n | s | s | n | n | n | n |

Legenda:
a - Autocarro; 2 - Os próprios alunos; c - Curiosos; n - Não; f - Frio; fc - Frio e chuva; s - Sim

### B - ESTADO GERAL DO PLANETARISTA

| Observações \ Escolas / Grupos | Escola 1 | | | Escola 2 | | Escola 3 | | Escola 4 | | Escola 5 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | A | B | C | A | B | A | B | A | B | A | B |
| Como estava a disposição do planetarista? | b | b | b | b | b | b | b | b | b | b | b |
| O planetarista desenvolve outra atividade? | Diversas atividades internas | | | | | | | | | | |
| Qual a formação mais elevada do planetarista? | Doutor em Astronomia | | | | | | | | | | |

Legenda: b - Bem

### C - RECEÇÃO NO PLANETÁRIO

| Observações \ Escolas / Grupos | Escola 1 | | | Escola 2 | | Escola 3 | | Escola 4 | | Escola 5 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | A | B | C | A | B | A | B | A | B | A | B |
| Na avaliação do investigador o local para a receção é adequado? | n | n | n | n | n | n | n | n | n | n | n |
| O Planetarista apresentou-se aos alunos? | n | n | n | n | n | n | n | n | n | n | n |
| Houve uma instrução coletiva antes de entrar no Planetário? | s | s | s | s | s | s | s | s | s | s | s |
| Houve interferência por parte dos alunos neste momento? | n | n | n | n | n | n | n | n | n | n | n |
| Como foi o comportamento dos alunos neste momento? | 9 | 9 | 9 | 8 | 8 | 7 | 7 | 5 | 7 | 6 | 6 |
| A voz do planetarista alterou-se ao longo desta apresentação? | n | n | n | n | n | s | s | s | s | s | s |

Legenda: n - não; s - sim;

Os números representam uma nota correspondente numa escala de 0 a 10, sendo «0» pouco/mal e «10» muito/excelente

## D - RECEÇÃO DENTRO DA SALA DO PLANETÁRIO

| Escolas / Grupos / Observações | Escola 1 | | | Escola 2 | | Escola 3 | | Escola 4 | | Escola 5 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | A | B | C | A | B | A | B | A | B | A | B |
| Claridade da sala? | b | a | a | b | a | b | a | b | a | b | a |
| Som ambiente? | n | s | s | n | s | n | s | n | s | n | s |
| O projetor já estava ligado? | s | s | s | s | s | s | s | s | s | s | s |
| Como foi o comportamento dos alunos neste momento? | 8 | 8 | 8 | 9 | 9 | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 |
| Houve alguma recomendação sobre máquinas fotográficas? | s | s | s | s | s | s | s | s | s | s | s |
| Houve interferência por parte dos alunos? | n | n | n | n | n | n | n | n | n | n | n |
| O planetarista chamou a atenção dos alunos? | s | s | n | s | n | s | n | s | n | s | n |
| Foram relacionados antecipadamente os tópicos que seriam abordados? | n | s | s | n | s | n | s | n | s | n | s |

Legenda: a = +Alta que b; b = Baixa; n = Não; s = Sim
Os números representam uma nota correspondente numa escala de 0 a 10, sendo «0» pouco/mal e «10» muito/Excelente

## E - DURANTE A SESSÃO DE CÚPULA

| Escolas / Grupos / Observações | Escola 1 | | | Escola 2 | | Escola 3 | | Escola 4 | | Escola 5 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | A | B | C | A | B | A | B | A | B | A | B |
| O planetarista mostrou conhecimento do tema? | s | s | s | s | s | s | s | s | s | s | s |
| O planetarista mostrou entusiasmo ao falar? | m | m | m | m | m | m | m | m | m | m | m |
| Houve interferência dos alunos durante a sessão? | n | n | n | n | n | n | n | n | n | n | n |
| Houve intervenção do professor durante a sessão? | n | n | n | n | n | n | n | n | n | n | n |
| Foi preciso interromper a sessão por algum motivo? | s | n | n | s | n | s | n | s | n | s | n |
| A voz do planetarista alterou-se ao longo da apresentação? | n | n | n | n | n | n | n | n | n | n | n |
| Como se pode avaliar a dicção do planetarista? | z | z | z | z | z | z | z | z | z | z | z |
| Repetia as mesmas palavras durante a sua intervenção? | v | n | n | v | n | v | n | v | n | v | n |
| Enquanto falava pedia o complemento da frase? | n | n | n | n | n | n | n | n | n | n | n |
| O planetarista falou de forma perceptível e velocidade adequada? | s | s | s | s | s | s | s | s | s | s | s |
| Teve contato visual com os estudantes? | s | s | s | s | s | s | s | s | s | s | s |
| O planetarista apresenta tiques, bordão ou vícios de linguagem? | s | n | n | s | n | s | n | s | n | s | n |

Legenda:
a - Autocarro; 2 - Os próprios alunos; c - Curiosos; n - Não; f - Frio; fc - Frio e Chuva; s - Sim; z - Razoável
m - Modelar; v - Às vezes

## F - FINAL DA SESSÃO

| Escolas / Grupos / Observações | Escola 1 | | | Escola 2 | | Escola 3 | | Escola 4 | | Escola 5 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | A | B | C | A | B | A | B | A | B | A | B |
| Todos os conteúdos do domínio «Universo» foram abordados? | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 |
| Manteve-se o espetáculo (encantamento)? | 5 | 6 | 6 | 5 | 6 | 5 | 6 | 5 | 6 | 5 | 6 |
| Sobre o uso do pointer ou seta? | 3 | 10 | 10 | 3 | 10 | 3 | 10 | 3 | 10 | 3 | 10 |
| No geral como se pode classificar o comportamento dos alunos? | 9 | 9 | 9 | 9 | 9 | 7 | 7 | 7 | 7 | 6 | 6 |
| O planetarista evitou digressões desnecessárias? | 7 | 9 | 9 | 7 | 9 | 7 | 9 | 7 | 9 | 7 | 9 |
| A sessão abordou os conteúdos relacionando-os com outras áreas? | 0 | 9 | 9 | 0 | 9 | 0 | 9 | 0 | 9 | 0 | 9 |
| Melhor didática | 0 | 9 | 9 | 0 | 9 | 0 | 9 | 0 | 9 | 0 | 9 |

Legenda:
Os números representam uma nota correspondente numa escala de 0 a 10, sendo «0» pouco/mal e «10» muito/Excelente

## G - PERGUNTAS E RESPOSTAS

| Escolas / Grupos / Observações | Escola 1 | | | Escola 2 | | Escola 3 | | Escola 4 | | Escola 5 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | A | B | C | A | B | A | B | A | B | A | B |
| O planetarista colocou-se à disposição para eventuais perguntas? | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x |
| Houve um tempo predeterminado para as questões? | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x |
| Todos os alunos participaram na sessão de perguntas? | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x |
| As perguntas estavam relacionadas com o que apresentado? | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x |
| Houve competição entre os alunos para elaborar as questões? | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x |
| O professor(a) da turma interferiu durante este momento? | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x |
| Surgiram perguntas fora do contexto apresentado? | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x |
| Qual foi a duração deste período? | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x |
| Ao finalizar, o planetarista agradeceu a visita? | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 |

Legenda:
Os números representam uma nota correspondente numa escala de 0 a 10, sendo «0» pouco/mal e «10» muito/Excelente.
x - Esta questão não pode ser avaliada dado o tempo disponível das escolas no Planetário.