



UNIVERSIDADE D
COIMBRA

Mário Sérgio de Melo Nogueira Figueiredo Gomes

RELATÓRIO DE ESTÁGIO

**Relatório de Estágio no âmbito do Mestrado em Ensino da Física e Química
no 3º ciclo e Ensino Secundário orientado pelo Professor Doutor Décio Ruivo
Martins e Professor Doutor Sérgio Paulo Jorge Rodrigues e apresentado à
Faculdade de Ciências e Tecnologias da Universidade de Coimbra**

Setembro de 2019

Faculdade de Ciências e Tecnologias
da Universidade de Coimbra

Relatório de Estágio

Mário Sérgio de Melo Nogueira Figueiredo Gomes

Relatório de Estágio do Mestrado em Ensino da Física e da Química no 3º ciclo e Ensino Secundário, realizado sob a orientação pedagógica da orientadora cooperante, Professora Paula Branquinho e orientação científica do Professor Doutor Décio Martins e Professor Doutor Sérgio Rodrigues, apresentado à Faculdade de Ciências e Tecnologias da Universidade de Coimbra.



UNIVERSIDADE D
COIMBRA

Setembro de 2019

Agradecimentos

O presente Relatório de Estágio Pedagógico resultou não apenas do trabalho desenvolvido pelo aluno estagiário, mas também da colaboração ativa de diversos agentes, sem os quais este trabalho não poderia nunca ter sido levado avante. Dito isto, gostaria de expressar o meu mais sincero agradecimento:

À professora Paula Branquinho, orientadora cooperante, pela sua dedicação, acompanhamento, colaboração e estímulo à concretização dos mais variados desafios que me foram colocados ao longo do estágio.

Aos professores Décio Martins e Sérgio Rodrigues, orientadores científicos, pela partilha de conhecimentos e experiências, disponibilidade e apoio prestado, sempre que tal foi necessário.

À professora Manuela Silva, pelo trabalho realizado na disciplina de Didática da Física e pelas inúmeras ideias e sugestões que serviram de inspiração aos Projetos de Investigação Educacional, realizados como parte do estágio.

Às turmas do 10ºE e 11ºE, pelo grande espírito de colaboração demonstrado, criando as condições ideais ao desenvolvimento da prática letiva, ao mesmo tempo que se mostraram abertas à exploração das mais variadas estratégias e recursos educativos.

À D. Alice e D. Margarida, funcionárias dos laboratórios, pela dedicação, disponibilidade e apoio na superação dos mais variados problemas que foram surgindo ao longo do ano letivo.

A toda a comunidade escolar da Escola Secundária Infanta D. Maria, com particular destaque para o grupo de recrutamento de Física e Química, pela disponibilidade que sempre manifestaram, quer na partilha de conhecimentos, quer na abertura que tiveram à colaboração das suas turmas nas atividades desenvolvidas como parte do estágio pedagógico.

Resumo

O Relatório de Estágio aqui apresentado é resultado do trabalho desenvolvido pelo aluno estagiário, Mário Gomes, no âmbito da disciplina “Estágio Pedagógico e Relatório” entre setembro de 2018 e junho de 2019, período durante o qual acompanhou duas turmas de Física e Química A (10º e 11º ano) da Escola Secundária Infanta D. Maria.

A Orientação Científica do Estágio foi assegurada pelo Professor Doutor Décio Martins e Professor Doutor Sérgio Rodrigues, ficando a cargo da orientadora cooperante, Professora Paula Branquinho, o acompanhamento pedagógico do estágio.

Atendendo ao facto de os Projetos de Investigação Educacional terem sido desenvolvidos em estreita relação com o estágio, também eles são objeto deste documento.

O presente relatório contempla uma introdução e 5 capítulos: Enquadramento Geral, Componente de Física, Componente de Química, Componente Não Letiva e Reflexão Final. Ao longo dos mesmos, procura-se efetuar uma síntese crítica e reflexiva daquilo que foi o trabalho desenvolvido pelo aluno estagiário e respetivo núcleo de estágio ao longo de um ano letivo, o qual constituiu o seu primeiro contacto com a prática letiva, o funcionamento de uma escola e os desafios a elas inerentes.

Tratando-se de uma experiência inteiramente nova para o aluno estagiário, a colaboração da professora cooperante, bem como dos restantes professores do Grupo de Ciências Físico-Químicas foi de uma importância fundamental, permitindo que o estagiário alargasse as atividades desenvolvidas a diversas turmas, explorando questões prementes no Ensino da Física e da Química, de onde se destaca o uso didático de smartphones no ensino destas ciências.

Abstract

The Trainee Report presented here is the result of the work developed by the Trainee Student, Mário Gomes, under the unit “Pedagogical Traineeship and Report”, which took place between September 2018 and June 2019. During this period, the trainee teacher followed two Physics and Chemistry Classes of High School Infanta D. Maria: one of the 10th and one of the 11th grade.

Professor Décio Martins and Professor Sérgio Rodrigues were responsible for the traineeship’s scientific guidance, while the pedagogical guidance was conducted by the cooperating advisor, teacher Paula Branquinho.

Given the fact that the Pedagogical Research Projects were developed in strict connection with the traineeship, they are all object of this document.

This report consists of an introduction and 5 chapters: General Framework, Physics component, Chemistry component, Nonteaching Component and Final Reflection. Throughout them, we try to accomplish a critical synthesis of what was the work developed by the trainee student and his trainee core over a school year that constituted his first contact with teaching practice, the way the school operates and challenges inherent to it.

Being a completely new experience for the trainee teacher, the collaboration of the cooperating teacher, as well as the remaining teachers of the Physical and Chemical Sciences Group, was of fundamental importance, allowing that the trainee teacher widened the developed activities to different classes, exploring pressing issues concerning the teaching of Physics and Chemistry, where we can highlight the didactic use of smartphones in the teaching of these sciences

Índice

Agradecimentos.....	4
Resumo.....	5
Abstract.....	6
Introdução.....	11
Capítulo 1 - Enquadramento Geral.....	14
1.1. Caracterização da Escola.....	14
1.2. Caracterização da Turma.....	16
1.2.1. Caracterização do 10ºE.....	17
1.2.2. Caracterização do 11ºE.....	19
1.3. Programa de FQA – 11º ano.....	22
Capítulo 2 - Componente de Física.....	30
2.1. Atividades Práticas de Ensino Supervisionado.....	30
2.1.1. Assistência a Aulas.....	30
2.1.2. Preparação das Regências.....	32
2.1.3. Regências.....	33
2.1.4. Pré-teste e pós-teste - Análise dos resultados.....	35
2.2. Projeto de Investigação Educacional em Física.....	37
Capítulo 3 - Componente de Química.....	41
3.1. Atividades Práticas de Ensino Supervisionado.....	41
3.1.1. Assistência a Aulas.....	41
3.1.2. Preparação das Regências.....	42
3.1.3. Teste Diagnóstico e Análise dos Resultados.....	44
3.1.4. Regências.....	46
3.1.5. Análise dos resultados da 5ª prova de avaliação escrita – questões sobre reações Ácido-Base.....	48
3.2. Projeto de Investigação Educacional em Química.....	51
Capítulo 4 - Componente Não Letiva.....	57
4.1. Atividades de Relação com o meio.....	57
4.1.1. Assessoria à Direção de Turma.....	57
4.1.2. Aulas de Apoio.....	57
4.1.3. Visitas de Estudo.....	58
4.1.4. Palestras sobre temas vários.....	58
4.1.5. Tabela Periódica Humana.....	58
4.2. Atividades de Intervenção na Escola.....	58

4.2.1. Formação sobre programa Inovar+	59
4.2.2. Dia Aberto.....	59
Capítulo 5 – Reflexão Final.....	61
Bibliografia.....	63
Anexos.....	66
Anexo 1 – Ficha de Caracterização da Turma (10 ^o E).....	67
Anexo 2 – Ficha de Trabalho nº1: Análise de gráficos posição-tempo e velocidade-tempo.....	69
Anexo 3 – Ficha de Trabalho nº2: Como obter o gráfico posição-tempo de um movimento real?71	
Anexo 4 – Ficha de Trabalho nº3: Movimento de um elevador: Gráfico velocidade-tempo	74
Anexo 5 - A.L. 1.1 – Queda Livre - força gravítica e aceleração da gravidade	76
Anexo 6 - A.L. 1.2 – Forças nos movimentos retilíneos acelerado e uniforme (Tracker).....	80
Anexo 7 - A.L. 1.2 – Forças nos movimentos retilíneos acelerado e uniforme (TI-84plus)	83
Anexo 8 - A.L. 1.2 – Forças nos movimentos retilíneos acelerado e uniforme (TI-Nspire)	86
Anexo 9 - Procedimento para análise de um vídeo gravado no smartphone com recurso ao Tracker	89
Anexo 10 - Procedimento para realização de uma regressão linear na calculadora gráfica (a partir de dados em listas).....	91
Anexo 11 - Atividade prática de sala de aula: Movimento Circular Uniforme	97
Anexo 12 - Atividade prática de sala de aula: Como determinar a velocidade terminal de uma forma de bolo?	99
Anexo 13 - A.L. 1.3 – Movimento Uniformemente retardado: velocidade e deslocamento (TI-84plus).....	101
Anexo 14 - A.L. 1.3 – Movimento Uniformemente retardado: velocidade e deslocamento (TI-Nspire).....	104
Anexo 15 - Questionário– Produção e propagação do som (pré e pós teste)	107
Anexo 16 – Planos de Aula: Sinais e Ondas	111
Anexo 17 – Apresentação de apoio – Sinais e Ondas (I).....	116
Anexo 18 – Apresentação de Apoio – Sinais e Ondas (II)	128
Anexo 19 – Notas de Apoio à lecionação (Sinais e Ondas)	138
Anexo 20 – Ficha de Trabalho: Sinais e Ondas.....	143
Anexo 21 – A.L. 2.1. – Características do Som	147
Anexo 22 - Procedimento A: Algumas notas quanto à utilização do Osciloscópio e Gerador de Sinais	152
Anexo 23 - A.L. 2.2 – Velocidade de Propagação do Som.....	155
Anexo 24 – Resultados do pré e pós teste	158
Anexo 25 - Atividade Laboratorial 2.2 – Atrito estático e Atrito Cinético (12 ^o ano).....	162
Anexo 26 - 16 ^a Edição - Prémio Fundação Ilídio Pinho "Ciência na Escola" – candidatura	166
Anexo 27 - 2 ^a Prova de Avaliação Teórico-Prática de Física e Química A (enunciado)	168
Anexo 28 - Matriz e critérios de correção da 2 ^a Prova de avaliação Teórico-Prática	174

Anexo 29 – Planos de Aula: Reações Ácido-Base	178
Anexo 30 – Pré-teste – Reações ácido-base.....	186
Anexo 31 – Apresentação de Apoio – Reações Ácido-Base(I)	189
Anexo 32 – Apresentação de Apoio – Reações Ácido-Base(II).....	219
Anexo 33 – Notas de Apoio à lecionação – Reações Ácido-Base	235
Anexo 34 – Ficha de Exploração da Simulação – Acid-Base Solutions.....	243
Anexo 35 – Ficha de Trabalho I – Reações Ácido-Base.....	245
Anexo 36 - A.L. 2.2. Titulação ácido forte-base forte.....	247
Anexo 37 - A.L. 2.1. Constante de acidez.....	250
Anexo 38 – 5ª prova escrita de avaliação(11ºE).....	253
Anexo 39 – Ficha de Planificação – Da escola à universidade...um percurso químico	259
Anexo 40 – Textos explicativos - Da escola à universidade...um percurso químico	261
Anexo 41 – Fotografias do Percurso Químico	272
Anexo 42 – Questionário: Percurso Químico: Da escola à universidade	279
Anexo 43 – Inquérito pós-percurso	281
Anexo 44 – Ata de Eleição do Delegado/a e Subdelegado/a de Turma (10ºE).....	284
Anexo 45 – Tabela Periódica Humana – Fotografias da atividade (10ºE)	285
Anexo 46 – Dia Aberto – Fotografias dos Cartazes	287
Anexo 47 – Dia Aberto – Fotografias da Atividade	290

Índice de Figuras:

Figura 1 – Liceu Nacional Infanta D. Maria em 1948.....	14
Figura 2 - Escola Secundária Infanta D. Maria em 2015.....	15

Índice de Gráficos:

Gráfico 1: Habilitações académicas dos pais e encarregados de educação dos estudantes (10ºE)	18
Gráfico 2: Situação laboral dos pais e encarregados de educação dos estudantes (10ºE)	18
Gráfico 3: Categorias profissionais dos pais e encarregados de educação (10ºE).....	19
Gráfico 4: Habilitações académicas dos pais e encarregados de educação (11ºE).....	20
Gráfico 5: Situação laboral dos pais e encarregados de educação (11ºE)	21
Gráfico 6: Categorias Profissionais dos Pais e Encarregados de Educação (11ºE).....	21
Gráfico 7: Comparativo dos resultados globais das turmas no pré e pós teste	37
Gráfico 8: % das experiências de Física e Química A cuja aquisição de dados pode ser efetuada (ou não) com recurso ao smartphone.....	39
Gráfico 9: % das experiências de Física 12º ano cuja aquisição de dados pode ser efetuada (ou não) com recurso ao smartphone.....	39
Gráfico 10: Resultados dos estudantes nas várias questões do teste diagnóstico	45
Gráfico 11: Resultados do 11ºE nas questões referentes a Reações Ácido-Base da 5ª prova de avaliação escrita.....	48
Gráfico 12: Respostas dos estudantes ao questionário pós-atividade.....	55

Índice de Tabelas:

Tabela 1: Distribuição das aulas de FQA do 11º ano pelos vários domínios (e subdomínios) do programa da disciplina.....	29
Tabela 2: Atividades organizadas pelo professor estagiário no âmbito da assistência a aulas	31
Tabela 3: Distribuição temporal das várias atividades preparadas no âmbito das regências.....	33
Tabela 4: Resultados globais do pré e pós teste, nas turmas de controlo e teste.	37
Tabela 5: Distribuição Temporal das Aulas Lecionadas	43
Tabela 6: Principais aplicações referidas, organizadas por categorias	51
Tabela 7: Recursos utilizados nas várias etapas do percurso químico.....	53
Tabela 8: Demonstrações realizadas no dia aberto e respetivos temas abordados.	60

Introdução

A complexidade da profissão docente e as exigências que a sociedade atual lhe coloca conferem à formação inicial de professores um papel fulcral na promoção do sucesso. Os professores de Física e Química têm ainda uma responsabilidade acrescida: a promoção da cultura científica nos jovens, fator de especial importância se atendermos ao elevado grau de iliteracia científica existente no nosso país (Castro Nunes, Maria, & Vilalobos Nascimento, 2010).

A formação de professores em Portugal, no que se refere às últimas décadas do século XX e aos primeiros anos do século XXI, caracterizou-se pela coexistência de diversos modelos, consoante as instituições (universitárias ou politécnicas, públicas ou privadas) e os momentos de início de vigência. O Estado não assumiu, ao longo desse período, um papel regulador forte no que a esta área se refere (Pintasilgo & Oliveira, 2013).

Esta situação sofreu alterações substanciais, em consequência do Processo de Bolonha e da legislação publicada na sequência do mesmo, a qual procurou uniformizar e regular a formação de professores em Portugal. De facto, o Decreto-Lei 43/2007, assume por finalidade definir “as condições necessárias à obtenção de habilitação profissional para a docência num determinado domínio” (Ministério da Educação, 2007).

O nível de qualificação profissional para a docência, anteriormente de licenciatura, passa agora a ser o de mestrado, reconhecendo-se que a docência, em qualquer nível de escolaridade, requer profissionais altamente qualificados (Pintasilgo & Oliveira, 2013).

O estágio pedagógico, do qual o presente documento é produto, constitui a fase final deste processo formativo, possibilitando ao aluno estagiário um primeiro contacto com a prática letiva e os desafios e aprendizagens que dele derivam.

A disciplina “Estágio e Relatório” organiza-se, nos termos dos Decretos-Lei nº 74/2006 de 24 de Março e nº 43/2007 de 22 de Fevereiro, sob a forma de prática pedagógica supervisionada, e é regida pelo Regulamento da disciplina “*Estágio e Relatório*” dos cursos de Mestrado e Ensino da Faculdade de Ciências e Tecnologias da Universidade de Coimbra (Comissão Científica da FCTUC, 2009).

O estágio pedagógico decorre em Escolas Cooperantes do Ensino Básico e Secundário, onde se constituem Núcleos de Estágio para cada curso de mestrado, os quais compreendem:

- Um Orientador Científico do ensino superior por cada uma das unidades curriculares dos ensinos básico ou secundário a que a disciplina “Estágio e Relatório” respeita;
- Um Orientador Cooperante, professor do ensino básico e/ou secundário da escola cooperante.
- Os alunos estagiários da disciplina dessa escola.

No caso do estágio ao qual este relatório se refere, o mesmo foi realizado na Escola Secundária Infanta D. Maria, tendo por orientadores científicos: o Professor Doutor Décio Martins, na componente de Física, e o Professor Doutor Sérgio Rodrigues, na componente de Química. A orientadora cooperante foi a Professora Paula Branquinho, professora do quadro da respetiva

escola. Na medida em que apenas existia um aluno a frequentar a disciplina, ele foi o único estagiário a integrar o referido núcleo.

Atendendo ao regulamento que rege o estágio pedagógico, este compreende essencialmente: atividades de práticas de ensino supervisionado, atividades de intervenção na escola, atividades de relação com o meio, seminários e sessões de natureza científica e pedagógico/didática e atividades de coordenação (Comissão Científica da FCTUC, 2009).

As atividades de coordenação dizem respeito às reuniões dos orientadores do ensino básico e/ou secundário ou dos orientadores do ensino superior, pelo que não serão objeto de atenção neste relatório. No caso dos seminários e sessões de natureza científica e pedagógico/didática, estes correspondem essencialmente às reuniões do núcleo de estágio, sendo abordados de forma transversal ao longo do relatório, sem que haja capítulos (ou subcapítulos) dedicados aos mesmos.

Quanto às restantes componentes do estágio: atividades de práticas de ensino supervisionado, atividades de intervenção na escola e atividades de relação com o meio, procurou-se abordá-las em subcapítulos específicos.

Paralelamente ao estágio, o aluno estagiário realizou também dois projetos de investigação educacional (um em Física e um em Química), os quais, embora constituam disciplinas separadas do estágio, são realizados de forma integrada com o estágio, sendo também abordados no presente relatório.

Dito isto, o Relatório de Estágio a seguir apresentado organiza-se em 5 capítulos, procurando elencar a generalidade das atividades desenvolvidas durante o estágio pedagógico.

O primeiro capítulo denomina-se Enquadramento Geral, e é dedicado a uma breve caracterização quer da escola onde decorreu o estágio, quer das turmas junto das quais a prática de ensino supervisionado decorreu: 10ºE e 11ºE. Neste capítulo aborda-se ainda o programa de Física e Química do 11º ano, numa perspetiva global.

O segundo capítulo é dedicado à componente de Física. Aí abordam-se as atividades práticas de ensino supervisionado realizadas (preparação, regência e assistência a aulas), bem como o projeto de investigação educacional desenvolvido no âmbito desta componente.

O terceiro capítulo, refere-se ao trabalho desenvolvido na componente de Química e é em tudo semelhante ao segundo.

No quarto capítulo são abordadas as atividades desenvolvidas no âmbito da componente não letiva, nomeadamente:

-Atividades de Relação com o Meio.

-Atividades de Intervenção na Escola.

As Atividades de Relação com o Meio compreendem:

8.1 - A colaboração do estagiário na direção de turma(...)

8.2. - Reuniões e outros contactos com os pais dos seus alunos;

8.3 - Visitas de estudo e outras formas de ligação escola-meio;

8.4 - A colaboração em salas de estudo ou estudo acompanhado

(Universidade de Coimbra, 2001).

Por outro lado, as Atividades de Intervenção na Escola compreendem: a organização de trabalhos de animação, participação em trabalhos já em curso, a animação de atividades de tempos livres para os alunos, a organização de atividades interdisciplinares e a participação em todas as reuniões para que seja convocado. (Comissão Científica da FCTUC, 2009).

O 5º e último capítulo é dedicado a uma reflexão geral sobre o trabalho desenvolvido ao longo do estágio pedagógico, do ponto de vista das suas limitações e potencialidades futuras do mesmo.

Capítulo 1 - Enquadramento Geral

O estágio pedagógico, integrante da disciplina Estágio Pedagógico e Relatório desenvolveu-se no período compreendido entre setembro de 2018 e junho de 2019, na escola Secundária Infanta D. Maria, tendo por orientadora cooperante a Professora Paula Branquinho e por orientadores científicos o Professor Doutor Décio Martins e Professor Doutor Sérgio Rodrigues.

O presente capítulo procura enquadrar o estágio pedagógico realizado tanto do ponto de vista da Escola Cooperante onde decorreu, como das turmas junto das quais as diversas atividades se desenvolveram. É também abordado o programa de Física e Química A, com particular destaque para o programa do 11º ano, na medida em que foi junto deste nível de ensino que as regências decorreram.

1.1. Caracterização da Escola

O Estágio Pedagógico, parte do Mestrado em Ensino da Física e Química no 3º ciclo e Ensino Secundário, foi realizado na Escola Secundária Infanta D. Maria, uma das mais antigas escolas da cidade de Coimbra, a qual comemorou no presente ano letivo 100 anos de existência.

Esta escola foi inicialmente criada por decreto lei no dia 14 de julho de 1918, estabelecendo-se no nº111 da Av. Sá da Bandeira com o nome de “Liceu Feminino de Coimbra”, designação esta alterada em 1919 para Liceu Nacional Infanta D. Maria (Umbelino, 2019).

Após ser alterada de lugar algumas vezes, dia 1 de outubro de 1948, a escola mudou-se para as atuais instalações, na Rua Infanta D. Maria. Apenas em 1975 a escola passou a ser mista, alterando-se a sua designação para “Escola Secundária Infanta D. Maria”, designação que manteve até à atualidade.



Figura 1 – Liceu Nacional Infanta D. Maria em 1948.

Em 2009/2010, no âmbito da renovação do parque escolar português, a escola sofreu obras de modernização do edifício escolar. Estas obras consistiram essencialmente na ampliação e

reorganização dos espaços da escola, acrescentando-se um segundo edifício, bem como um campo de jogos coberto (Escola Secundária Infanta D. Maria, 2019).



Figura 2 - Escola Secundária Infanta D. Maria em 2015

Atualmente a escola funciona nos 2 turnos orientando, tal como no passado, a sua oferta formativa para o prosseguimento de estudos, pelo que apenas possui cursos científico-humanísticos: Ciências e Tecnologias, Ciências Socioeconómicas e Línguas e Humanidades.

De acordo com dados de 2017/2018, a escola possui 1017 alunos, dos quais 658 no Ensino Secundário e 359 no Ensino Básico.

O corpo docente da escola é bastante estável, sendo que dos 92 professores da escola, 61 são efetivos. Para além do corpo docente, a escola possui ainda 2 técnicos superiores (Psicólogo e Assistente Social), 8 Assistentes Técnicos e 28 assistentes operacionais (Umbelino, 2019).

Consequência das obras de remodelação e modernização da escola, a mesma possui uma grande variedade de espaços, devidamente equipados para as mais diversas atividades.

Para as atividades letivas, este estabelecimento de ensino possui: 30 salas de aula; 6 laboratórios, 7 salas específicas; 1 ginásio coberto e 2 campos de jogos (um deles coberto). A escola possui também variadas salas e gabinetes de trabalho, nomeadamente: 4 gabinetes para o trabalho dos departamentos; 1 sala de pausa para os professores; 6 gabinetes específicos (do presidente do Conselho Geral, Serviços de Psicologia e Orientação (SPO), GIAA, de Mediação e Prevenção da Indisciplina, Associação de Pais e Encarregados de Educação (APEE) e Associação de Estudantes (AE)); 2 salas de educação especial; 2 salas de atendimento a pais e encarregados de educação e 1 sala de diretores de turma.

Existem ainda outros espaços, vocacionados para o funcionamento de serviços, organização, gestão, entre outras atividades: Biblioteca e Arquivo; Reprografia/Papelaria; Serviços de Administração Escolar; Refeitório; Bufete; Guarita; Sala de Estudo; Espaço Multimédia; Salão Infanta D. Maria; Salão Polivalente; Auditório Fernando Azeiteiro; 3 salas para a direção; 1 sala de secretariado da direção e 3 salas de apoio para assistentes operacionais.

Face a esta grande diversidade de espaços, aliada a um corpo docente bastante estável e ativo, a escola tem a possibilidade de oferecer várias atividades extracurriculares, tais como:

-PESES;

- Desporto Escolar;
- Participação em Olimpíadas;
- Projeto Bibliotecas Escolares/Centro de Recursos;
- Clubes de Línguas (Inglês/Alemão e Francês)
- Clube de Rádio
- Sala de Estudo
- Múltiplas atividades da responsabilidade dos departamentos, inseridas no plano anual de atividades da escola.

Não obstante ser uma escola pública, a escola Secundária Infanta D. Maria encontra-se inserida numa zona da cidade bastante favorecida socioeconomicamente. Efetivamente, de acordo com dados de 2018, apenas 10,6 % dos estudantes beneficiam de Ação Social Escolar (Observador/NOVA SBE, 2019), sendo que a média de anos de formação das mães dos alunos é de 14,6 (onde 15 corresponde à frequência do ensino superior).

De facto, o relatório “Desigualdades Socioeconómicas e Resultados Escolares”, da DGEEC, refere que:

“em Portugal há uma relação muito forte entre o desempenho escolar dos alunos e o meio socioeconómico dos seus agregados familiares. Por exemplo, entre os alunos cujas mães têm licenciatura ou bacharelato, a percentagem de “percursos de sucesso” no 3.º ciclo é de 71%, enquanto entre os alunos cujas mães têm habilitação escolar mais baixa, equivalente ao 4.º ano, a mesma percentagem de percursos de sucesso é de apenas 19%.”

(DGEEC, 2016)

A Escola Secundária Infanta D. Maria é um bom reflexo deste fenómeno, na medida em que ao longo dos anos tem sempre sido classificada nos lugares cimeiros dos Rankings dos Exames Nacionais. No passado ano de 2018, a mesma situou-se no 33º lugar do Ranking de Exames, sendo a 2ª escola pública melhor classificada (Observador/NOVA SBE, 2019), com uma média de 12,79 valores nos exames nacionais.

1.2. Caracterização da Turma

Uma das primeiras tarefas atribuídas ao aluno estagiário, no âmbito da acessória à direção de turma da orientadora pedagógica, foi a caracterização da turma. Esta caracterização teve por objetivo a apresentação ao Conselho de Turma de variados elementos caracterizadores dos alunos, que permitam fornecer aos elementos deste conselho, uma visão mais abrangente e informada da vida dos estudantes, permitindo estabelecer estratégias educativas diferenciadas, adaptadas ao contexto de cada turma.

Na medida em que, após questionada, a DGE não autorizou a presença do aluno estagiário nos conselhos de turma, esta caracterização foi apresentada ao Conselho de Turma pela Diretora de Turma e orientadora cooperante do estágio, professora Paula Branquinho.

Os dados de cada turma foram recolhidos através de uma Ficha de Caracterização da Turma (Anexo 1), decorrente da informação transmitida pelos alunos através do preenchimento de um

questionário modelo, distribuído na primeira aula do ano. Na mesma consta informação quanto: Número de Alunos; Idades; Sexo; Alunos que não vivem no agregado familiar; Habilitações, Situação Laboral e Categorias profissionais dos Pais e E.E.; Modo de Deslocação para a Escola; Distância Casa-Escola; Disciplinas Preferidas; Disciplinas com mais Dificuldades; Cursos Pretendidos; Alunos apoiados nos Estudos; Alunos com Computador e Internet; Tempo de Utilização do Computador/Internet; Preferências Culturais; Frequência de atividades extracurriculares e Situações Individuais a Assinalar.

Sendo a orientadora cooperante diretora de turma do 10º E, foi desta turma a caracterização efetuada pelo aluno estagiário. No entanto, na medida em que quer as regências, quer os Projetos de Investigação Educacional foram desenvolvidos junto do 11ºE, considerou-se relevante incluir também neste capítulo a caracterização dessa turma (efetuada pelo Diretor de Turma do 11ºE).

1.2.1. Caracterização do 10ºE

A turma E do 10º ano, direção de turma da professora Paula Branquinha, e turma junto da qual o aluno estagiário realizou funções de acessória à Direção da Turma ao longo de todo o estágio, é constituída por 28 alunos, com uma média de idades de 15 anos, dos quais 16 alunos do género masculino e 13 do feminino. Apenas uma aluna vive fora do agregado familiar, junto dos seus tios. Um dos estudantes da turma, abandonou a mesma no final do 1º Período, na medida em que decidiu enveredar por uma área diferente de estudos (Ciências Socioeconómicas). Devido a problemas graves de saúde, uma das estudantes inscritas na turma nunca pôde frequentar as aulas.

As Habilitações Académicas dos pais e encarregados de educação dos estudantes (Gráfico 1) são bastante elevadas, sendo que a maior parte deles possui pelo menos Licenciatura, e uma quantidade bastante significativa possui Mestrado ou Doutoramento. Nenhum pai ou encarregado de educação apresenta habilitações inferiores ao 3º ciclo. Esta situação vai de encontro aos dados referidos aquando a caracterização da escola, onde a média de anos de formação das mães dos estudantes era de 14,6 anos.

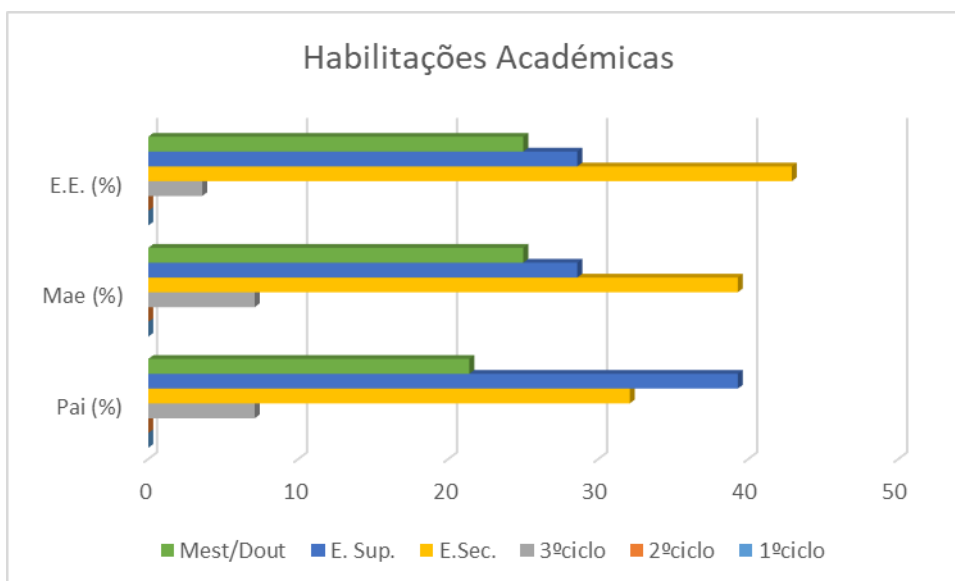


Gráfico 1: Habilitações académicas dos pais e encarregados de educação dos estudantes (10ºE)

Como podemos ver no Gráfico 2, a larga maioria dos pais e encarregados de educação encontra-se efetiva no seu posto de trabalho, situação que contribuirá para uma relativa estabilidade económica dos agregados familiares. Apenas 7,1 % dos pais e 10,7% dos encarregados de educação se encontra em situação de desemprego.

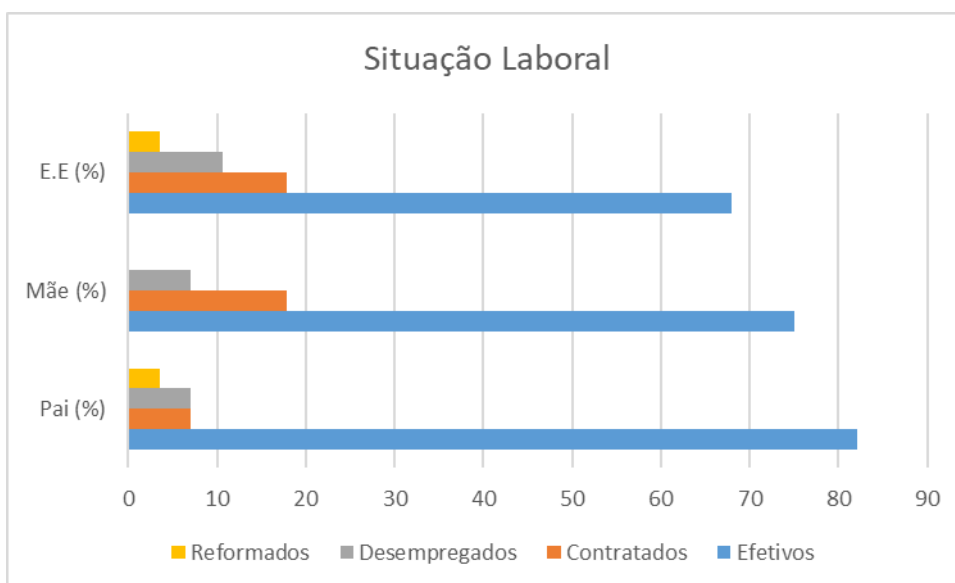


Gráfico 2: Situação laboral dos pais e encarregados de educação dos estudantes (10ºE)

A nível de categoria profissional, os pais e encarregados de educação são maioritariamente Empregados de Comércio e Serviços, existindo também uma quantidade razoável de Quadros Técnicos e professores entre os mesmos (Gráfico 3).

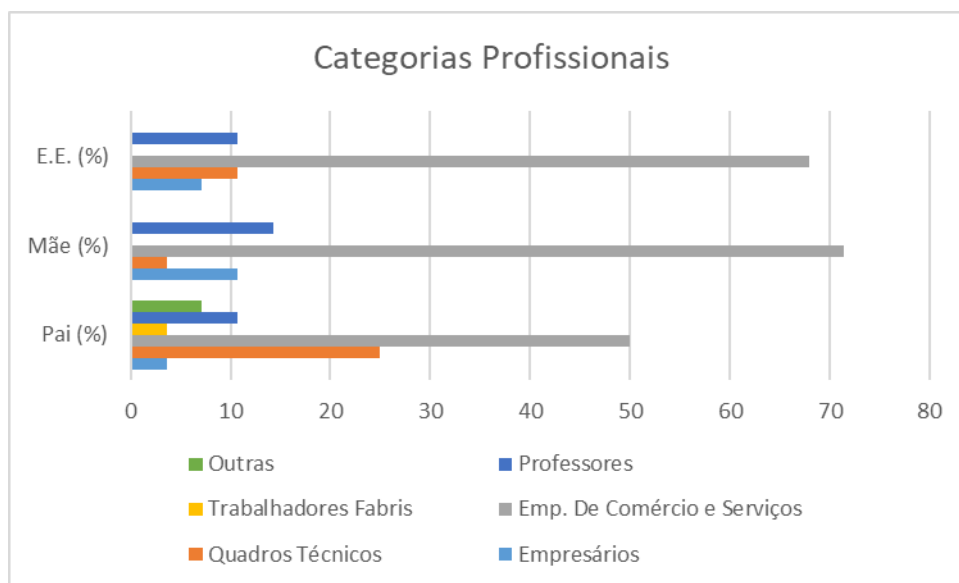


Gráfico 3: Categorias profissionais dos pais e encarregados de educação (10ºE)

A maior parte dos estudantes desloca-se para a escola em transporte familiar (20 estudantes), sendo que 12 estudantes se deslocam a pé (pelo menos algumas vezes) para a mesma, situação coerente com o facto de serem 12 os estudantes que vivem a menos de 5 km da escola, residindo os restantes 16 a uma distância superior.

As disciplinas indicadas como preferidas pelos estudantes da turma foram a Física e Química, seguida da Biologia e Geologia e Matemática, precisamente as disciplinas específicas da área científica por eles escolhida. A nível de disciplinas com mais dificuldades, os estudantes referem o Português, seguido da Matemática.

Quanto a cursos pretendidos, metade dos alunos da turma referiu ainda não ter ideia, sendo que 5 estudantes revelaram preferência pela medicina, 2 por Biologia e 2 por Engenharia.

Apenas um aluno não possui acesso a computador nem à internet, sendo que este é o meio de informação onde os estudantes despendem mais tempo, uma média de 3,3 horas por dia. As preferências culturais dos estudantes também destacam este facto, sendo os computadores uma das opções mais escolhidas (54% dos estudantes), juntamente com o cinema (57%).

17 dos 28 alunos referiram ser apoiados nos estudos, sendo que a maior parte dos estudantes da turma frequenta também atividades extracurriculares, com maior preponderância para o desporto (68%), seguido pela música e escolas de línguas (18%).

1.2.2. Caracterização do 11ºE

Foi junto da turma E do 11º ano que o aluno estagiário realizou a grande maioria do estágio pedagógico, acompanhando todas as aulas da professora Paula Branquinho, efetuando as regências e o Projeto de Investigação Educacional em Física e em Química, pelo que se considera relevante incluir a caracterização desta turma no Relatório de estágio. A ficha de caracterização de onde os dados foram retirados foi preenchida pela Diretora de Turma do 11ºE e apresentada posteriormente em Conselho de Turma Intercalar.

O 11ºE é constituído por 20 alunos, com uma média de idades de 16 anos, dos quais 15 são do género feminino e 5 do masculino. Apenas 1 aluno vive fora do agregado familiar. No final do 1º período, em virtude dos maus resultados obtidos (desde o ano anterior), uma das alunas da turma pediu transferência, enveredando por uma área de estudos mais próxima dos seus interesses (Línguas e Humanidades). A aluna nº 19 é repetente e apenas está inscrita em algumas disciplinas, não frequentando a disciplina de Física e Química A.

A nível de Habilitações Académicas, aproximadamente metade dos pais e encarregados de educação possuem pelo menos Licenciatura. No entanto, neste caso temos também pais com habilitações mais reduzidas: 10% dos pais apenas possuem o 1º ciclo e 20% apenas o 2º ciclo, tal como podemos ver no Gráfico 4.

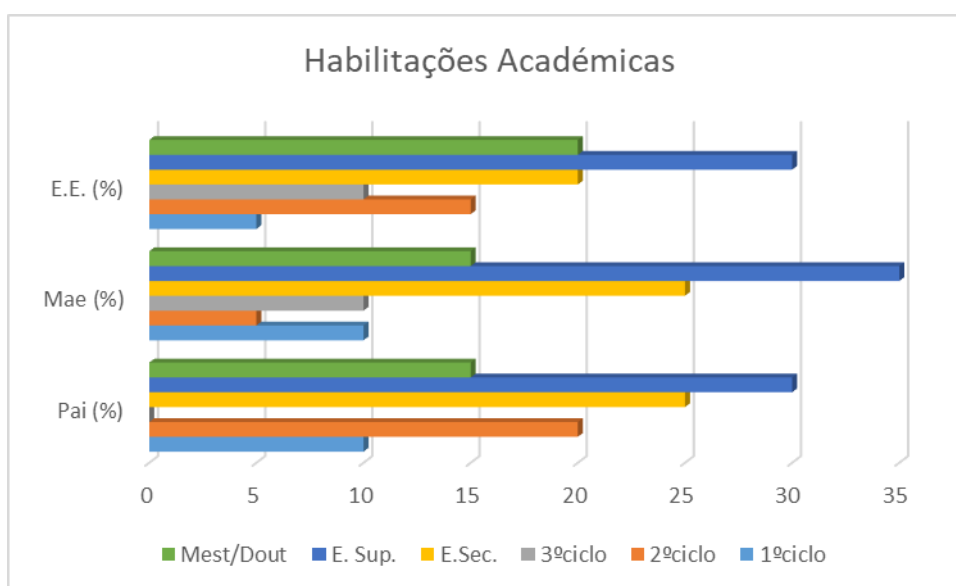


Gráfico 4: Habilitações académicas dos pais e encarregados de educação (11ºE)

No Gráfico 5 podemos ver os dados referentes à situação profissional dos pais e encarregados de educação. À semelhança da turma do 10º ano, também neste caso a larga maioria dos pais e encarregados de educação encontram-se efetivos no seu posto de trabalho. Apenas as mães de 2 dos estudantes encontram-se em situação de desemprego.

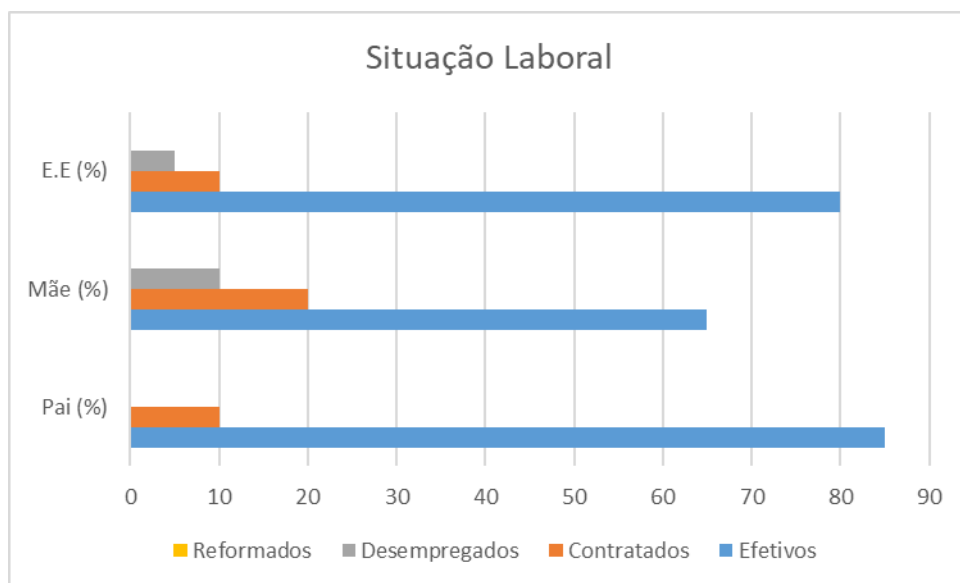


Gráfico 5: Situação laboral dos pais e encarregados de educação (11ºE)

A nível de categoria profissional, os pais e encarregados de educação são maioritariamente Quadros Técnicos, existindo também uma quantidade razoável de empregados de comércio e serviços, entre os pais e encarregados de educação (Gráfico 6).

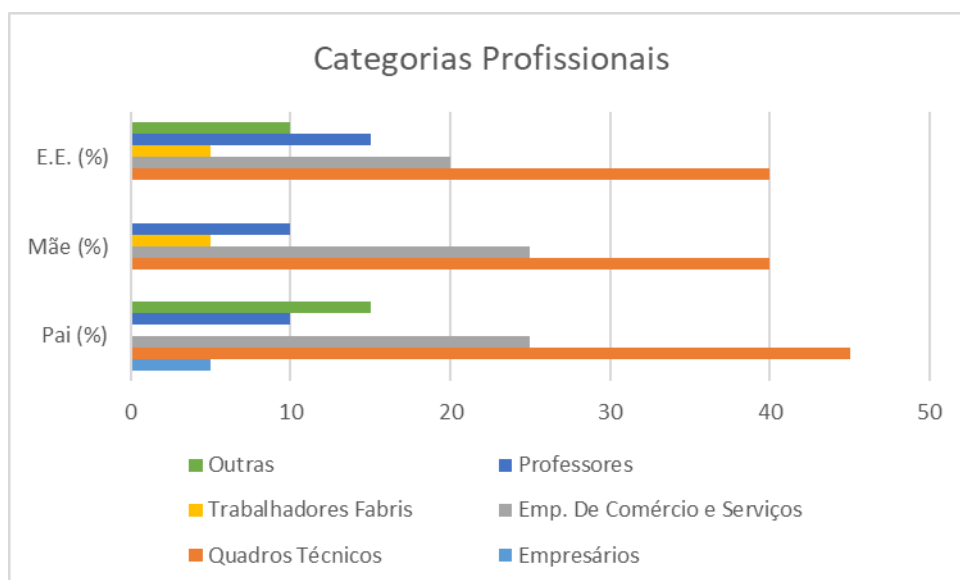


Gráfico 6: Categorias Profissionais dos Pais e Encarregados de Educação (11ºE)

A maior parte dos estudantes desloca-se para a escola em transporte familiar (11 estudantes), seguido pelos transportes públicos (7 estudantes). Apenas 2 estudantes se deslocam a pé para a escola, situação explicável por serem apenas 2 os alunos que vivem a menos de 2 km da escola. A maior parte dos estudantes (15), referiu viver a mais de 5 km da escola.

As disciplinas indicadas como preferidas pelos estudantes da turma foram a Biologia e Geologia seguida da Física e Química, também neste caso disciplinas específicas da área científica por eles

escolhida. A nível de disciplinas com mais dificuldades, os estudantes referem o Português, seguido da Filosofia.

Quanto a cursos pretendidos, os alunos escolheram Medicina, seguida de Biologia, Farmácia e Enfermagem, todos eles cursos relacionados com as Ciências da Saúde.

Todos os alunos da turma possuem acesso à internet, existindo apenas um sem computador em casa. Mais uma vez a internet é o meio de informação onde estes estudantes despendem mais tempo, uma média de 3 horas por dia. A nível de preferências culturais, os estudantes dão preponderância ao cinema (18 alunos), seguido da leitura (11 alunos) e dos computadores/internet (8 alunos).

Metade dos alunos da turma referem ser apoiados nos estudos, sendo que a maior parte dos estudantes da turma frequenta também atividades extracurriculares, com maior preponderância para o desporto (70 %), seguido pela música e escolas de línguas (15% e 10%, respetivamente).

Na medida em que os Projetos de Investigação Educacionais realizados junto da turma envolviam o uso do smartphone, os alunos desta turma foram também inquiridos pelo aluno estagiário quanto a possuírem (ou não) este equipamento. Como já era esperado, a presença deste equipamento entre os alunos era de 100%, sendo que metade dos quais utilizavam sistema Android e a outra metade iOS (iPhone).

1.3. Programa de FQA – 11º ano

A disciplina de Física e Química A é parte integrante da componente específica do curso científico-humanístico de Ciências e Tecnologias. Trata-se de uma disciplina bienal, frequentada pelos estudantes do ensino secundário no 10º e 11º ano, de forma a dar continuidade à disciplina de Ciências Físico-químicas (7º, 8º e 9º ano), constituindo precedência em relação às disciplinas de Física 12º ano e Química 12º ano (M.E.C., 2014).

O programa em vigor da disciplina prevê uma carga semanal mínima de 315 min, distribuídos por 3 aulas semanais. A aula de maior duração deverá ser dedicada à realização de atividades laboratoriais, funcionando com a turma desdobrada. As componentes de Física e de Química são lecionadas separadas, estando metade do ano letivo destinado a cada uma. A ordem de leção é alternada nos 2 anos, pelo que no 10º ano os estudantes iniciam o estudo da disciplina com Química e no 11º ano iniciam o programa pela componente de Física.

De acordo com o programa de Física e Química A, esta disciplina tem por objetivos gerais:

- Consolidar, aprofundar e ampliar conhecimentos através da compreensão de conceitos, leis e teorias que descrevem, explicam e preveem fenómenos assim como fundamentam aplicações.
- Desenvolver hábitos e capacidades inerentes ao trabalho científico: observação, pesquisa de informação, experimentação, abstração, generalização, previsão, espírito crítico, resolução de problemas e comunicação de ideias e resultados nas formas escrita e oral.

- Desenvolver as capacidades de reconhecer, interpretar e produzir representações variadas da informação científica e do resultado das aprendizagens: relatórios, esquemas e diagramas, gráficos, tabelas, equações, modelos e simulações computacionais.
- Destacar o modo como o conhecimento científico é construído, validado e transmitido pela comunidade científica.

(M.E.C., 2014)

Para cada ano letivo de lecionação, os temas da Física e da Química a abordar encontram-se divididos em domínio e subdomínios, sugerindo-se que a abordagem dos conceitos científicos parta, sempre que possível e adequado, de situações variadas que sejam motivadoras como, por exemplo, casos da vida quotidiana, avanços recentes da ciência e da tecnologia, contextos culturais onde a ciência se insira, episódios da história da ciência e outras situações socialmente relevantes.

No 10º ano, os estudantes começam a aprendizagem desta disciplina na componente da Química, a qual se encontra dividida em 2 domínios: Elementos Químicos e sua Organização e Propriedades e Transformações da Matéria. A meio do ano, os estudantes iniciam a aprendizagem da componente de Física, explorando o domínio Energia e sua conservação. Cada um destes domínios encontra-se dividido em subdomínios, sendo que em cada um está previsto um conjunto de atividades laboratoriais a realizar, A.L.

No 11º ano a lecionação desta disciplina tem início na Física, através da exploração de dois domínios: Mecânica e Ondas e Eletromagnetismo. Na segunda parte do ano, tem início a lecionação da componente de Química, através da exploração dos domínios: Equilíbrio Químico e Reações em Sistemas Aquosos.

Cada domínio encontra-se dividido também em subdomínios, os quais pressupõem determinados objetivos gerais, conteúdos a abordar e atividades laboratoriais a realizar, de acordo com a estrutura abaixo descrita, a qual diz respeito ao 11º ano:

11º ano – Componente de Física

Domínio: Mecânica

Subdomínio: Tempo, posição e velocidade

Objetivo Geral: Compreender diferentes descrições do movimento usando grandezas cinemáticas

Conteúdos:

Referencial e posição: coordenadas cartesianas em movimentos retilíneos

Distância percorrida sobre a trajetória, deslocamento, gráficos posição-tempo

Rapidez média, velocidade média, velocidade e gráficos posição-tempo

Gráficos velocidade-tempo; deslocamento, distância percorrida e gráficos velocidade-tempo

Domínio: Mecânica

Subdomínio: Interações e seus efeitos

Objetivo Geral: Compreender a ação das forças, prever os seus efeitos usando as leis de Newton da dinâmica e aplicar essas leis na descrição e interpretação de movimentos.

Conteúdos:

- As quatro interações fundamentais
- Pares ação-reação e Terceira Lei de Newton
- Interação gravítica e Lei da Gravitação Universal
- Efeitos das forças sobre a velocidade
- Aceleração média, aceleração e gráficos velocidade-tempo
- Segunda Lei de Newton
- Primeira Lei de Newton
- O movimento segundo Aristóteles, Galileu e Newton
- AL 1.1. Queda livre: força gravítica e aceleração da gravidade
- AL 1.2. Forças nos movimentos retilíneos acelerado e uniforme

Domínio: Mecânica

Subdomínio: Forças e movimentos

Objetivo Geral: Caracterizar movimentos retilíneos (uniformes, uniformemente variados e variados, designadamente os retilíneos de queda à superfície da Terra com resistência do ar desprezável ou apreciável) e movimentos circulares uniformes, reconhecendo que só é possível descrevê-los tendo em conta a resultante das forças e as condições iniciais.

Conteúdos:

Características do movimento de um corpo de acordo com a resultante das forças e as condições iniciais do movimento:

- queda e lançamento na vertical com efeito de resistência do ar desprezável
- movimento retilíneo uniformemente variado
- queda na vertical com efeito de resistência do ar apreciável –movimentos retilíneos acelerado e uniforme (velocidade terminal)
- movimento retilíneo uniforme e uniformemente variado em planos horizontais e planos inclinados
- movimento circular uniforme – periodicidade (período e frequência), forças, velocidade, velocidade angular e aceleração
- AL 1.3. Movimento uniformemente retardado: velocidade e deslocamento

Domínio: Ondas e Eletromagnetismo

Subdomínio: Sinais e Ondas

Objetivo Geral: Interpretar um fenómeno ondulatório como a propagação de uma perturbação, com uma certa velocidade; interpretar a periodicidade temporal e espacial de ondas periódicas harmónicas e complexas, aplicando esse conhecimento ao estudo do som.

Conteúdos:

- Sinais, propagação de sinais (ondas) e velocidade de propagação
- Ondas transversais e ondas longitudinais
- Ondas mecânicas e ondas eletromagnéticas
- Periodicidade temporal (período) e periodicidade espacial (comprimento de onda)
- Ondas harmónicas e ondas complexas
- O som como onda de pressão; sons puros, intensidade e frequência; sons complexos
- AL 2.1. Características do som
- AL 2.2. Velocidade de propagação do som

Domínio: Ondas e Eletromagnetismo

Subdomínio: Eletromagnetismo

Objetivo Geral: Identificar as origens de campos eléctricos e magnéticos, caracterizando-os através de linhas de campo; reconhecer as condições para a produção de correntes induzidas, interpretando a produção industrial de corrente alternada e as condições de transporte da energia eléctrica; identificar marcos importantes na história do eletromagnetismo.

Conteúdos:

- Carga eléctrica e sua conservação
- Campo eléctrico criado por uma carga pontual, sistema de duas cargas pontuais e condensador plano; linhas de campo; força eléctrica sobre uma carga pontual
- Campo magnético criado por ímanes e correntes eléctricas (retilínea, espira circular e num solenoide); linhas de campo
- Fluxo do campo magnético, indução eletromagnética e força eletromotriz induzida (Lei de Faraday)
- Produção industrial e transporte de energia eléctrica: geradores e transformadores

Domínio: Ondas e Eletromagnetismo

Subdomínio: Ondas eletromagnéticas

Objetivo Geral: Compreender a produção de ondas eletromagnéticas e caracterizar fenómenos ondulatórios a elas associados; fundamentar a sua utilização, designadamente nas comunicações e no conhecimento da evolução do Universo.

Conteúdos:

Espetro eletromagnético
Reflexão, transmissão e absorção
Leis da reflexão
Refração: Leis de Snell-Descartes
Reflexão total
Difração
Efeito Doppler
O Big Bang, o desvio para o vermelho e a radiação cósmica de fundo
AL 3.1. Ondas: absorção, reflexão, refração e reflexão total
AL 3.2. Comprimento de onda e difração

11º ano – Componente de Química**Domínio:** Equilíbrio Químico**Subdomínio:** Aspectos quantitativos das reações químicas**Objetivo Geral:** Compreender as relações quantitativas nas reações químicas e aplicá-las na determinação da eficiência dessas reações.**Conteúdos:**

Reações químicas
-equações químicas
-relações estequiométricas
Reagente limitante e reagente em excesso
Grau de pureza de uma amostra
Rendimento de uma reação química
Economia atômica e química verde
AL 1.1. Síntese do ácido acetilsalicílico

Domínio: Equilíbrio Químico**Subdomínio:** Equilíbrio químico e extensão das reações químicas**Objetivo Geral:** Reconhecer a ocorrência de reações químicas incompletas e de equilíbrio químico e usar o Princípio de Le Châtelier para prever a evolução de sistemas químicos.**Conteúdos:**

Reações incompletas e equilíbrio químico
-reações inversas e equilíbrio químico
-equilíbrio químico
Extensão das reações químicas
-constante de equilíbrio usando concentrações
-quociente de reação

Fatores que alteram o equilíbrio químico

-princípio de Le Châtelier

-equilíbrio químico e otimização de reações químicas

AL 1.2. Efeito da concentração no equilíbrio químico

Domínio: Reações em sistemas aquosos

Subdomínio: Reações ácido-base

Objetivo Geral: Aplicar a teoria protônica (de Brønsted e Lowry) para reconhecer substâncias que podem atuar como ácidos ou bases e determinar o pH das suas soluções aquosas.

Conteúdos:

Ácidos e bases

-evolução histórica

-ácidos e bases segundo Brønsted e Lowry

Acidez e basicidade de soluções

-escala de Sorensen

-pH e concentração hidrogeniônica

Autoionização da água

-produto iônico da água

-relação entre as concentrações de H_3O^+ e de OH^-

-efeito da temperatura na autoionização da água

Ácidos e bases em soluções aquosas

-ionização de ácidos e de bases em água

-pares conjugados ácido-base

-espécies químicas anfotéricas

Constantes de acidez e de basicidade

Força relativa de ácidos e de bases

Titulação ácido-base

-neutralização

-ponto de equivalência

-indicadores ácido-base

Acidez e basicidade em soluções aquosas de sais

Aspectos ambientais das reações ácido-base

-acidez da água da chuva

-poluentes atmosféricos e chuva ácida

-redução da emissão de poluentes atmosféricos

AL 2.1. Constante de acidez

AL 2.2. Titulação ácido-base

Domínio: Reações em sistemas aquosos

Subdomínio: Reações de oxidação-redução

Objetivo Geral: Reconhecer as reações de oxidação-redução como reações de transferência de elétrons e interpretar a ação de ácidos sobre alguns metais como um processo de oxidação-redução.

Conteúdos:

Caracterização das reações de oxidação-redução

-conceitos de oxidação e redução

-espécie oxidada e espécie reduzida

-oxidante e redutor

-número de oxidação

-semirreações de oxidação e de redução

Força relativa de oxidantes e redutores

-reação ácido-metal

-poder redutor e poder oxidante

-série eletroquímica

AL 2.3. Série eletroquímica

Domínio: Reações em sistemas aquosos

Subdomínio: Soluções e equilíbrio de solubilidade.

Objetivo Geral: Compreender a dissolução de sais e reconhecer que a mineralização das águas se relaciona com processos de dissolução e equilíbrios de solubilidade.

Conteúdos:

Mineralização das águas e processo de dissolução

-dissolução de sais e gases na água do mar

-o processo de dissolução e interação soluto-solvente

-fatores que afetam o tempo de dissolução

Solubilidade de sais em água

-solubilidade

-efeito da temperatura na solubilidade

-solução não saturada, saturada e sobressaturada

Equilíbrio químico e solubilidade de sais

-constante do produto de solubilidade

-solubilidade e produto de solubilidade

Alteração da solubilidade dos sais

-efeito do íon comum

-efeito da adição de soluções ácidas

-formação de íons complexos

Desmineralização de águas e processo de precipitação

-correção da dureza da água

-remoção de poluentes

AL 2.4. Temperatura e solubilidade de um soluto sólido em água

Para cada subdomínio, o programa de Física e Química A pressupõe também um determinado número de aulas, número este adaptado à extensão e dificuldade de cada tema. Esta distribuição encontra-se apresentada na tabela 1. Os subdomínios realçados na tabela correspondem aos lecionados pelo aluno estagiário aquando as regências.

Tabela 1: Distribuição das aulas de FQA do 11º ano pelos vários domínios (e subdomínios) do programa da disciplina

Componente	Domínio	Subdomínio	Número de Aulas
Física	Mecânica	Tempo, posição e velocidade	5
		Interações e seus efeitos	9
		Forças e movimentos	6
	Ondas e Eletromagnetismo	Sinais e ondas	7
		Eletromagnetismo	5
		Ondas eletromagnéticas	7
Química	Equilíbrio Químico	Aspetos quantitativos das reações químicas	7
		Equilíbrio químico e extensão das reações químicas	8
	Reações em sistemas aquosos	Reações ácido-base	10
		Reações de oxidação-redução	5
		Soluções e equilíbrio de solubilidade	9

Capítulo 2 - Componente de Física

Desde o primeiro contacto com as turmas, o aluno estagiário assistiu às aulas da orientadora pedagógica, professora Paula Branquinho, tanto na turma do 10º E, sua direção de turma, a qual se iniciou a disciplina na componente de Química, como na turma do 11ºE, a qual iniciou a disciplina na componente de Física. Sendo a componente de Física o âmbito deste capítulo é nela que nos iremos focar em seguida.

2.1. Atividades Práticas de Ensino Supervisionado

No âmbito das atividades práticas de ensino supervisionado, o aluno estagiário procurou assistir à generalidade das aulas do 11ºE, participando ativamente e colaborando nas mesmas sempre que possível, quer na redação de sumários, marcação das faltas (através do programa Inovar) e vigilância de avaliações, quer na apresentação de conteúdos programáticos e realização de atividades com os alunos, a maior parte das quais integradas no projeto de investigação educacional realizado. De facto, paralelamente às aulas, o estagiário desenvolveu um projeto que versava o uso do smartphone enquanto ferramenta experimental (Gomes M. , O teu Smartphone é um Laboratório Móvel! O uso das Novas Tecnologias no ensino da Física, 2019), pelo que este equipamento foi introduzido por variadas vezes, em particular nas aulas prático-laboratoriais, onde foi usado em substituição de outros equipamentos de análise e recolha de dados, sempre que tal fosse possível.

2.1.1. Assistência a Aulas

Tal como foi já referido, desde o início do ano letivo, o aluno estagiário assistiu às aulas da professora Paula Branquinho, de forma a contactar progressivamente com a prática letiva, ganhando familiaridade com a turma a quem iria futuramente dar aulas. Longe de se restringir à redação de sumários e marcação de faltas, no âmbito da assistência às aulas, o aluno estagiário abordou diversos conteúdos programáticos junta da turma através de atividades práticas e fichas de trabalho, nas quais colocava exercícios cujos dados diziam respeito a situações reais, sendo adquiridos através do smartphone ou dos sensores da calculadora.

Na medida em que os estudantes da turma eram obrigados a trabalhar com a calculadora gráfica, tendo, no entanto, bastantes dificuldades no manuseamento deste equipamento, foram também desenvolvidas fichas de apoio, por parte do aluno estagiário, nas quais os estudantes eram ensinados a realizar regressões lineares. Estas fichas estavam adaptadas aos vários modelos de calculadora que os estudantes da turma possuíam.

Os protocolos das várias Atividades Laboratoriais (A.L.) do primeiro domínio do programa, foram também desenvolvidos pelo aluno estagiário, sendo os mesmos adaptados à sua realização com recurso ao smartphone ou às calculadoras gráficas que os alunos possuíam, fazendo valer da melhor maneira os recursos disponíveis na Escola Secundária Infanta D. Maria. Aquando estas aulas, tanto a professora da turma como o estagiário auxiliavam os estudantes, de forma a possibilitar um mais próximo e mais eficaz acompanhamento dos alunos.

Na Tabela 2 encontram-se descritas as várias atividades desenvolvidas pelo aluno estagiário no âmbito da assistência às aulas da professora Paula Branquinho. As atividades referidas dizem apenas respeito ao primeiro dos 2 domínios abordados na componente de Física: Mecânica.

Tabela 2: Atividades organizadas pelo professor estagiário no âmbito da assistência a aulas

Tipo de Atividade	Designação	Mês de Aplicação	Principais Recursos	Presente no anexo
Ficha de trabalho 1	Análise de gráficos velocidade-tempo e posição-tempo	Setembro	Smartphone; Pc; Projetor	2
Ficha de trabalho 2	Como obter o gráfico posição-tempo de um movimento real?	Setembro	CBR; Labcradle; Pc; Projetor	3
Ficha de Trabalho 3	Movimento de um elevador	Outubro	Smartphone	4
A.L.1.1.	Queda livre – força gravítica e aceleração da gravidade.	Outubro	Smartphone ou Calculadora Gráfica, Labcradle e Photogate	5
A.L.1.2.	Forças nos movimentos retilíneos acelerado e uniforme	Novembro	Smartphone e Pc ou Calculadora Gráfica, CBR e Labcradle	6, 7 e 8
Ficha de Apoio	Procedimento para análise de um vídeo no Tracker	Novembro	Pc	9
Ficha de apoio	Procedimento para a realização de uma regressão linear na calculadora gráfica	Novembro	Calculadora Gráfica	10
Ficha de trabalho 4	Qual a relação entre a velocidade angular e a aceleração centrípeta de um corpo?	Novembro	Mesa rotativa; Smartphone	11
Ficha de trabalho 5	Como determinar a velocidade terminal de uma forma de bolo?	Novembro	Smartphone; Pc	12
A.L. 1.3.	Movimento Uniformemente Retardado: velocidade e deslocamento	Novembro	Calculadora Gráfica; Photogate e CBL2 (ou Labcradle)	13, 14

Após a exploração do primeiro domínio do programa de Física e Química A (componente de Física), deu-se início às regências, as quais serão descritas no subcapítulo seguinte. Após o fim das mesmas, e até ao fim do ano letivo, o aluno estagiário assistiu também às restantes aulas laboratoriais de Física do 11ºE, bem como às aulas laboratoriais da componente de Física do 10ºE. Desta forma foi possível ao estagiário contactar mais proximamente com as experiências previstas no programa da disciplina, auxiliando os alunos sempre que necessário e colaborando ativamente na montagem e execução das diversas atividades laboratoriais.

2.1.2. Preparação das Regências

Após as primeiras reuniões do núcleo de estágio, decidiu-se a unidade didática a explorar aquando as regências. De forma a possibilitar a progressiva adaptação do aluno estagiário à prática letiva, através da assistência às aulas da orientadora pedagógica e colaboração nas mesmas, bem como permitir uma sólida preparação da unidade didática a lecionar, optou-se por lecionar um dos subdomínios do 2º Domínio do programa: Eletromagnetismo e Ondas.

No âmbito deste domínio, decidiu-se pela exploração do subdomínio Sinais e Ondas, na medida em que se situa aproximadamente a meio da componente de Física, possuindo atividades laboratoriais passíveis de integrar no Projeto de Investigação em Física, o qual foi realizado paralelamente.

O subdomínio Sinais e Ondas, na sua maioria, elenca conteúdos com os quais os estudantes já contactaram, no âmbito da disciplina de Ciências Físico-químicas, no 8º ano de escolaridade. Como tal, e de forma a avaliar os conhecimentos que os estudantes tinham retido aquando o estudo do som, no 8º ano de escolaridade, decidiu-se realizar um pré-teste de escolha múltipla, anterior ao início da leção do subdomínio, o qual pode ser consultado no anexo 15.

Este teste teve também por propósito destacar concepções alternativas que os estudantes podem ter retido quanto a este tema. De facto, várias são as concepções alternativas que os estudantes retêm quanto ao som, e à sua produção e propagação, situação esta que se verifica nos vários níveis de ensino. Estas concepções alternativas, foram já destacadas em diversos estudos, sendo este assunto abordado com mais pormenor no Projeto de Investigação Educacional em Física (Gomes M. , 2019).

Após a leção deste subdomínio, o mesmo teste voltou a ser passado na turma, sob a forma de um pós-teste, de forma a que pudesse ser avaliado o ganho na aprendizagem, bem como o sucesso da estratégia pedagógica aplicada. De forma a ter uma amostra de controlo, tanto o pré-teste como o pós-teste foram também passados noutras 3 turmas do 11º ano da Escola Secundária Infanta D. Maria.

Como podemos observar na Tabela 3, o aluno estagiário dispôs de 3 semanas para a leção deste subdomínio. Os conteúdos foram lecionados em 3 aulas teóricas, das quais duas contaram com a presença do orientador científico, professor Décio Martins. Logo após o fim da leção

dos conteúdos, realizou-se a primeira atividade laboratorial, A.L.2.1. - Características do Som, na qual o orientador científico também esteve presente, para efeitos de avaliação do aluno estagiário.

Na medida em que os estudantes tinham Teste de Avaliação da Disciplina, a lecionação desta unidade foi interrompida por duas aulas, uma para a realização do teste de avaliação e uma para a sua correção, após as quais se realizou a 2ª atividade laboratorial: Velocidade de Propagação do Som.

Para além das aulas teóricas e laboratoriais, os alunos contaram ainda com duas aulas teórico-práticas, dedicadas na sua maioria à resolução de exercícios.

Antes do início da lecionação do subdomínio foram elaborados planos para cada uma das aulas, os quais foram discutidos tanto com a orientadora pedagógica e com o orientador científico do estágio. Estes planos podem ser consultados no Anexo 16 do presente relatório.

Tabela 3: Distribuição temporal das várias atividades preparadas no âmbito das regências

Semana	Atividade	Data
	Pré-teste	23 de novembro
1	Aula Teórica 1	28 de novembro
	Aula Teórico-prática 1	29 de novembro
	Aula Teórica 2	30 de novembro
2	Aula Teórica 3	5 de dezembro
	A.L. 2.1: Características do Som	6 de dezembro
	Teste de Avaliação	7 de dezembro
3	Entrega e correção do Teste	12 de dezembro
	A.L. 2.2: Velocidade de Propagação do Som	13 de dezembro
	Aula Teórico-Prática 2 / Autoavaliação	14 de dezembro
Férias de Natal		
	Pós-teste	3 de janeiro

2.1.3. Regências

As aulas lecionadas pelo aluno estagiário, no âmbito do subdomínio escolhido para as regências, Sinais e Ondas, centram-se no desenvolvimento de um entendimento correto da produção e propagação das ondas mecânicas, com particular ênfase na produção e propagação do som, tema do qual derivam inúmeras conceções incorretas por parte dos estudantes. A nível experimental, procurou-se utilizar as novas tecnologias de uma forma didática e enriquecedora, com particular ênfase no uso do smartphone enquanto ferramenta experimental, tema do Projeto de Investigação realizado paralelamente.

Nas aulas teóricas, utilizaram-se apresentações (PPT) de apoio ao subdomínio lecionado, desenvolvidas pelo aluno estagiário para o efeito, nas quais, para além de sínteses dos conteúdos a lecionar, foram integradas as simulações computacionais: A movie and a graph e Fourier: Making

Waves, explorando as mesmas através da participação ativa dos estudantes. De forma a abordar a produção e propagação do som, recorreu-se também a dois vídeos, integradas também nas apresentações preparadas pelo estagiário. Estas apresentações podem ser consultadas nos anexos 17 e 18 do presente documento, estando as notas de apoio aos mesmos no anexo 19.

Na resolução de exercícios por parte dos estudantes, recorreu-se a alguns dos exercícios do manual adotado, 11F, bem como a uma ficha de exercícios desenvolvida para a turma, através da compilação de exercícios de vários manuais, a qual pode ser consultada no anexo 20.

De forma a possibilitar uma primeira introdução ao estudo do som, através de uma abordagem que possibilitasse o interesse e a participação ativa dos estudantes da turma, utilizou-se um osciloscópio virtual (Zeitnitz, 2017), ligado a um microfone, bem como instrumentos musicais, um diapasão e a voz, os quais eram utilizados pelos estudantes na produção de sons, discutindo-se em seguida, as características dos sons produzidos.

Na última aula deste subdomínio, essencialmente teórico-prática, aproveitou-se para introduzir os estudantes ao efeito doppler no som, a abordar no subdomínio seguinte, utilizando 2 smartphones com a aplicação Phyxox (RWTH Aachen University, 2019) e uma mesa rotativa, de forma a demonstrar a alteração da frequência do som derivada ao efeito, discutindo em seguida o mesmo com a turma.

Ainda que os alunos tenham sido pouco participativos nas aulas teóricas, característica da turma desde o início do ano letivo, eles mostraram-se interessados sempre interessados nos conteúdos lecionados, participando ordeiramente, colaborando nas atividades e colocando dúvidas à medida que as mesmas surgiam.

Nas aulas laboratoriais, a turma era de 20 alunos e não desdobrava em turnos, ao contrário do previsto no programa da disciplina, devido ao (relativamente) reduzido de alunos. Face a esta situação, os equipamentos existentes na escola para a realização da A.L. 2.1 e 2.2, eram manifestamente insuficientes para o número de alunos da turma. Como tal, decidiu-se pela realização destas atividades através de recursos como o osciloscópio virtual e o smartphone, para além dos, já tradicionais osciloscópios.

Atendendo à situação acima referida, no caso da A.L. 2.1., na qual se procurava o estudo das características do Som, fez-se uso de 2 protocolos diferenciados: um deles foi produzido pelo professor estagiário para o efeito (Anexo 21) e pressupunha o uso de um computador com o osciloscópio virtual instalado, ao qual estavam ligadas as colunas e o microfone, enquanto o outro era o protocolo previsto no manual da disciplina, no qual se previa o uso do osciloscópio e do gerador de sinais. Na medida em que os osciloscópios e geradores de sinais utilizados diferiam dos referidos no manual da disciplina, desenvolveu-se também uma ficha de apoio com algumas notas relativamente ao funcionamento dos equipamentos, a qual pode consultar-se no anexo 22.

Os alunos da turma foram divididos em 4 grupos, sendo que cada grupo realizaria duas das 4 tarefas previstas na A.L. no osciloscópio convencional, realizando as restantes duas no osciloscópio virtual. Desta forma possibilitou-se a formação de 4 grupos, os quais trabalhavam em simultâneo, experienciando todos eles o osciloscópio convencional, situação esta que teria disso impossível

com o uso exclusivo do osciloscópio tradicional e gerador de sinais, devido ao insuficiente número de equipamentos disponíveis.

No caso da A.L. 2.2. Velocidade de Propagação do Som, fez-se unicamente uso de uma fita-métrica e de 2 smartphones equipados com a app Phyphox por cada grupo de alunos, desenvolvendo um protocolo para o efeito, o qual pode ser consultado no anexo 23.

A turma foi dividida em 4 grupos, cada um deles com 2 smartphones, fazendo-se uso do microfone do dispositivo através da opção cronómetro acústico do Phyphox. Na medida em que esta atividade implicava a produção de sons, a ser detetados pelos smartphones, bem como um distanciamento considerável entre dispositivos, os grupos realizaram a aquisição de dados da atividade fora do laboratório: 2 grupos adquiriram os dados no átrio do edifício dos laboratórios, enquanto outros 2 efetuaram-na num dos corredores exteriores da escola, anexo a este edifício.

A atividade foi realizada sem grandes problemas e de forma bastante autónoma por parte dos estudantes, os quais obtiveram valores bastante bons para a velocidade do som: afetados de um erro relativo entre os 5,0 e os 18%, valores baixos atendendo ao método utilizado.

É de frisar que no início do ano a turma se deparava com o problema da autonomia aquando a realização de atividades experimentais, na medida em que no anterior ano tinham realizado a maior parte das atividades laboratoriais de forma centralizada, com o professor a desempenhar a maior parte das tarefas das atividades. No entanto, aquando a realização desta última atividade, tal problema pareceu já estar, na sua maioria, ultrapassado.

2.1.4. Pré-teste e pós-teste - Análise dos resultados

O pré-teste e o pós-teste encontravam-se divididos em duas partes. A primeira parte, mais teórica, tinha por propósito evidenciar os diferentes os modelos dos estudantes quanto à produção e propagação do som, sendo que cada uma das alternativas de resposta correspondia a um desses modelos.

De facto, de acordo com (Hrepic, Zollman, & Rebello, 2010), podemos distinguir 4 modelos explicativos habituais dos estudantes quanto à produção e propagação do som:

- Modelo de Onda: modelo cientificamente aceite - o som é o movimento vibracional das partículas do meio, causado pela fonte que o produz; sem o meio, o som não pode existir, nem se propagar.
- Modelo de Entidade Independente: o som (ou partícula de som) é uma entidade independente, diferente do meio através do qual é propagada; o som não necessita de um meio para se propagar.
- Modelo de Entidade Dependente: o som é também uma entidade independente, diferente do meio através do qual se propaga; de forma a propagar-se, o som necessita do movimento das partículas do meio.
- Modelo Intrínseco: o som é o movimento translacional das partículas do meio, causado pela fonte do som; a ausência de meio o som não se pode propagar; quando se propaga, as partículas do meio viajam desde a fonte, na direção de propagação do som.

Na primeira e segunda questão, o modelo de onda, modelo cientificamente aceite, foi a alternativa escolhida pela maioria dos estudantes, tanto no pré-teste como no pós-teste. No entanto, na 3ª questão, a qual dizia respeito à propagação do som através de uma parede, um número considerável de estudantes da turma de teste (69%) optou por um modelo alternativo. Esta situação reverteu-se no pós-teste, com a maior parte dos estudantes a escolher o modelo cientificamente aceite.

Na segunda parte do teste, procurava-se que os estudantes aplicassem os conhecimentos quanto a este tema a situações mais práticas.

As 2 primeiras questões referiam-se aos efeitos da propagação do som numa partícula de pó e na chama de uma vela, obrigando a um correto entendimento do Modelo de Onda enquanto modelo de propagação do som e das consequências que advêm da sua aceitação. De acordo com (Wittmann, Steinberg, & Redish, 2003) os estudantes parecem pensar nas ondas sonoras usando uma interpretação do senso-comum, baseada na ideia de que as ondas sonoras exercem uma força unidirecional no meio através do qual viajam. Como tal, seria de esperar que uma parte considerável dos estudantes optasse pela opção B “O som produzido provocará o afastamento da chama/partícula”, o que se verificou, sendo esta a resposta errada mais comum nos testes.

Na última questão, procurava-se destacar um outro erro frequente dos estudantes: considerar que a velocidade de uma onda no ar com uma frequência mais elevada é maior, fazendo um uso incorreto da relação $v=\lambda \times f$. Tanto no pré-teste como no pós-teste a maioria dos estudantes respondeu incorretamente à questão. No entanto, foi apenas no pós-teste que a maior parte das respostas incorretas evidenciavam o raciocínio descrito. De facto, antes do início deste subdomínio os estudantes não tinham ainda sido introduzidos à relação velocidade-frequência, menor sendo a probabilidade de fazerem um uso incorreto da mesma.

Os resultados detalhados das várias questões podem ser consultados no anexo 24. Na análise dos mesmos optou-se pelo uso do ganho normalizado de Hake enquanto ferramenta de aferição do ganho obtido na aprendizagem. O ganho normalizado, $\langle g \rangle$, define-se para uma dada turma como o rácio entre o ganho médio $\langle G \rangle$ e o ganho máximo possível $\langle G \rangle_{max}$:

$$\langle g \rangle = \frac{\% \langle G \rangle}{\% \langle G \rangle_{max}} = \frac{(\% \langle S_f \rangle - \% \langle S_i \rangle)}{(100 - \% \langle S_i \rangle)},$$

Onde $\langle S_f \rangle$ e $\langle S_i \rangle$ são a média final (pós) e inicial (pré) da turma (Hake, 1998). Podemos ter 3 tipos de turma, mediante o valor de ganho normalizado obtido: Turmas de ganho baixo ($\langle g \rangle$ inferior a 0,3); Turmas de Ganho médio, ($\langle g \rangle$ entre 0,3 e 0,7) e Turmas de Ganho Elevado ($\langle g \rangle$ superior a 0,7).

A tabela 4 apresenta os resultados globais do pré e pós teste nas várias turmas às quais foi aplicado. Como podemos observar, apenas a turma de teste apresentou um ganho médio ($\langle g \rangle = 0,31$). O seu resultado no pré-teste foi bastante inferior ao do grupo de controlo, situação que se alterou no pré teste, onde todas as turmas apresentaram resultados muito semelhantes.

Nas turmas de controlo o ganho foi muito próximo de zero, obtendo um resultado quase igual no pré e pós-teste. Para tal, poderá ter contribuído o facto de duas das turmas de controlo terem tido uma aula teórica introdutória sobre sinais e ondas antes da realização do pré-teste, revendo aí alguns conceitos gerais quanto à propagação de ondas.

Não obstante este facto, pode considerar-se que a metodologia utilizada, estimulando o uso das novas tecnologias no ensino da Física, teve resultados bastante positivos não apenas ao nível da motivação e envolvimento dos estudantes, como também em termos do ganho na aprendizagem dos estudantes, o qual ainda que médio foi manifestamente superior ao das restantes turmas.

Tabela 4: Resultados globais do pré e pós teste, nas turmas de controlo e teste.

Parâmetro	Turma de Teste	Controlo 1	Controlo 2	Controlo 3	<Controlo>
<% > pré-teste	37	60	61	58	59
<%> pós-teste	56	59	63	60	59
Ganho de Hake	0,31	-0,02	0,04	0,05	0,00

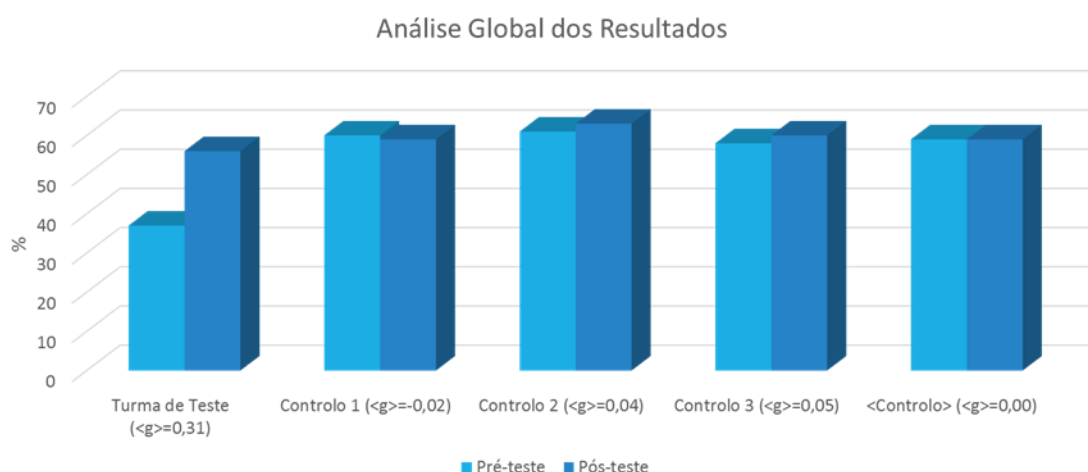


Gráfico 7: Comparativo dos resultados globais das turmas no pré e pós teste

2.2. Projeto de Investigação Educacional em Física

O Projeto de Investigação Educacional em Física, teve por objetivo demonstrar e explorar como o smartphone pode ser usado para dinamizar um sem número de experiências de Física, suprimindo a necessidade de numerosos equipamentos no Laboratório de Física, muitos deles de difícil aquisição e inexistentes em muitas escolas.

Esta ideia tinha já sido alvo de alguma atenção aquando a disciplina de Didática da Física I, onde o aluno estagiário, em conjunto com a professora da disciplina, Manuela Silva, realizou diversos trabalhos experimentais através da análise de vídeos captados com o smartphone, os quais deram origem a um artigo, duas comunicações em conferências e um poster, respetivamente:

(Gomes, Martín-Ramos, Pereira da Silva, & Ramos Silva, 2018), (Gomes & Ramos Silva, 2018), (Martín-Ramos, Gomes, & Ramos Silva, 2018), (F. Gomes & Ramos Silva, 2018).

Através deste equipamento os estudantes podem também realizar as experiências fora dos laboratórios escolares, como trabalho de casa, ou em projetos de grupo, no âmbito da disciplina ou multidisciplinares, recolhendo os dados a partir de atividades do seu quotidiano, podendo envolver a restante comunidade educativa na realização das experiências (Gomes M. , 2019).

Este tipo de utilização didática do smartphone enquadra-se no conceito de Mobile Learning, cujos benefícios trazidos e orientações políticas para uma correta implementação foram já realçadas pela UNESCO, no documento UNESCO Policy Guidelines for Mobile Learning.

O Mobile Learning envolve o uso de tecnologias móveis, tanto isoladas, como em combinação com outras tecnologias de informação e comunicação (TIC), de forma a permitir a aprendizagem em qualquer altura e qualquer lugar (UNESCO, 2013).

Esta ideia vai também ao encontro do Perfil do Aluno para o Século XXI, de acordo com o qual à saída da escolaridade obrigatória, o jovem deve ser um cidadão: dotado de literacia cultural, científica e tecnológica que lhe permita analisar e questionar criticamente a realidade, avaliar e seleccionar a informação, formular hipóteses e tomar decisões fundamentadas no seu dia-a-dia sendo que se deve Organizar o ensino prevendo a utilização crítica de fontes de informação diversas e das tecnologias da informação e comunicação (Ministério da Educação, 2017).

Tendo estas ideias por base, aquando o referido Projeto de Investigação Educacional, procurou-se explorar as potencialidades e limitações do uso do smartphone no ensino da Física, efetuando uma revisão das publicações científicas existentes quanto a este assunto.

Explorou-se também as principais aplicações (Apps) disponíveis para o uso do smartphone enquanto ferramenta experimental em Física, bem como os sensores que temos disponíveis na generalidade destes equipamentos, com os quais podemos medir numerosas variáveis, em qualquer lugar e qualquer altura, tais como: aceleração, densidade de fluxo magnético, ou mesmo radiação ionizante, abrindo assim novas possibilidades no ensino e na aprendizagem, particularmente na educação científica (Hochberg, Kuhn, & Müller, 2018).

De forma a analisar a real aplicabilidade do smartphone enquanto substituto de outros equipamentos de recolha e análise de dados utilizados no laboratório de Física (quase sempre manipulados através de calculadoras e interfaces), examinou-se atentamente as Atividades Laboratoriais previstas no programa e metas curriculares de Física e Química A e de Física 12º, de forma a analisar quais as experiências suscetíveis de ser realizadas com recurso aos sensores (e Apps) do smartphone, bem como a existência (ou não) de literatura científica referente à realização dessas experiências com o dispositivo móvel.

Através desta análise, e como podemos observar nos gráficos 8 e 9, conclui-se que 54% das atividades laboratoriais previstas no programa de Física e Química A e 67% das atividades previstas no programa de Física 12º ano podem ser realizadas utilizando o smartphone como único equipamento de aquisição e análise de dados. No caso da aquisição de dados das restantes

atividades previstas, ela pode fazer-se através do uso de equipamentos de baixo custo e fácil aquisição: multímetros, termômetros, cronômetros, réguas e transferidores.

Para além disso, várias são as possibilidades de atividades adicionais trazidas pelo smartphone, nomeadamente em domínios onde não existem atividades laboratoriais previstas (radioatividade, por exemplo)

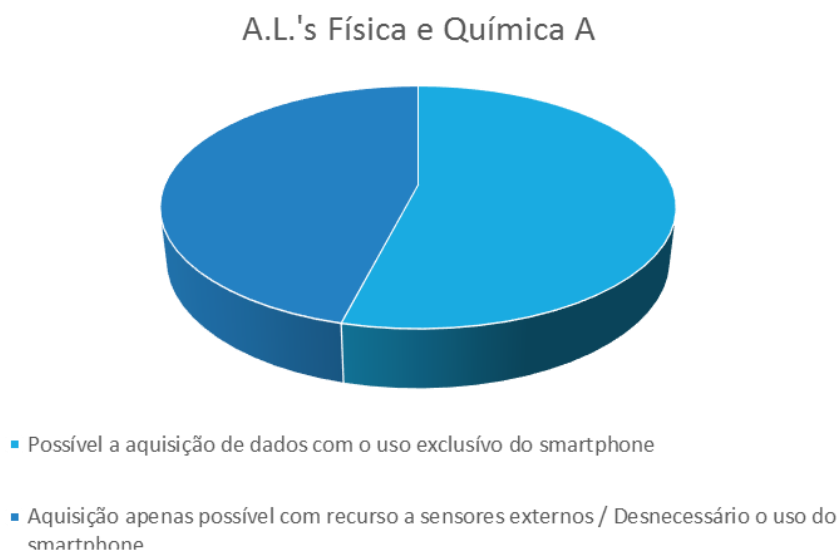


Gráfico 8: % das experiências de Física e Química A cuja aquisição de dados pode ser efetuada (ou não) com recurso ao smartphone.

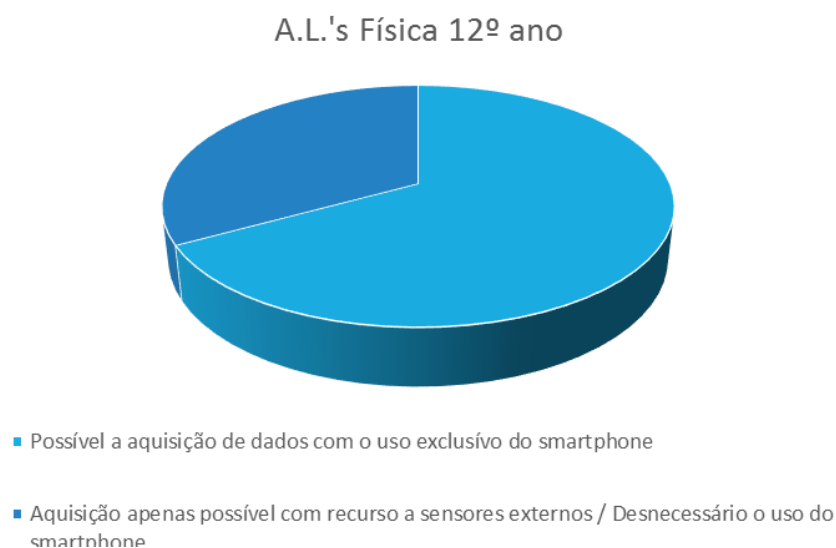


Gráfico 9: % das experiências de Física 12º ano cuja aquisição de dados pode ser efetuada (ou não) com recurso ao smartphone.

Tal como já foi referido no subcapítulo Assistência a Aulas, várias foram as atividades organizadas pelo aluno estagiário no âmbito da assistência às aulas (Tabela 2), sendo que a maioria delas visava o uso do smartphone enquanto instrumento de aquisição e análise dos dados das

atividades, contribuindo as mesmas para verificar a aplicabilidade e a facilidade de introdução deste equipamento no Laboratório de Física, numa perspetiva didática.

Os alunos da turma (11^ºE) mostraram-se bastante interessados na realização das diversas atividades, utilizando os equipamentos com desenvoltura e obtendo resultados experimentais bastante bons e muito próximos dos obtidos através de sensores convencionais.

Procurou-se também realizar atividades laboratoriais com o smartphone noutras turmas da Escola Secundária Infanta D. Maria. Desta forma foi possível verificar a aplicabilidade do dispositivo em diferentes grupos, ampliando a amostra alvo deste estudo.

No caso da A.L. 1.1., a mesma foi também realizada noutra turma do 11^º ano, a qual reagiu bastante bem ao uso didático do smartphone, manifestando um grande interesse na realização da mesma e obtendo valores bastante razoáveis para a aceleração da gravidade. É de referir que alguns alunos desta turma quiseram mesmo ficar durante mais tempo na aula, de forma a terminarem a recolha e análise de dados da atividade, referindo-se a esta aula como “uma das melhores aulas de Física” que já tiveram.

Foi também pedida colaboração aos professores de Física 12^º ano, os quais se mostraram bastante interessados no projeto possibilitando ao aluno estagiário a participação numa das atividades laboratoriais do 12^º ano, a A.L. 2.2 – Atrito Estático e Atrito Cinético. Esta atividade foi realizada com recurso ao smartphone, bem como ao software Tracker (Brown, 2018), para análise dos vídeos gravados no smartphone, tendo também alcançado os objetivos desejados, como um grande envolvimento e interesse por parte dos estudantes das duas turmas que nela participaram. O protocolo da referida atividade pode ser consultado no anexo 25.

No âmbito das regências, as Atividades Laboratoriais previstas foram também realizadas através de protocolos alternativos, os quais pressupunham o uso das Novas Tecnologias, com particular foco no smartphone. Efetivamente, o protocolo da A.L.2.2. previa o uso exclusivo do smartphone enquanto equipamento de aquisição de dados, sendo que a demonstração do efeito Doppler foi também realizada com recurso a este dispositivo.

Efetivamente, e como é também demonstrado nos resultados do pré/pós teste, realizado aquando as regências, os resultados da metodologia aplicada são francamente animadores, demonstrando, não só um maior ganho na aprendizagem através do uso do smartphone (aliado a outras tecnologias), como também que a maior parte das experiências previstas do programa de Física e Química A e Física 12 podem ser realizadas com o smartphone enquanto único equipamento de análise e aquisição de dados, e muitas outras podem ser adicionadas, permitindo medir e analisar um grande número de grandezas físicas, mesmo em escolas mais desprovidas de sensores e interfaces para a medição das mesmas.

É de referir que o Projeto de Investigação Educacional em Física aqui descrito foi também alvo de uma candidatura ao prémio Ciência na Escola, da Fundação Ilídio Pinho, com vista à continuação do seu desenvolvimento e extensão da área de ação do mesmo. No entanto, tal candidatura, a que pode ser consultada no anexo 26, foi preterida face a outras candidaturas apresentadas pela Escola Secundária Infanta D. Maria.

Capítulo 3 - Componente de Química

Contrariamente ao que se passou na componente de Física, neste caso o projeto de investigação educacional não se encontrava completamente integrado com o tema das regências, pelo que as atividades realizadas com a turma no âmbito do projeto apenas aconteceram no final do ano letivo e serão abordadas no subcapítulo referente ao mesmo.

Paralelamente às atividades letivas, várias foram as atividades não letivas realizadas durante a segunda parte do ano letivo, as quais serão discutidas no capítulo seguinte. Ainda que importantes e enriquecedoras para os estudantes, as mesmas levaram a que o tempo disponível para a lecionação desta componente fosse substancialmente mais reduzido, limitando o número e variedade de atividades passíveis de realizar com os estudantes da turma.

3.1. Atividades Práticas de Ensino Supervisionado

No âmbito da componente de Química, as atividades práticas de ensino supervisionado iniciaram-se também em setembro, através da assistência às aulas do 10º E (o qual iniciou a disciplina com a componente de Química). Aquando as aulas laboratoriais desta turma, o aluno estagiário assumiu sempre uma postura ativa, procurando colaborar na realização e preparação das várias atividades laboratoriais, de forma a uma progressiva familiarização com o laboratório de Química e com a dinâmica de trabalho no interior do mesmo.

Aliando o trabalho realizado junto desta turma, à experiência obtida com a lecionação, junto do 11ºE, da componente de Física do 11º ano, o aluno estagiário possuía já uma maior familiaridade quer com a turma, quer com o funcionamento das aulas da disciplina, o que lhe permitiu uma prática letiva sem grandes contratempos e com um maior à vontade decorrente do trabalho anteriormente desenvolvido.

3.1.1. Assistência a Aulas

No âmbito da assistência às aulas, e tal como já foi referido, o aluno estagiário tinha já acompanhado e apoiado as aulas de Química do 10ºE durante a primeira metade do ano letivo.

Na segunda metade do ano, o 11ºE, turma junto da qual iriam ser lecionadas as regências, iniciou a componente de Química. Mais uma vez, e à semelhança do que foi feito na componente de Física, o aluno estagiário assistiu a todas as aulas teóricas e laboratoriais da turma, as quais foram lecionadas pela orientadora pedagógica do estágio, professora Paula Branquinho.

Nestas aulas, para além da simples assistência, o estagiário inseria os sumários, marcava faltas e vigiava as provas de avaliação, sempre que necessário. Aquando as aulas laboratoriais, era também prestada assistência aos vários grupos, orientando-os nas várias tarefas das atividades e fornecendo explicações quanto às mesmas, quando tal fosse necessário.

De forma a preparar o aluno estagiário para a realização e correção de provas de avaliação, foi-lhe pedido que desenvolvesse a segunda prova de avaliação teórico-prática da turma, bem como a respetiva matriz e critérios de classificação, as quais podem ser consultadas nos anexos 27 e 28,

respetivamente. Após a realização destes documentos, os mesmos foram apresentados à professora Paula Branquinho, a qual fez a revisão dos mesmos antes de os entregar à turma.

Na medida em que o teste foi realizado pouco depois do início da componente de Física, o mesmo contemplava tanto conteúdos dos últimos subdomínios de Física como dos primeiros subdomínios de Química, sendo focado sobretudo em questões decorrentes das atividades laboratoriais realizadas em ambas as componentes.

Após a realização da prova, o professor estagiário efetuou também a sua correção, discutindo a mesma com a orientadora pedagógica antes da entrega dos testes corrigidos à turma.

3.1.2. Preparação das Regências

Após reunião do núcleo de estágio, decidiu-se que a unidade didática a lecionar pelo aluno estagiário. Na medida em que os temas do primeiro domínio: Equilíbrio Químico se situavam no início do programa da componente, limitando o tempo disponível para a preparação das aulas, optou-se pela escolha de um dos subdomínios do 2º domínio do programa: Reações em Sistemas Aquosos. Atendendo aos conteúdos dos vários subdomínios, bem como ao facto de os alunos estarem em ano de exame, evitou-se também escolher um dos subdomínios finais, optando pela leção do subdomínio Reações Ácido-Base, o qual se encontra aproximadamente a meio do programa da Componente de Química.

O tema das reações ácido-base foi já abordado junto dos alunos da turma, no 8º ano de escolaridade, em Ciências Físico-químicas, aquando o estudo dos vários tipos de reações químicas. Neste grau de escolaridade, este assunto foi abordado numa perspetiva essencialmente prática e observacional, sem que se tivessem realizado cálculos ou se efetuassem considerações quantitativas quanto ao tema. Aquando a revisitação do assunto, no 11º ano, a abordagem das reações ácido-base é consideravelmente mais teórica e quantitativa, atendendo ao muito maior conhecimento de química e de matemática que os estudantes já possuem neste nível de escolaridade.

As reações ácido-base são um tema reconhecido desde há algum tempo como difícil por parte dos estudantes (Burns, 1982). De facto, várias são as conceções alternativas que os estudantes possuem quanto a este tema, nos mais variados graus de ensino, as quais foram já objeto de diversos estudos, cujos resultados foram já sintetizados no âmbito do Projeto de Investigação Educacional em Química, anteriormente realizado (Gomes M. , O uso do Smartphone no Ensino da Química, 2019).

Atendendo a este facto, antes do início da leção do subdomínio, Reações Ácido-Base, optou-se pela realização de um teste diagnóstico, com o objetivo de destacar conceções alternativas que os estudantes pudessem ter, bem como determinar os conhecimentos que os estudantes possuíam à partida quanto a este tema.

Como podemos observar na Tabela 5, a leção do subdomínio distribuiu-se por 6 aulas teóricas e duas aulas laboratoriais, onde se realizaram as duas experiências previstas no programa da disciplina: A.L. 2.1 – Constante de Acidez e A.L. 2.2 – Titulação ácido-base. O teste diagnóstico foi realizado no dia anterior ao início das regências.

Infelizmente, consequência da realização de um teste de avaliação, de duas visitas de estudo e das férias da páscoa, não foi possível lecionar todo o subdomínio de uma forma seguida, distribuindo-se a lecionação do tema ao longo de 5 semanas.

Consequência também destes constrangimentos temporais, apenas foi possível realizar as atividades laboratoriais após a lecionação das aulas teóricas. Como a atividade laboratorial 2.2. exigia mais tempo para a sua realização, ela foi efetuada em primeiro lugar, numa das aulas de 135 min. Apenas se realizou a A.L. 2.1 após as férias, na medida em que apenas se pôde utilizar uma aula de 90 min para esse feito, para a qual se conseguiu um laboratório disponível (a aula de 135 min dessa semana coincidia com o feriado do 25 de Abril).

Os planos de aula das aulas a lecionar foram preparados antes do início da lecionação deste subdomínio, sendo previamente discutidos junto do núcleo de estágio. Os mesmo podem ser consultados no anexo 29.

De forma a proceder à avaliação do desempenho do professor estagiário, o orientador científico do estágio, professor Sérgio Rodrigues, esteve presente em duas das aulas teóricas lecionadas, bem como na última aula laboratorial, na qual se realizou a A.L. 2.1.

Tabela 5: Distribuição Temporal das Aulas Lecionadas

Semana	Aula	Data	Duração
-	Teste Diagnóstico	12 de março	-
Semana 1	Aula nº1 (T)	13 de março	90 min
	Correção Teste Teórico Prático/Aula Dúvidas	14 de março	135 min
	Realização Teste Teórico	15 de março	90 min
Semana 2	Aula nº2 (T)	20 de março	90 min
	Aula nº3 (T)	21 de março	135 min
	Aula nº4 (T)	22 de março	90 min
Semana 3	Aula nº5 (T)	27 de março	90 min
	Visita de Estudo da Turma	28 de março	-
	Aula nº6 (T)	29 de março	90 min
Semana 4	Visita de Estudo 10ºE (acompanhamento)	3 de abril	-
	A.L. 2.2. Titulação	4 de abril	135 min
	Autoavaliação/Correção T. Avaliação	5 de abril	90 min
-	Férias	6-21 abril	-
Semana 5	A.L. 2.1. Constante de Acidez	24 de abril	90 min

3.1.3. Teste Diagnóstico e Análise dos Resultados

Como referido atrás, de forma a determinar aquilo que os estudantes teriam retido do seu primeiro contacto com as reações ácido-base (no 8º ano) e destacar conceções erradas que pudessem ter quanto ao assunto, antes do início da lecionação do subdomínio, foi passado um teste diagnóstico à turma. Este teste, o qual pode ser consultado no anexo 30, é constituído por 6 questões de escolha múltipla: 4 na forma de questões de duas etapas (two tier questions) e duas com uma única etapa.

A escolha das questões a colocar no teste teve por critério as mesmas conterem (na sua maioria) conteúdos já abordados aquando o primeiro contacto com as reações ácido-base, no 8º ano.

As primeiras 3 questões do teste referem-se a conhecimentos de ácido-base aquando a sua aplicação no quotidiano, abordando-se os conceitos de neutralização e pH a partir de ácidos e bases do conhecimento dos estudantes. Estas questões foram retiradas do Acids-Bases Chemistry Achievement Test (ABCTAT), um teste usado e concebido na aferição dos conhecimentos de ácido-base de estudantes do 11º ano da Malásia (Damanhuri, Treagust, Won, & Chandrasegaran, 2016).

A 4ª questão foi retirada do Acid-Base Chemistry Concept Test (ABCCT), um questionário desenvolvido para aferir o conhecimento de química ácido-base por parte de professores recém-formados de ciências, na Turquia (Ültay & Çalik, A Comparison of Different Teaching Designs of ‘Acids and Bases’ Subject, 2016). Ainda que se trate de um questionário direcionado a professores, a questão escolhida centra-se na distinção entre ácidos e bases comuns, estando assim ao alcance dos estudantes.

A 5ª e 6ª questão foram retiradas de itens de escolha múltipla de questões de exame do Reino Unido (Drechsler & Schmidt, 2005). Enquanto na 4ª questão era pedido aos estudantes que identificassem a reação correta entre um ácido e uma base do seu conhecimento, a partir do nome dos mesmos, na 5ª questão era apresentada a reação entre um ácido e uma base, perante a qual os estudantes deveriam escolher a afirmação que classificasse corretamente as moléculas (ou iões) em reação como ácidos ou bases.

Infelizmente estas duas questões apresentavam incorreções, as quais apenas foram detetadas posteriormente à realização do teste pelos estudantes. Efetivamente, na alínea (D) da 5ª questão faltava a seta indicadora de reação química, tornando essa alternativa claramente incorreta e na 6ª questão as 3 primeiras alternativas estavam corretas, existindo apenas uma alternativa errada, a (D).

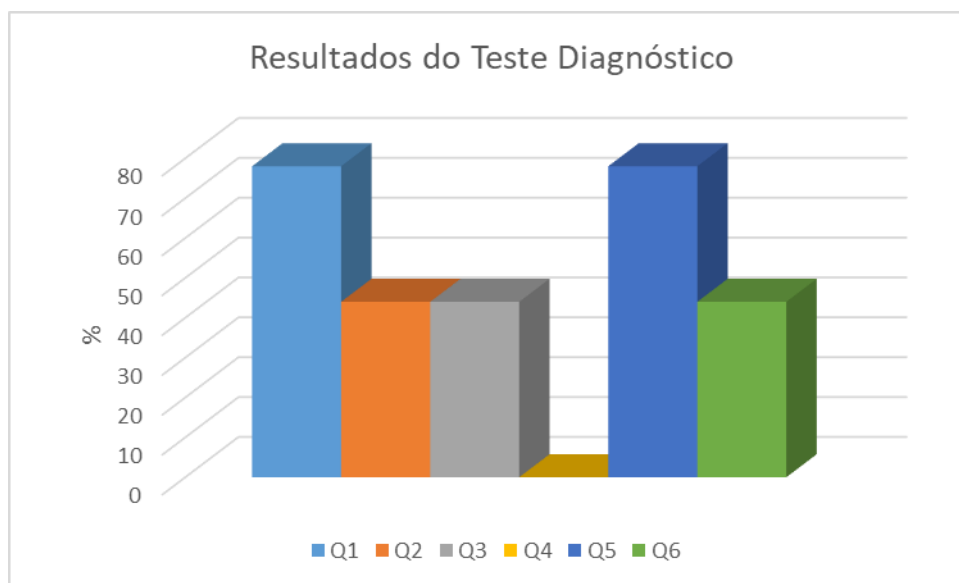


Gráfico 10: Resultados dos estudantes nas várias questões do teste diagnóstico

Na primeira questão procurava-se que os estudantes associassem o conceito de ácido aos frutos cítricos, reconhecendo que os ácidos apresentam um pH inferior a 7 a 25 graus celsius. A grande maioria dos estudantes (78%) responderam corretamente à questão, escolhendo também a justificação correta. Os restantes estudantes escolheram a justificação (incorreta) B, atribuindo aos ácidos um pH superior a 7.

Na segunda questão abordava-se o uso de produtos básicos nos detergentes e produtos de limpeza e as razões para tal. 44% dos estudantes deram a resposta correta, bem como a justificação para a mesma: As bases dissolvem a gordura e óleos presentes na sujidade mais eficazmente que os ácidos. As respostas dos restantes estudantes focaram-se nas justificações referentes ao uso de ácidos, assumindo serem estas as substâncias mais vulgarmente usadas na limpeza.

A 3ª questão referia-se ao uso de ácidos (ou bases) na correção do pH dos solos, devendo os estudantes escolher um produto para a correção do pH e em seguida indicar a razão da sua escolha. 44% dos estudantes indicaram corretamente quer o produto químico a adicionar, quer a razão da sua escolha, reconhecendo a ocorrência de uma neutralização aquando a aplicação do produto. No entanto, é também de referir que 83% dos estudantes reconheceram que seria necessário adicionar uma base, sendo que 67% dos mesmos reconheceram a ocorrência de uma neutralização.

Na 4ª questão era requerido que classificassem a veracidade de uma afirmação quanto a um ácido e uma base conhecidos, justificando a sua escolha. Nenhum dos estudantes classificou a afirmação e escolheu a justificação corretamente. De facto, ainda que se tratasse de ácidos e bases conhecidos dos estudantes, algumas das opções de resposta referiam-se a conceitos ainda desconhecidos dos estudantes, situação que se manifestou na resposta escolhida pela maioria dos estudantes (61%), “Não Sei”.

Na quinta questão era indicada a ocorrência de uma reação química entre um ácido e uma base, cujos nomes se referiam, procurando-se que os estudantes escolhessem a equação química que corretamente representava a reação. 78% dos estudantes escolheram a opção corretamente. No

entanto, na medida em que esta pergunta continha um erro numa das opções que a tornava claramente incorreta, este facto poderá ter influenciado as respostas dos estudantes...

Como foi já referido, a 6ª e última questão continha 3 afirmações corretas, em vez de uma única, como tinha sido referido aos alunos. Ainda assim, apenas 44% dos estudantes escolheu uma das 3 opções corretas. De facto, 56% dos estudantes preferiram a opção “O H₂O atua como aceitador de eletrões”, numa possível confusão com as reações de Oxidação-Redução.

É ainda de registar que, na média das questões, a turma apresentou um resultado de 50%.

3.1.4. Regências

Muitos autores denotam a incapacidade por parte dos estudantes de ligar os conceitos ácido-base aos fenómenos do dia a dia (Ültay & Çalik, 2016), (Hugerat, Najami, Abu-Much, Khatib, & Hofstein, 2018). A teoria construtivista sublinha que a aprendizagem pressupõe uma interação entre o novo conhecimento e o conhecimento pré-existente, ou seja, o que o estudante já sabe é um fator determinante nos resultados da aprendizagem (Ausubel, 1968). Atendendo a este facto, uma forma de estimular os estudantes a aprender este tema, será o uso de materiais do quotidiano, explorando a química ácido-base através de ácidos, bases e indicadores familiares à maior parte dos estudantes. Desta forma, podemos efetuar uma ponte, quer com os conhecimentos do quotidiano dos alunos, quer com aquilo que já aprenderam no 8º ano quanto às reações ácido-base.

Aquando as aulas lecionadas pelo aluno estagiário, procurou-se assim, de forma transversal, estimular o interesse dos estudantes quanto ao tema, quer através dos recursos e exemplos utilizados, próximos do dia a dia dos alunos, quer estimulando a participação ativa dos estudantes nas aulas: respondendo a questões, resolvendo exercícios e colocando dúvidas à medida que os conteúdos eram apresentados. Atendendo às respostas dos estudantes no teste diagnóstico, procurou-se combater as conceções alternativas apresentadas pelos estudantes, reforçando os aspetos do programa onde as mesmas fossem passíveis de surgir.

Procurou-se integrar variadas tecnologias no ensino deste tema. Nas aulas teóricas, integraram-se vídeos e simulações computacionais, acompanhados por apresentações PPT de apoio (Anexo 31 e 32), desenvolvidas pelo aluno estagiário para as aulas teóricas a lecionar. Estas apresentações continham também os aspetos fundamentais abordados neste tema, bem como imagens relevantes e exercícios adicionais aos do manual, a ser resolvidos no decurso das aulas. As notas de apoio às referidas apresentações podem também ser consultadas no anexo 33.

Na primeira aula teórica relativamente às reações ácido-base teve-se uma atenção redobrada no uso de materiais presentes no dia a dia dos estudantes, de forma a introduzir o tema. Utilizou-se o vinagre e o bicarbonato de sódio (em solução aquosa) como exemplos de um ácido e uma base conhecidos pelos estudantes. A reação entre ambos foi a escolhida para a demonstração de uma reação ácido-base.

Foram também trazidas para a aula garrafas de água de diferentes pH's, demonstrando-se a sua acidez (ou basicidade) através do uso de uma solução indicadora de couve roxa, bem como de papel indicador preparado a partir da referida solução.

Nas aulas seguintes, de forma a facilitar a abordagem do tema de uma forma didática e cativante, exploraram-se também simulações computacionais, de que é exemplo a simulação relativa às titulações ácido-base, utilizada na 5ª aula teórica. Por questões de tempo, não foi possível explorar a simulação Ácido-Base, prevista para a 4ª aula teórica, em conjunto com os estudantes. No entanto, desenvolveu-se uma ficha de exploração da referida simulação (Anexo 34) a ser resolvida pelos estudantes enquanto trabalho de casa. Foi também desenvolvida uma ficha de exercícios, com uma compilação de exercícios de vários manuais, a qual foi sendo resolvida ao longo das várias aulas teóricas deste subdomínio e pode ser consultada no anexo 35.

Na 6ª e última aula teórica preparou-se também uma demonstração quanto ao efeito das chuvas ácidas em vários materiais do quotidiano (American Association of Chemistry Teachers, 2019). Infelizmente esta demonstração não gerou os efeitos pretendidos, pelo que acabou por não ser apresentada, sendo substituída pela exibição de um pequeno vídeo referente aos efeitos das chuvas ácidas.

Como foi já referido, não foi possível integrar as atividades laboratoriais numa sequência coerente com as aulas teóricas. A A.L. 2.2., por ser mais morosa, foi realizada dia 4 de abril, após as aulas teóricas e antes da A.L. 2.1., numa das únicas aulas de 135 min que a turma tinha disponíveis. Nesta atividade, na medida em que se utilizava um equipamento desconhecido da maioria dos estudantes, o eletrodo de pH, foi desenvolvido um protocolo para a atividade (Anexo 36) no qual constavam as instruções necessárias à utilização e calibração deste equipamento, bem como tabelas de registos úteis à atividade.

A A.L. 2.1. Constante de Acidez, apenas foi realizada após as férias da Páscoa, na primeira aula de FQA do 3º período, numa aula de 90 min para a qual se requisitou um dos laboratórios, na medida em que o dia dos estudantes terem as aulas laboratoriais coincidia com o feriado do 25 de Abril. Também nesta atividade foi desenvolvido um protocolo adaptado aos estudantes (Anexo 37), onde constavam instruções detalhadas de como conectar e utilizar os 2 sensores necessários à atividade (sensor de temperatura e de pH), os quais eram conectados às calculadoras dos estudantes através do LabCradle (interface).

Tanto nas aulas teóricas como laboratoriais, o interesse dos estudantes foi notório. Desde o colocar de dúvidas, à participação na discussão dos assuntos e à resolução de exercícios, várias foram as formas de participação dos estudantes.

Nas aulas laboratoriais, a prestação dos estudantes foi também muito satisfatória, cumprindo os objetivos das atividades e utilizando com desenvoltura os equipamentos necessários às mesmas. É de referir que na A.L.2.2, os estudantes realizaram até a calibração dos vários eletrodos de pH antes da recolha de dados, sem que nenhum problema se tivesse registado.

3.1.5. Análise dos resultados da 5ª prova de avaliação escrita – questões sobre reações Ácido-Base

Na medida em que não se realizou um pós-teste, junto da turma onde se lecionou o subdomínio Reações Ácido-Base (10ºE), decidiu-se efetuar uma breve análise dos resultados obtidos pela turma nas questões da 5ª prova de avaliação escrita relativa a este subdomínio. Esta prova foi a primeira a ser realizada após as regências, dia 8 de Maio, 14 dias após o fim da lecionação das Reações Ácido-Base (24 de Abril) e pode ser consultado no anexo 38.

A referida prova continha também questões referentes a conteúdos de química do 10º ano, bem como referentes ao Domínio anterior, Equilíbrio Químico. Atendendo a que tais conteúdos fogem do âmbito deste estudo, as questões referentes aos mesmos, não serão alvo de apreciação.

Esta prova encontrava-se dividida em dois grupos. O grupo I, mais teórico, abordava maioritariamente conteúdos anteriores ao subdomínio Reações Ácido-Base, contendo ainda assim 3 alíneas referentes a este tema (3.1; 3.2 e 3.3). O grupo II, o qual funcionou também como teste teórico-prático, referia-se exclusivamente às reações ácido-base, abordando tanto a A.L.2.1 como a A.L. 2.2, pelo que será analisado na sua totalidade.

Analisando os resultados das referidas questões, e atendendo às cotações de cada uma, observamos que a turma obteve uma média de 61% na componente da prova relativa às reações Ácido-Base, tal como é visível no gráfico 11.

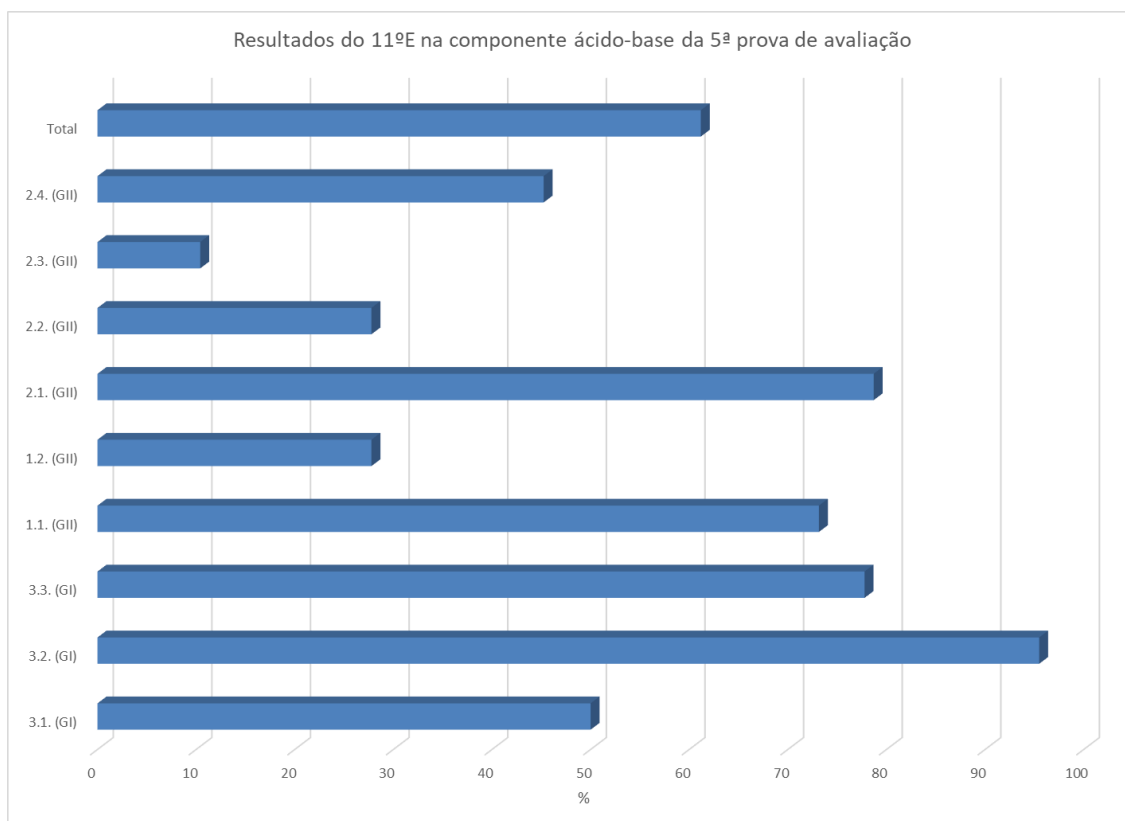


Gráfico 11: Resultados do 11ºE nas questões referentes a Reações Ácido-Base da 5ª prova de avaliação escrita.

Nas 3 questões mais teóricas (3.1., 3.2 e 3.3) era pedido aos estudantes que analisassem uma reação química ácido-base, sendo abordado o carácter ácido dos citrinos, cálculos de pH, ácidos e bases conjugados, bem como as constantes de acidez e basicidade e sua relação com o equilíbrio químico. Nestas questões os resultados dos estudantes foram relativamente satisfatórios, com a turma a obter resultados médios iguais ou superiores a 50% da cotação atribuída a cada uma dessas questões, tal como se pode ver pelo gráfico. Atendendo a média das 3 alíneas (ponderada, face à cotação atribuída a cada uma), verificamos que a turma obteve uma média de 76% nesta parte da prova, bastante superior à média obtida se considerarmos também as questões relativas às atividades laboratoriais (61%).

O grupo II da prova, constituído por duas questões, era exclusivamente dedicado às Reações Ácido-Base, focando-se essencialmente nas atividades laboratoriais já realizadas no âmbito deste subdomínio. Enquanto a primeira questão era referente à A.L. 2.1 – Constante de acidez, a segunda referia-se à A.L. 2.2. Titulação.

Atendendo unicamente ao grupo II da prova, a turma obteve uma média de 51%, consideravelmente inferior tanto à média geral (61%) como à média das alíneas do grupo I (76%). Esta situação poderá estar relacionada com o pouco tempo dedicado às atividades laboratoriais (a A.L. 2.1 não teve sequer uma aula de 135 min dedicada à mesma), bem como à ordem pela qual se realizaram as atividades, ao grande espaçamento entre as mesmas, bem como ao facto de não estarem devidamente integradas na sequência das aulas teóricas.

A primeira questão deste grupo era constituída por duas alíneas. Na primeira, pedia-se a determinação do erro relativo do valor experimental da constante de acidez do ácido acético com recurso à calculadora gráfica, sendo para isso fornecida uma tabela de valores. A turma apresentou uma média de 79% nesta alínea, superior à média geral. Efetivamente esta questão era em tudo semelhante ao efetuado experimentalmente na A.L. 2.1, pouco tempo antes da realização do teste de avaliação, atividade onde não surgiram quaisquer problemas a relatar.

Na segunda alínea, de escolha múltipla, pedia-se a relação entre a concentração hidrogeniónica da solução mais concentrada para a mais diluída. Nesta alínea os resultados foram consideravelmente inferiores, apresentando a turma um resultado de 28% nesta alínea. De facto, um dos problemas da turma prendia-se com a incorreta interpretação das questões, nomeadamente a nível de escolhas múltiplas, sendo possivelmente esta a razão do insucesso dos alunos nesta questão, a qual não exigia grandes cálculos nem conhecimentos, mas sim uma correta leitura e interpretação das informações fornecidas.

A segunda questão do grupo 2 referia-se à A.L. 2.2. – Titulação, sendo constituída por 4 alíneas. Trata-se de uma titulação ácido forte-base forte em tudo semelhante à realizada na atividade.

Na primeira alínea, pedia-se a determinação da concentração do titulado, questão que não levantou grandes problemas na turma, obtendo a mesma um resultado médio de 79%. De facto, tanto nas aulas teóricas, como na A.L. 2.2, este tipo de problemas tinha já sido praticado exaustivamente, com bons resultados por parte dos estudantes.

Nas restantes 3 alíneas, os resultados não foram tão animadores, com os estudantes a obter médias inferiores a 50% em qualquer uma delas: 28% na 2.2., 10% na 2.3 e 45% na 2.4.

A alínea 2.2 pedia requeria unicamente que os estudantes referissem o nome do equipamento de laboratório usado para medir com rigor o volume da solução a titular (pipeta). Os resultados obtidos manifestam mais uma vez dificuldades dos alunos a nível da interpretação, confundindo o titulante com o titulado e associando (erradamente) a bureta (onde se coloca do titulante) ao titulado.

Na alínea 2.3. era pedido aos estudantes a relação entre os volumes de ácido clorídrico e de ácido sulfúrico adicionados, assumindo que a solução titulante era de ácido sulfúrico, neste caso. Possivelmente por se tratar de um ácido diprótico, situação menos explorada nas aulas teóricas e laboratoriais, bem como de uma questão relativa a relações entre grandezas, onde os estudantes apresentavam habitualmente mais dificuldades, esta foi a questão onde os estudantes apresentaram piores resultados, com uma média de apenas 10%.

Na questão 2.4 os alunos tinham de esboçar a curva de titulação que seria obtida se fosse utilizado um sensor de pH na titulação, indicando as coordenadas do ponto de equivalência. Não obstante terem já analisado curvas de titulação aquando a A.L. 2.2 (e noutros exercícios realizados), a determinação gráfica do ponto de equivalência foi um assunto pouco explorado aquando essa atividade (por falta de tempo) pelo que seria expectável a existência de dúvidas quanto a este procedimento, como se verificou pelos resultados obtidos, com a turma a obter uma média de 45% nesta questão.

Atendendo a que esta prova de avaliação continha questões referentes a todo o programa de Química lecionado até ao momento (10º e 11º ano), os estudantes foram obrigados a rever um grande número de conteúdos, pelo que não puderam focar a sua atenção exclusivamente no subdomínio Reações Ácido-Base, recentemente lecionado. Esta situação, aliada ao facto do subdomínio Reações Ácido-Base, ser um tema de considerável dificuldade que obriga a uma correta compreensão e interiorização dos conhecimentos anteriores, nomeadamente a nível de cálculos estequiométricos e equilíbrio químico, os resultados obtidos, ainda que não extraordinários, não parecem motivo de preocupação, refletindo apenas a necessidade de os alunos dedicarem mais tempo ao estudo e interiorização destas matérias.

A média global obtida pelos estudantes no teste, considerando a totalidade das questões do mesmo foi de 65%, não muito afastada da média obtida nas questões de Reações Ácido-Base (61%). Nos exames nacionais do ano anterior, a escola obteve uma média de 12,79, o que corresponde, percentualmente a 64%, valor muito próximo do resultado médios obtido pela turma nesta prova.

A presente análise teria sido enriquecida se, à semelhança da componente de Física, o pré e o pós-teste fossem semelhantes. Infelizmente, não foi possível ao aluno estagiário desenvolver um questionário que analisasse de forma coerente a evolução dos conhecimentos dos estudantes entre o início e o fim da leção do subdomínio.

Tal deveu-se não apenas dos erros existentes em duas das questões do pré-teste, como à escassa profundidade com que os conteúdos Ácido-Base são ministrados no 8ºano, comparativamente ao 11º ano. Enquanto no caso da acústica, os estudantes são introduzidos no 8º ano a uma grande

diversidade de conteúdos, tal não é o caso com as Reações Ácido-Base, tema abordado neste nível de ensino unicamente a partir de uma perspectiva observacional e experimental.

3.2. Projeto de Investigação Educacional em Química

Atendendo ao trabalho já realizado no âmbito do Projeto de Investigação Educacional em Física, e após reunião do núcleo de estágio, decidiu-se dar seguimento a esse trabalho, explorando também as possibilidades de uso do smartphone, desta vez no âmbito do ensino da Química.

Contrariamente à Física, onde possuímos uma infinidade de sensores embutidos no smartphone que possibilitam a recolha de dados de variadas grandezas Físicas, no caso da química, as possibilidades de uso do smartphone enquanto ferramenta experimental restringem-se a experiências de espectroscopia e ao estudo da lei de Beer-Lambert, conteúdos que não fazem parte do programa de Química do 11º ano, pelo que não seriam passíveis de explorar junto da turma acompanhada pelo professor estagiário.

Atualmente, empresas como a Vernier disponibilizam também sensores sem fios, os quais são passíveis de ser conectados sem fios ao smartphone dos estudantes, dispensando o uso de calculadoras gráficas, fios e interfaces aquando a aquisição e análise de dados de numerosas grandezas químicas. No entanto, a Escola Secundária Infanta D. Maria não dispõe ainda de sensores desse tipo, pelo que também não foi possível explorar as potencialidades do smartphone por esta via.

Como tal, o projeto realizado teve por principal foco, o uso do smartphone através de aplicações (Apps) destinadas ao ensino da química, bem como de uso mais amplo, do ponto de vista educacional. Efetuou-se uma revisão da literatura científica quanto ao assunto, analisando as possibilidades oferecidas por diferentes aplicações (Apps), especialmente desenhadas para o ensino e investigação em Química. Estas aplicações podem ser divididas em diferentes finalidades, de acordo com as tarefas que nos possibilitam efetuar, tal como pode ser observado na tabela 6.

Tabela 6: Principais aplicações referidas, organizadas por categorias

Tipo de Aplicação	Aplicação	Plataforma
Apps de Visualização Molecular	Atomdroid	Android
	Molecules	iOS
	Webmo	Android e iOS
Guias de estudo e apps de referência	Chemistry Pro 2019 - Notes, Dictionary & Elements	Android
	Chemistry By Design	Android e iOS
Apps de Desenho de Estruturas	MolPrime+	iOS
	ChemDoodle Mobile	Android e iOS
Apps de Tabela Periódica	EMD-PTE	Android e iOS
	Periodic Table	Android e iOS
Apps de pesquisa	Pubchem	Motor de pesquisa

	Chemspider	Motor de pesquisa
	ACS Mobile	Android e iOS
Apps de utilidades	Promega (várias apps)	Android e iOS
	Green Solvent	iOS

De forma a possibilitar uma efetiva aplicação do smartphone no âmbito do ensino da Química, decidiu-se realizar uma atividade onde os estudantes usassem aplicações de smartphone de forma didática.

O orientador científico desta componente do estágio, Professor Sérgio Rodrigues, tinha já um Blog denominado Percurso Químicos, onde, desde 2009, tinha inserido progressivamente diversos Trilhos Químicos, alguns dos quais na cidade de Coimbra. Estes trilhos, inspiraram-se numa ideia de Borrows, professor de química que, em 1984 introduziu pela primeira vez a ideia de um trilho químico em redor da escola de Plimco, no centro de Londres (Borrows, 2006). Em tudo semelhantes aos trilhos pela natureza, trata-se de caminhadas pelo ambiente local, parando em locais e interesse onde se exploram aspetos de interesse químico aí presentes.

Na medida em que existem já várias aplicações que possibilitam a criação e realização de Tours guiados, com localização em tempo real e acesso a explicações, imagens e áudio, foi sugerido ao professor estagiário que, utilizando uma dessas aplicações, criasse um percurso químico entre a Escola Secundária Infanta D. Maria e a Universidade de Coimbra, a ser realizado pelos estudantes do 11ºE, em data a combinar.

Esta ideia foi recebida com agrado pelo professor estagiário, o qual construiu o referido percurso, o qual foi realizado dia 5 de junho, último dia de aulas do ano letivo, ao longo de duas horas e culminou com a visita a alguns dos espaços emblemáticos da Universidade.

A aplicação escolhida para a criação do percurso foi a Geotourist, a qual permite explorar diversos pontos de interesse na forma de um Tour. Os Tours podem ser criados por utilizadores individuais ou por empresas, podendo ser acedidos por qualquer utilizador da aplicação a partir do momento em que sejam tornados públicos. Podem também ser descarregados previamente, de forma a minimizar o uso de dados aquando a sua utilização no Smartphone.

Não obstante esta aplicação ser vocacionada para uso turístico, ela pode ser bastante útil na realização de um percurso químico, por exemplo. Ainda que no percurso desenvolvido o professor tenha acompanhado a turma, as explicações em texto, complementadas pelas imagens permitem aos alunos uma maior autonomia na exploração dos pontos de interesse. Caso os estudantes partilhem o tour com colegas de outras turmas, estes têm a possibilidade de o realizar autonomamente, fazendo-se valer das explicações áudio (em substituição do professor), bem como das funcionalidades de orientação (entre pontos) disponibilizadas pela aplicação.

O percurso encontra-se na forma pública no Geotourist e pode ser consultado na referência: (F. Gomes M. , 2019).

Com ele, os estudantes tiveram a possibilidade de rever de variados conceitos do programa de Física e Química A, bem como aplicá-los a casos concretos, explorados a cada ponto do percurso. A cada paragem percurso era fornecida aos estudantes uma explicação quanto aos aspetos químicos do local, muitas vezes complementada através do recurso a pequenas experiências, imagens e modelos vários, tal como podemos observar na tabela 7. A planificação da atividade, bem como as explicações disponibilizadas em cada ponto e as fotos do percurso encontram-se nos anexos 39, 40 e 41, respetivamente.

Tabela 7: Recursos utilizados nas várias etapas do percurso químico

Ponto do percurso	Temas abordados	Recursos utilizados
Química na Farmácia	Gases Raros; Iluminação	-
Química na Lavandaria	Química dos Detergentes	Lixívia; Detergente Roupa (solução aquosa); Tubos de ensaio; Medidor de pH; Solução indicadora Couve Roxa.
Química e Física do Céu	Dispersão de Rayleigh	-
Química das pastilhas elástica	Polímeros; Química e indústria; Ambiente	-
Química dos Eucaliptos	Isómeros	Imagens: estrutura do Eucaliptol e seus isómeros; Modelos 3D do Eucaliptol, Citronelal e Geraniol; Folhas de eucaliptos de espécies diferentes;
Química do Chumbo	Metais; Oxidação Redução	Moeda (para riscar chumbo); Imagem: Funcionamento de um acumulador de chumbo;
Química na Estufa de Ferro	Metais; Oxidação Redução; Corrosão e formas de a minimizar	Imagem: Reações químicas aquando a formação de ferrugem
Química nos arcos do jardim	Chuvas ácidas; Formação de estalactites	Imagem: Reações químicas aquando a formação de estalactites; Sulfato de Cálcio (recolhido); Sol. Aquosa De Cloreto de Bário; Conta Gotas
Química dos gases de arrefecimento e refrigeração	Energia; Ambiente; Ozono; CFC's; Química orgânica	Imagem: Estruturas químicas do CFC-11 e 12
Química dos carros elétricos	Energia; Reações oxidação-redução; Sustentabilidade	Imagem: funcionamento de uma bateria de lítio

Química dos cristais de zinco	Cristalização; Reações oxidação-redução; Sustentabilidade	-
Química dos painéis fotovoltaicos	Energia Solar; Sustentabilidade	Imagem: funcionamento de uma célula fotovoltaica
Química do alumínio e do vidro	Metais; Reações oxidação-redução; Vidro; Cristalização	Imagem: Reação química da oxidação do alumínio.
Química da porta férrea	Metais; Corrosão; Chuvas ácidas; Carbonato de cálcio;	Imagem: estátua da porta férrea (antes/depois); Carbonato de Cálcio; Solução aquosa de ácido sulfúrico (1M)

Organizados previamente em 4 grupos, foi pedido aos estudantes da turma que respondessem a um questionário ao longo do percurso, cujas questões eram referentes à química dos diferentes pontos de paragem. As respostas ao mesmo foram dadas através da aplicação Socrative, a qual permite aos professores a criação, correção e classificação de questionários, respondidos pelos estudantes através do smartphone.

O questionário incidia maioritariamente sobre os aspetos do programa de Física e Química A abordados no percurso. As perguntas que o compõem podem ser consultadas no anexo 42.

Todos os grupos se mostraram interessados durante a realização do mesmo, obtendo resultados bastante satisfatórios: 2 grupos obtiveram 70%, 1 grupo 65% e apenas 1 ficou abaixo da positiva, com 45%.

Uma semana após os estudantes realizarem o percurso, numa aula de dúvidas posterior ao final das aulas, foi-lhes pedido que respondessem a um questionário relativamente à sua opinião quanto ao percurso realizado e às aplicações de smartphone usadas no mesmo.

O questionário (Anexo 43) contemplava 5 hipóteses de resposta: Discordo Fortemente (DF), Discordo (D), Nem Concordo Nem Discordo (NDNC), Concordo (C) e Concordo Plenamente (CP), as quais seriam selecionadas pelos estudantes mediante o grau de concordância com a afirmação.

Na medida em que nem todos os estudantes frequentavam estas aulas, apenas se conseguiu que 14 dos 18 alunos respondessem ao questionário, cujos resultados são apresentados no gráfico 12.

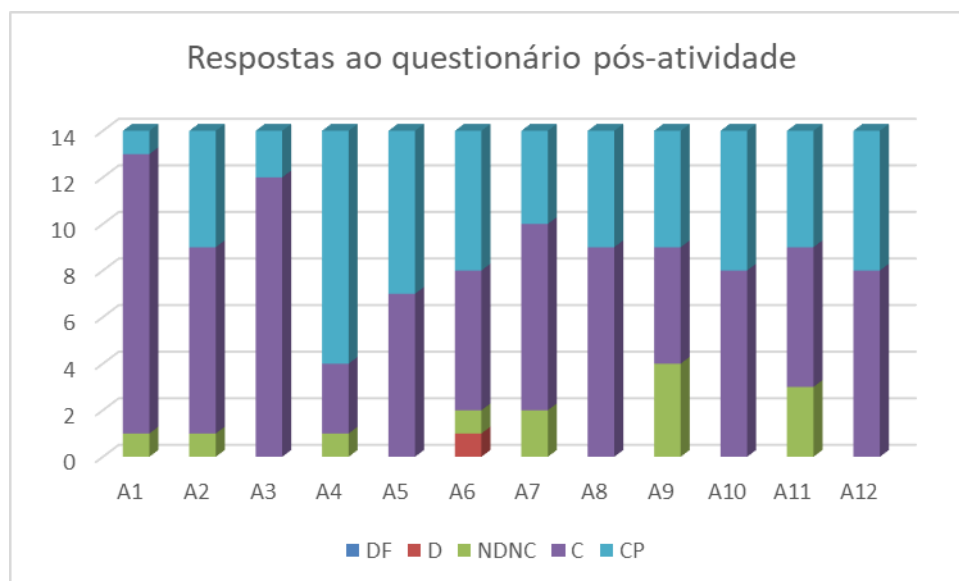


Gráfico 12: Respostas dos estudantes ao questionário pós-atividade

As afirmações apresentadas foram:

- A1: Os diversos conteúdos foram abordados com clareza e exatidão;
 A2: O professor encorajou os alunos a participar ativamente na atividade realizada;
 A3: O professor conseguiu prender o meu interesse ao longo da atividade desenvolvida;
 A4: Os conteúdos abordados enquadram-se no programa da disciplina de Física e Química A;
 A5: Os conteúdos abordados proporcionam acesso a conhecimentos atualizados e relevantes para a compreensão da Química (e Física);
 A6: A duração da atividade foi adequada aos objetivos propostos;
 A7: A divisão dos alunos em grupos facilitou a realização das atividades propostas;
 A8: Os materiais utilizados (modelos, imagens e produtos químicos) foram os adequados à atividade;
 A9: Recebi orientação adequada para a utilização das aplicações;
 A10: As aplicações utilizadas (Socrative e Geotourist) são fáceis de ser utilizadas;
 A11: A resposta ao questionário utilizando a aplicação Socrative trouxe vantagens comparativamente à resposta a um questionário em papel.
 A12: A minha avaliação geral da atividade é boa.

Como podemos observar pelas afirmações acima, todas elas foram colocadas na positiva.

A turma avaliou afirmações respeitantes, tanto à atuação do professor, como à relevância dos conteúdos, à estrutura da atividade e às apps utilizadas com Concordo (C) e Concordo Plenamente (CP), existindo apenas um número residual de NCND.

Apenas um aluno respondeu discordo a uma das afirmações, à afirmação 6, quanto à duração da atividade. Esta situação pode ser compreendida atendendo aos constrangimentos temporais sofridos aquando a realização do percurso químico. Os alunos da turma não puderam ser dispensados da

aula de Matemática que antecedia a aula de Física e Química e, no início desta última tiveram de realizar também a autoavaliação, limitando o tempo disponível para a atividade.

Ainda assim, os resultados apresentados aparentam validar a forma como a atividade foi desenvolvida, bem como a sua pertinência e as ferramentas nela utilizadas.

O interesse demonstrado pelos alunos da turma no desenrolar da atividade foi notório, com os estudantes a colocar questões, participar nas demonstrações e utilizar as apps sem nenhum problema a notar, ainda que fosse a primeira vez que com elas contactaram. Ainda que a atividade tenha sido realizada no último dia de aulas e os exames nacionais fossem poucos dias depois, tal nunca se colocou como um problema.

Efetivamente, conseguiu-se construir uma abordagem didática de variados aspetos do programa de Física e Química A, através da exploração de lugares históricos da cidade (e Universidade de Coimbra), com o auxílio do smartphone.

Percursos químicos semelhantes ao efetuado podem ser desenvolvidos em redor de qualquer outra escola, bastando para isso um olhar atento do meio que nos rodeia, aliado a alguma criatividade e pesquisa. Fugindo do conceito de educação formal, permitem demonstrar aos estudantes que a química, longe de uma ciência circunscrita às 4 paredes do laboratório, tem imensas aplicações no nosso dia a dia, presentes até nos lugares mais improváveis.

É, no entanto, de notar o facto desta atividade ter sido a única onde o smartphone foi utilizado pelos alunos de forma didática. Ainda que não existissem sensores passíveis de conectar ao smartphone disponíveis, por exemplo, para utilização nas atividades laboratoriais da unidade didática lecionada, o uso de aplicações de smartphone aquando a leção do subdomínio Reações Ácido-Base (ou integrado nas aulas assistidas) poderia ter enriquecido este projeto de investigação, diversificando os contextos de utilização do smartphone na aprendizagem da química.

Capítulo 4 - Componente Não Letiva

Não obstante a grande importância das atividades letivas referidas nos capítulos anteriores, a componente não letiva é também uma parte essencial do trabalho desenvolvido por um professor em qualquer escola. Desta forma é essencial que o estagiário tome, tão cedo quanto possível, contacto com as diversas atividades desenvolvidas neste âmbito, as quais podem subdividir-se em: Atividades de Relação com o meio e Atividades de Intervenção na Escola.

4.1. Atividades de Relação com o meio

Várias foram as atividades de relação com o meio nas quais o aluno estagiário colaborou. Junto do 10ºE, o estagiário colaborou nas tarefas associadas à direção de turma. Aquando a realização de visitas de estudo e a assistência a palestras, o aluno estagiário acompanhou sempre as turmas do 10ºE e do 11ºE. Por várias ocasiões, o estagiário ministrou também aulas de apoio aos estudantes do 11ºE, esclarecendo dúvidas que os alunos pudessem ter e acompanhando-as na realização de exercícios.

4.1.1. Assessoria à Direção de Turma

Tal como referido no primeiro capítulo, não foi autorizado que o aluno estagiário assistisse às reuniões da direção de turma. Não obstante, e como forma de se familiarizar com os trabalhos exigidos por uma direção de turma, o estagiário colaborou em algumas das tarefas que fazem parte do trabalho habitual do diretor de turma.

Adicionalmente à escrita dos sumários e marcação das faltas (tanto no 10ºE, como no 11ºE), no caso da direção de turma, o estagiário efetuava também a justificação das faltas (no software de gestão letiva Inovar), recebendo as justificações de faltas dos alunos e organizando-as no dossier de direção de turma.

Para além desta tarefa, foi também pedido ao aluno estagiário que efetuasse a caracterização da turma (Anexo 1) e que procedesse à eleição do delegado de turma, a qual se realizou numa aula em que a orientadora pedagógica não pode estar presente, lavrando também a ata dessa eleição (Anexo 44).

4.1.2. Aulas de Apoio

Aquando a realização do primeiro teste do 11ºE (componente de Física), a turma demonstrou algumas dificuldades na interiorização dos conteúdos da componente de Física, manifestadas nos resultados do mesmo. Como tal, o aluno estagiário disponibilizou-se para ministrar algumas aulas de apoio aos estudantes com mais dificuldades. Nestas aulas, cuja participação rondava os 3 a 8 estudantes, o estagiário resolvia exercícios com os alunos e explicava os conteúdos em que os estudantes manifestassem dúvidas, realizando sínteses dos mesmos sempre que necessário.

4.1.3. Visitas de Estudo

O estagiário acompanhou também as turmas do 10ºE e do 11º E nas duas visitas de estudo realizadas no ano letivo, uma a Arouca e a outra ao Porto. Nestas atividades o aluno estagiário teve a oportunidade de contactar com outros professores e outras turmas da escola, experienciando o acompanhamento de grupos de estudantes em contextos diversos, numa perspetiva simultaneamente responsável e responsabilizadora.

4.1.4. Palestras sobre temas vários

Sempre que as palestras a que as turmas (10ºE e 11ºE) iam assistir coincidiam com o horário das aulas de Física e Química A, o estagiário acompanhava os estudantes às mesmas, procurando garantir uma postura correta por parte dos alunos que a elas assistiam. De facto, por 3 ocasiões ocorreram palestras simultâneas às aulas das turmas: uma palestra sobre Cidadania, uma palestra sobre Química e uma outra sobre Ecologia, organizada pelo movimento “Não Lixes”, no auditório da escola.

4.1.5. Tabela Periódica Humana

Por ocasião da comemoração dos 100 anos da Tabela Periódica, a Sociedade Portuguesa de Química decidiu realizar uma tabela periódica humana, para a qual contou com a participação de estudantes de diversas escolas da cidade. Neste âmbito, o aluno estagiário (juntamente com a professora Paula Branquinho), acompanhou o 10ºE até à Praça 8 de Maio, local onde a turma colaborou na atividade. As fotos da Tabela Periódica Humana realizada podem ser consultadas no anexo 45.

4.2. Atividades de Intervenção na Escola

As atividades de intervenção na escola compreendem:

a organização de trabalhos de animação, participação em trabalhos já em curso, a animação de atividades de tempos livres para os alunos, a organização de atividades interdisciplinares e a participação ativa em todas as reuniões para que seja convocado.

(Comissão Científica da FCTUC, 2009)

Na medida em que, como foi já referido, não foi permitida a participação do aluno estagiário nas reuniões de conselho de turma, a sua participação em reuniões limitou-se a uma palestra de Formação sobre o programa Inovar+ ministrada aos professores da escola.

No entanto, e integrado neste subcapítulo, é também de referir a participação do estagiário na organização do dia aberto da escola secundária Infanta D. Maria, no âmbito do qual se organizaram variadas demonstrações de química para grupos de estudantes de diversas faixas etárias, tal como será em seguida abordado.

4.2.1. Formação sobre programa *Inovar+*

No início do ano letivo 2018/2019, a orientadora cooperante do estágio, professora Paula Branquinho, introduziu o aluno estagiário ao programa de gestão letiva utilizado na escola, *Inovar*. Em fevereiro de 2019, a escola passou a utilizar o programa *Inovar+*, uma versão atualizada e acessível através de qualquer Bowser do anterior programa. Como tal foi ministrada uma sessão de formação sobre este novo programa de gestão letiva, na qual o aluno estagiário participou, em conjunto com os restantes professores da escola.

4.2.2. Dia Aberto

No passado dia 17 de maio, e à semelhança de outros anos, a Escola Secundária Infanta D. Maria realizou o seu Dia Aberto. Neste dia, os estudantes da escola, orientados pelos seus professores, realizaram variadas atividades, nas quais procuraram mostrar à comunidade escolar (e a estudantes de outras escolas) um pouco daquilo que neste estabelecimento de ensino se faz.

Neste contexto, o núcleo de estágio de Física e Química preparou um conjunto de demonstrações químicas a ser realizadas pelos estudantes do 11ºE, perante grupos de estudantes de variadas faixas etárias (do infantário ao 3º ciclo). Estas demonstrações foram previamente escolhidas e testadas, sendo posteriormente explicadas e treinadas com os 9 estudantes da turma que se disponibilizaram a ajudar nas mesmas. Na sua maioria as demonstrações foram acompanhadas por cartazes explicativos, os quais podem ser consultados no anexo 46.

É de referir que se contou também com a colaboração de um estudante de Didática da Química e de um aluno do 12º ano da escola, os quais colaboram também de forma ativa na organização das demonstrações. As fotos desta atividade, captadas na sua maioria pelo professor Sérgio Rodrigues, podem ser consultadas no anexo 47.

A atividade foi extremamente bem acolhida, tantos pelos estudantes que realizaram as demonstrações, como por aqueles que a elas assistiram. No caso dos primeiros, ainda que apenas tivessem treinado as demonstrações no dia anterior, conseguiram realizar todas as demonstrações com sucesso, repetidas vezes, perante os diversos grupos de colegas seus.

As demonstrações escolhidas foram selecionadas de forma a demonstrar diversos fenómenos químicos, de forma visualmente apelativa, captando assim a atenção dos estudantes mais novos, os quais foram desafiados a participar ativamente em algumas delas. Os cartazes explicativos foram também produzidos tendo em atenção a faixa etária mais reduzida da assistência.

Tabela 8: Demonstrações realizadas no dia aberto e respectivos temas abordados.

Demonstração	Temas Abordados
Cobra Negra	Combustão Incompleta
Dinheiro em Chamas	Combustão Variação de Entalpia
Pasta de dentes elefante	Reação exotérmica Catalisadores
Reação endotérmica	Reação endotérmica Variação de entalpia
Respiração mágica	Reações ácido-base Reação de neutralização
Semáforo	Reação Oxidação-Redução
Garrafa Azul	Indicador Redox
Jardim de Silicatos	Osmose

Capítulo 5 – Reflexão Final

O estágio pedagógico, realizado no ano letivo de 2018/2019 na Escola Secundária Infanta D. Maria, revelou-se uma experiência bastante enriquecedora para o aluno estagiário, permitindo um primeiro contacto com a realidade do funcionamento de uma escola e o papel dos docentes na mesma.

Ainda que se tratasse de um ambiente relativamente desconhecido para o estagiário, a diversidade de tarefas que desempenhou nas primeiras semanas do estágio, permitiram que se integrasse facilmente na lógica de funcionamento da escola.

É de registar a atitude bastante positiva dos alunos da turma, os quais se mostraram bastante empenhados e recetivos às estratégias utilizadas. No entanto, é de realçar que se tratam, na sua generalidade de alunos provenientes de meios socioeconómicos privilegiados, como se verificou aquando a caracterização das escolas e das turmas, no primeiro capítulo deste documento. Consequência desse facto, eram também bastante os estudantes que eram apoiados nos estudos e frequentavam atividades extracurriculares. A nível de indisciplina, os problemas eram bastante reduzidos, e de baixa gravidade.

Tal não será, muito certamente, o caso da(s) escola(s) onde o aluno estagiário venha a ser colocado futuramente, pelo que novos desafios lhe serão certamente colocados a este nível.

É também de realçar a importância dos orientadores, com particular destaque para a orientadora cooperante, a qual esteve presente em todos os momentos do estágio, auxiliando o aluno estagiário em todas as dúvidas e problemas com que se deparou ao longo do estágio pedagógico.

A nível da componente de Física, o balanço do trabalho realizado é bastante positivo. Para tal, para além da turma e dos orientadores (científicos e cooperante), contribui também o trabalho desenvolvido com a professora Manuela Silva, no âmbito da disciplina de Didática da Física I. Efetivamente, aquando a frequência da mesma, o aluno estagiário tinha já desenvolvido bastantes experiências que versavam o uso do smartphone enquanto ferramenta experimental, pelo que a aplicação do mesmo às atividades realizadas nesta componente se tornou bastante mais fácil de efetivar.

Ainda que a candidatura realizada ao prémio Ciência na Escola não tenha sido escolhida para desenvolvimento, é de todo desejável que o trabalho realizado nesta componente, a nível do uso do smartphone enquanto ferramenta experimental seja replicado e desenvolvido noutras escolas. Tanto por via da adaptação de experiências do programa, como da criação, pelos estudantes, de outras experiências, esta é uma área onde é possível desenvolver uma grande variedade de atividades.

Tal como anteriormente mencionado, no caso da componente de Química, o trabalho desenvolvido pecou pelo uso (bastante) limitado do smartphone enquanto ferramenta didática. A aplicação deste dispositivo em atividades desenvolvidas aquando as regências teria possibilitado uma melhor integração do projeto de investigação educacional nas aulas da turma, reforçando as conclusões dele decorrentes.

Esta situação deveu-se, em grande medida à falta de tempo, devido a outras atividades (não letivas) desenvolvidas junto da turma. Ainda assim, tais atividades, não seriam impeditivas da utilização deste equipamento.

Outra limitação observada no trabalho desenvolvido nesta componente foi o facto de não se realizar um pré e pós-teste igual, de forma a permitir a determinação do ganho na aprendizagem, à semelhança do que foi conseguido na componente de Física. Não obstante os poucos conhecimentos base que os estudantes possuíam quanto ao tema em questão (Reações Ácido-Base), um pré-teste melhor conseguido poderia ter atingido este propósito.

O trabalho de um professor está longe de se restringir à lecionação das aulas, pelo que a preparação do professor estagiário no âmbito da componente não letiva assume um papel bastante importante. Esta preparação foi realizada da melhor forma possível, tendo em conta os constrangimentos existentes, dos quais se destaca a impossibilidade de o estagiário participar em reuniões do conselho de turma (e restantes). Ainda que tarefas como a eleição do delegado de turma, a caracterização da turma e a organização e justificação de faltas tenham sido delegadas ao estagiário, permitindo um primeiro contacto com estas questões, uma efetiva participação nas reuniões teria permitido ao futuro professor uma melhor preparação para os desafios e problemas que poderá ter de enfrentar no âmbito da Direção de Turma.

Não obstante as limitações aqui referidas, a formação do futuro professor não se pode restringir ao estágio aqui relatado, sendo algo a desenvolver progressivamente através de uma efetiva prática letiva, na escola onde venha a ser colocado. Efetivamente, a formação de um docente não pode ser encarada como um processo limitado no tempo, devendo prolongar-se ao longo de toda a sua carreira, de forma a fazer face aos desafios educacionais que ininterruptamente lhe vão sendo colocados.

Bibliografia

- American Association of Chemistry Teachers. (30 de 05 de 2019). Lab: Seeing the Effects of Acid Rain. Obtido de American Association of Chemistry Teachers: <https://teachchemistry.org/classroom-resources/seeing-the-effects-of-acid-rain>
- Ausubel, D. (1968). Educational psychology. A cognitive view. New York: Holt, Rinehart and Winston, Inc.
- Borrows, P. (2006). Chemistry Outdoors. School Science Review.
- Brown, D. (2018). Tracker. Obtido de Tracker: <http://physlets.org/tracker/>
- Burns, J. (1982). An evaluation of 6th. and 7th. form chemistry in terms of the needs of the students and the community. Wellington: Department of Education.
- Castro Nunes, M., Maria, V.-R., & Vilalobos Nascimento, M. (2010). A formação inicial de professores de Física e Química na Universidade de Coimbra: a evolução dos currículos no âmbito do processo de Bolonha. Revista Portuguesa de Pedagogia, 195-214.
- Comissão Científica da FCTUC. (2009). *REGULAMENTO DA DISCIPLINA “ESTÁGIO E RELATÓRIO” DOS CURSOS DE MESTRADO EM ENSINO DA FACULDADE DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA DA UNIVERSIDADE DE COIMBRA*. Coimbra: U.C.
- Damanhuri, M., Treagust, D., Won, D., & Chandrasegaran, A. (2016). High school students' understanding of acid-base concepts: An ongoing challenge for teachers. International Journal of Environmental & Science Education, 9-27.
- DGEEC. (2016). Desigualdades Socioeconómicas e resultados escolares. DGEEC.
- Drechsler, M., & Schmidt, H.-J. (2005). Upper Secondary School Students Understanding of Models used in Chemistry to Define Acids and Bases. Science Education International, 39-53.
- Escola Secundária Infanta D. Maria. (08 de 08 de 2019). Projeto Educativo ESIDM 2015-2018. Obtido de Escola Secundária Infanta D. Maria: <https://www.esidm.pt/index.php/documentos-gerais>
- F. Gomes, M. (15 de 08 de 2019). Da escola à universidade...um percurso químico. Obtido de Geotourist: <https://geotourist.com/tours/2729>
- F. Gomes, M., & Ramos Silva, M. (2018). Rolamento Sem Escorregamento: Um Estudo Experimental com Análise de Vídeo. Física 2018. Covilhã.
- Gomes, M. (2019). O teu Smartphone é um Laboratório Móvel! O uso das Novas Tecnologias no ensino da Física. Coimbra.
- Gomes, M. (2019). O uso do Smartphone no Ensino da Química. Coimbra.
- Gomes, M., & Ramos Silva, M. (2018). Bring-Your-Own-Device para a aula de Física: Estudo do movimento de uma bola atirada contra uma parede. Atas do 4º Encontro sobre Jogos e Mobile Learning, (pp. 311-317). Coimbra.

- Gomes, M., Martín-Ramos, P., Pereira da Silva, P., & Ramos Silva, M. (2018). The 'spinning disk touches stationary disk' problem revisited: An experimental approach. *European Journal of Physics*, 39(4).
- Hake, R. (1998). Interactive-engagement versus traditional methods: A six-thousand-student survey of. *American Journal of Physics*.
- Hochberg, K., Kuhn, J., & Müller, A. (2018). Using Smartphones as Experimental Tools—Effects on Interest, Curiosity and Learning in Physics Education. *Journal of Science Education and Technology*.
- Hrepic, Z., Zollman, D., & Rebello, N. (2010). Identifying students' mental models of sound propagation: The role of conceptual blending in understanding conceptual change. *Physical Review Special Topics - Physics Education Research*.
- Hugerat, M., Najami, N., Abu-Much, R., Khatib, R., & Hofstein, W. (2018). Making the Learning of Acid-Base Concepts More Relevant - A Research Study. *Journal of Laboratory Chemical Education*, 36-45.
- M.E.C. (2014). Programa de Física e Química A. M.E.C.
- Martín-Ramos, P., Gomes, M., & Ramos Silva, M. (2018). Newton's cradle: a smartphone-based video analysis approach. *TEEM'18 Proceedings of the Sixth International Conference on Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality*. Salamanca.
- Ministério da Educação. (2007). Decreto-Lei n.o 43/2007. *Diário da República*, 1320-1328.
- Ministério da Educação. (2017). Perfil dos Alunos à Saída da Escolaridade Obrigatória. Ministério da Educação.
- modelo., A. F. (s.d.). *Revista Contempor*.
- Observador/NOVA SBE. (15 de 08 de 2019). Rankings. Os melhores e os piores resultados. Obtido de Observador: <https://observador.pt/2019/02/15/rankings-os-melhores-e-os-piores-resultados-do-ensino-secundario-em-9-graficos/>
- Pintasilgo, J., & Oliveira, H. (2013). Formação Inicial de Professores em Portugal. Reflexões em torno do atual modelo. *Revista Contemporânea de Educação*.
- Ponte, J. (2006). Os desafios do Processo de Bolonha para a formação inicial de professores. *Revista de Educação*, 19-32.
- RWTH Aachen University. (26 de 01 de 2019). Phyphox. Obtido de Phyphox: phyphox.org
- Ültay, N., & Çalik, M. (2016). A Comparison of Different Teaching Designs of 'Acids and Bases' Subject. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 57-86.
- Ültay, N., & Çalik, M. (2016). A Comparison of Different Teaching Designs of 'Acids and Bases' Subject. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 57-86.
- Umbelino, A. (08 de 08 de 2019). A nossa escola. Obtido de Escola Secundária Infanta D. Maria: <https://www.esidm.pt/index.php/a-nossa-escola>
- UNESCO. (2013). UNESCO policy guidelines for mobile learning. France: UNESCO.

- Universidade de Coimbra. (2001). REGULAMENTO DOS ESTÁGIOS PEDAGÓGICOS DO RAMO EDUCACIONAL DAS LICENCIATURAS DA FACULDADE DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA DA UNIVERSIDADE DE COIMBRA. Coimbra: F.C.T.U.C.
- Wittmann, M., Steinberg, R., & Redish, E. (2003). Understanding And Affecting Student Reasoning. *International Journal of Science Education*.
- Zeitnitz, C. (25 de 01 de 2017). Soundcard Oscilloscope. Obtido de Christian Zeitnitz: zeitnitz.eu/scope_en

Anexos

Anexo 1 – Ficha de Caracterização da Turma (10ºE)

ANO LETIVO 2018/ 2019

CARACTERIZAÇÃO DA TURMA E DO 10º ANO

1. Número de alunos 28
2. Média de idades 14,83
3. Género: masculino: 15 feminino: 13
4. Alunos que não vivem no seu agregado familiar 1 aluno (Adelina Ximenes)
5. Habilitações dos Pais/E.E; Categorias profissionais; Situação laboral

HABILITAÇÕES ACADÉMICAS	Pais	Mães	E.E	CATEGORIAS PROFISSIONAIS	Pais	Mães	E.E
	%				%		
1º ciclo	0,0	0,0	0,0	Empresários	3,6	10,7	7,1
2º ciclo	0,0	0,0	0,0	Quadros técnicos	25,0	3,6	10,7
3º ciclo	7,1	7,1	3,6	Empregados de comércio e serviços	50,0	71,4	67,9
Ensino secundário	32,1	39,3	42,9	Trabalhadores fabris	3,6	0,0	0,0
Ensino superior	39,3	28,6	28,6	Professores	10,7	14,3	10,7
Mestrado ou doutoramento	21,4	25,0	25,0	Outras	7,1	0,0	0,0

SITUAÇÃO LABORAL	Pais	Mães	E.E
	%		
Efetivos	82,1	75,0	67,9
Contratados	7,1	17,9	17,9
Desempregados	7,1	7,1	10,7
Reformados	3,6	0,0	3,6

6. Modo de deslocação para a escola

Transporte público __11__ Transporte familiar __20__ A pé __12__ Outro
__0__

7. Distância de casa à escola

Menos de 2 Km ___ 9 ___

2 a 5 Km ___ 3 ___

Mais de 5 Km ___ 16 ___

8. Do conjunto das disciplinas da turma indique as duas mais preferidas pelos alunos:

1 _____ Física e Química _____

2 _____ Biologia e Geologia e Matemática _____

9. Do conjunto das disciplinas da turma indique as duas em que os alunos revelam mais dificuldades:

1 _____ Português _____

2 _____ Matemática _____

10. Cursos pretendidos:

1 _____ Não sabe (14) _____ 2 _____ Medicina (5) _____

3 _____ Biologia (2) _____ 4 _____ Engenharia (2) _____

11. Alunos que são apoiados nos estudos ___ 17 (60,7%) _____

12. Alunos com computador ___ 27 (96%) _____

13. Alunos com internet ___ 27 (96%) _____

14. Tempo médio utilizado, por dia, no computador/internet ___ 3,3h _____ **Televisão**
___ 0,8h _____

15. Preferências culturais:

Leitura ___ 6 (21%) ___ Cinema ___ 16 (57%) ___ Computadores ___ 15 (54%) ___ Outros ___ 9 (32%) ___

16. Frequência de atividades extracurriculares:

Desporto ___ 19 (68%) ___ Música ___ 5 (18%) ___ Escolas de línguas ___ 5 (18%) ___

17. Situações individuais a assinalar

Anexo 2 – Ficha de Trabalho nº1: Análise de gráficos posição-tempo e velocidade-tempo



Física e Química A – Ano Letivo 2018/2019

Ficha de Trabalho nº 1

Análise de gráficos posição-tempo e velocidade-tempo

1. Observe o vídeo projetado.
A partir do mesmo esboce um gráfico posição-tempo do movimento do peão.
2. O gráfico esboçado na questão anterior aproxima-se do gráfico posição-tempo, decorrente da análise do vídeo agora apresentado? Que diferenças encontra?
3. Observe novamente o gráfico posição-tempo apresentado. Determine a componente escalar da velocidade média do peão em unidades SI, no intervalo $[0, 12]$ s e $[16, 20]$ s.
4. Observe agora o gráfico apresentado na figura 1. Efetue a análise do mesmo, calculando a componente escalar do deslocamento, o espaço percorrido e a rapidez média ao longo de todo o percurso (em unidades S.I.).



Figura 1: Gráfico posição-tempo de um movimento.

5. Observe o gráfico velocidade-tempo apresentado na figura 2, correspondente ao movimento de um corpo.

Efetue a análise do gráfico, referindo a distância total percorrida, bem como o deslocamento escalar do corpo durante o intervalo de tempo em que decorreu o movimento. Apresente os resultados em unidades SI.

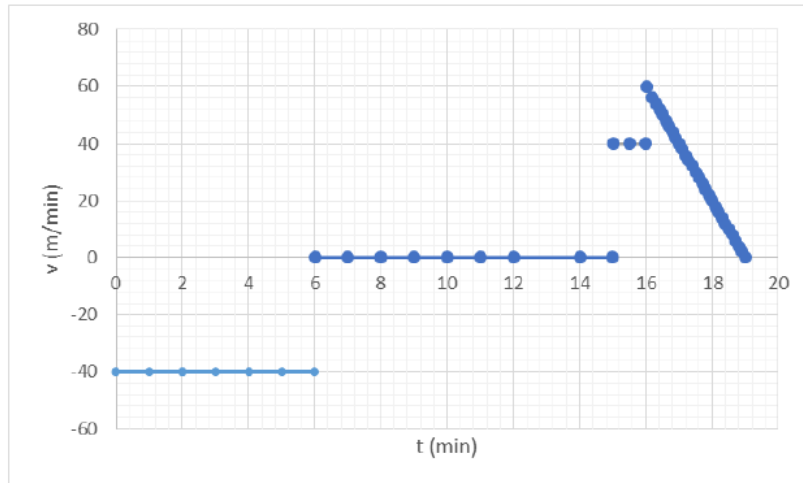


Figura 2: Gráfico velocidade-tempo de um movimento;

Anexo 3 – Ficha de Trabalho nº2: Como obter o gráfico posição-tempo de um movimento real?

Física e Química A – Ano Letivo 2018/ 2019

Ficha de Trabalho nº 2

Como obter o gráfico posição-tempo de um movimento real?

Na presente atividade usaremos um computador (ou uma calculadora gráfica) ligados a uma “interface” (Lab Cradle) à qual está conectado um sensor de movimento (CBR 2). Caso use a calculadora TI 83/84 Plus, não será necessário o uso do interface, podendo ligar diretamente o sensor à calculadora gráfica. Este sensor mede a distância a um objeto em sucessivos instantes através da emissão de ultrassons, os quais, ao incidirem no objeto em movimento, são refletidos e reenviados novamente pelo sensor.

O uso da cartolina pelo aluno em movimento tem por finalidade permitir uma melhor reflexão das ondas sonoras. O programa de aquisição de dados regista o tempo de ida e volta das ondas e a partir deste dado, e da velocidade de propagação das ondas sonoras indica a distância a que o objeto se encontra. Para uma boa receção das ondas refletidas é recomendado que o aluno se mova entre 0,5 m e 4 m do sensor.

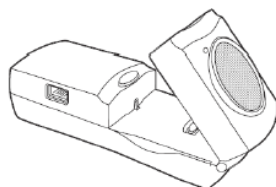
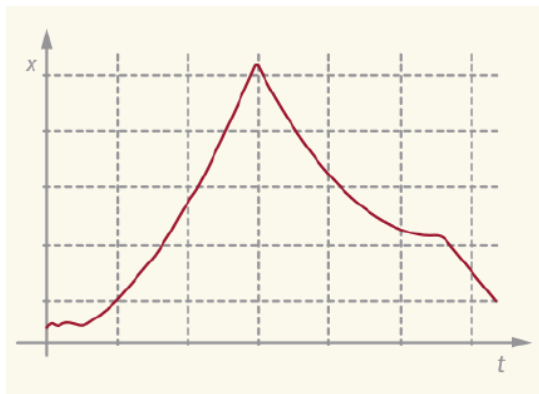


Figura 1: Unidade móvel CBR2;

Procedimento:

- 1) Coloque-se a 0,5 m do sensor de movimento segurando a cartolina. Mova-se lentamente, em cadência constante, segundo uma trajetória retilínea, fazendo uma paragem.
 - 1.1 Que grandeza se encontra registada no eixo horizontal? E no vertical? Quais as suas unidades?
 - 1.2 Indique a posição inicial, final e a duração do movimento;
 - 1.3 Indique a origem e o sentido do eixo usado;
 - 1.4 Indique o intervalo de tempo em que houve repouso;
 - 1.5 A função apresentada é crescente ou decrescente? Relacione a mesma com o sentido do movimento;
 - 1.6 Escolha 2 pontos do gráfico obtido (na parte em que ocorreu movimento) e determine o declive do mesmo. Que grandeza representa o declive determinado?

- 2) Posicione-se a 0,5 m do sensor. Mova-se rapidamente, sempre no mesmo sentido, imobilizando-se passado algum tempo. Esboce o gráfico que espera obter para o movimento. Realize o movimento e compare o gráfico obtido com o previsto. Compare o declive do gráfico obtido com o declive determinado na alínea 1.6. Que conclusões pode tirar relativamente ao movimento efetuado?
- 3) Mova-se, ora aproximando-se, ora afastando-se do sensor. Interprete o gráfico obtido, indicando: a posição inicial, a posição de máximo afastamento em relação ao sensor e o respetivo instante, bem como os intervalos de tempo em que se moveu no sentido negativo e positivo.
- 4) Interprete o gráfico abaixo e realize um movimento de forma a obter esse gráfico:



4.1 Em que intervalo de tempo se deverá mover mais rapidamente? E em qual se deve mover mais lentamente? Justifique.

Algumas Notas Úteis:

Distância mínima

Quando o CBR 2™ envia um impulso, este atinge o objeto, volta para trás e é recebido pelo CBR 2™. Se um objeto estiver a uma distância inferior a 15 cm, impulsos consecutivos poderão sobrepor-se e ser incorretamente identificados pelo CBR 2™. O gráfico seria impreciso. Deste modo, posicione o CBR 2™, pelo menos, 15 cm afastado do objeto.

Distância máxima

Uma vez que o impulso se desloca pelo ar, vai perdendo intensidade. Após cerca de 12 m (6 m na direção do objeto e 6 m de regresso ao CBR 2™), o eco devolvido poderá ser demasiado fraco para ser detetado de modo fiável pelo CBR 2™. Este facto limita a distância efetiva fiável normal do CBR 2™ ao objeto a menos de 6 m.

A zona de intervalo

O caminho do raio do CBR 2™ não é um raio estreito, mas espalha-se em todas as direções até 15° a partir do centro, num raio em forma de cone de 30°.

Para evitar interferências provocadas por outros objetos circundantes, tente estabelecer uma *zona de intervalo* no caminho do feixe do CBR 2™. Deste modo, assegurará que os objetos que não sejam o alvo não serão detetados pelo CBR 2™. O CBR 2™ deteta o objeto mais próximo na zona de intervalo.

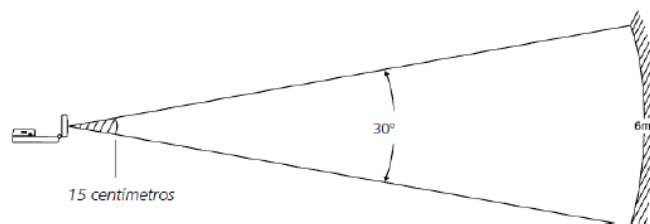


Figura 2: Zona de intervalo do CBR 2.

Velocidade do som

A distância aproximada do objeto é calculada assumindo uma velocidade de som nominal. No entanto, a velocidade de som real varia de acordo com vários fatores, nomeadamente, com a temperatura do ar. Para atividades de movimento relativo, este fator não é importante. O CBR 2™ tem um sensor de temperatura integrado para compensar automaticamente as alterações na velocidade do som devido à temperatura do ar circundante. Quando utilizar a App EasyData com o CBR 2™, esta compensação da temperatura é efetuada quando recolher dados de movimento. O sensor está localizado debaixo dos orifícios na parte posterior do CBR 2™; por isso, quando recolher dados, não cubra estes orifícios com algo que tenha uma temperatura diferente da temperatura do ambiente circundante.

Definições do Easy-Data (TI 83/84-plus)

Nome do Menu	Descrição	Predefinição
Sample Interval	Mede o tempo entre amostras, em segundos;	0,05
Number of Samples	Nº total de amostras a recolher	100
Experiment Length	Duração da experiência, em segundos;	5

Procedimento (Easy-Data)

Ligue o CBR 2™ à calculadora com um cabo adequado (ver abaixo) e encaixe as extremidades dos cabos.

- Se for uma TI-83 Plus, utilize um cabo de E/S de unidade-unidade
- Se for uma TI-84 Plus, utilize um cabo USB Standard-B - Mini-A (unidade-CBR 2™)

Na calculadora, prima Apps e seleccione EasyData para iniciar a App EasyData.

Nota: O EasyData iniciar-se-á automaticamente, se ligar o CBR 2™ a uma TI-84 Plus com um cabo de unidade-CBR 2™.

Para configurar a calculadora para a recolha de dados:

- a. Seleccione Setup (prima *window*) para abrir o menu *Setup*.
- b. Prima 2 para seleccionar 2: Time Graph para abrir o ecrã *Time Graph Settings*.
- c. Seleccione Edit (prima *Zoom*) para abrir a janela da caixa de diálogo *Sample Interval*.
- d. Introduza 0,1 para definir o tempo entre amostras para 1/10 segundos.
- e. Seleccione Next (prima *Zoom*) para ir para a janela da caixa de diálogo *Number of Samples*.
- f. Introduza 100 para definir o número de amostras a recolher. A duração da experiência é 10 segundos (número de amostras multiplicado pelo intervalo de amostras).
- g. Seleccione Next (prima *Zoom*) para ver um resumo das novas definições.
- h. Seleccione OK (prima *Graph*) para voltar ao ecrã principal.

Anexo 4 – Ficha de Trabalho nº3: Movimento de um elevador: Gráfico velocidade-tempo

Física e Química A – Ano Letivo 2018/ 2019

Ficha de Trabalho nº 3

Movimento de um elevador - Gráfico velocidade-tempo

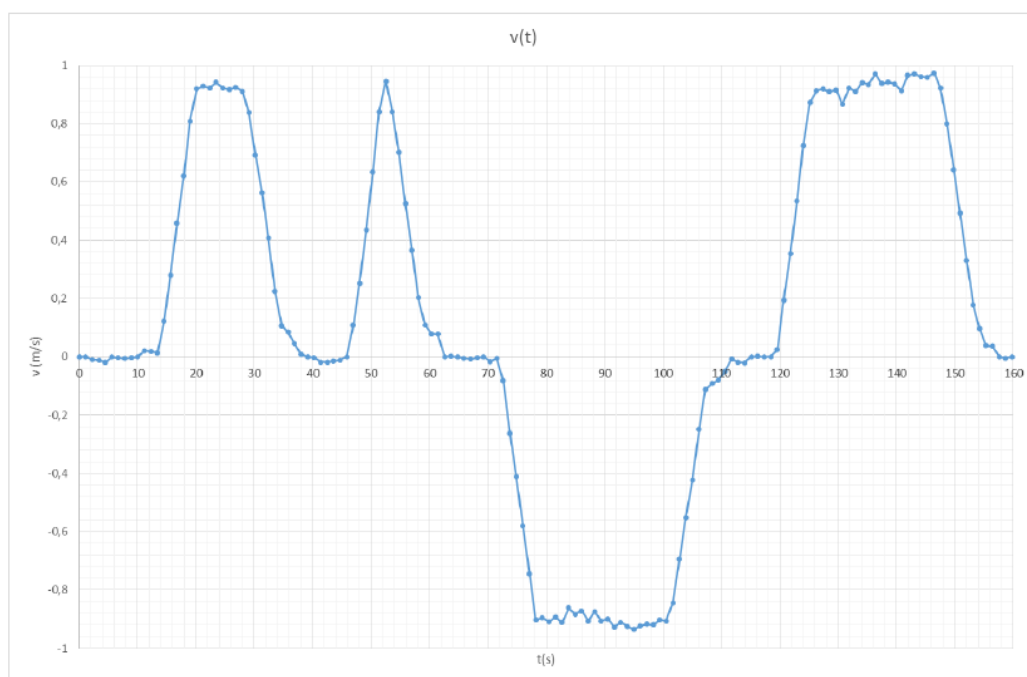


Figura 1: Gráfico velocidade-tempo de um dos elevadores do centro comercial avenida (obtido dia 13 de Outubro de 2018 a partir do sensor de pressão do smartphone)

1. Classifique o movimento nas suas diferentes fases, justificando.

R: [0,14] s – Elevador em Repouso

[14,20] s – movimento retilíneo uniformemente acelerado.

[20,28] s – movimento retilíneo uniforme

[28,38] s – movimento retilíneo uniformemente retardado

[38,46] s – Elevador em repouso

[46,53] s – movimento retilíneo uniformemente acelerado

[53,62] s – movimento retilíneo uniformemente retardado

[62,72] s – Elevador em repouso

[72,78] s – movimento retilíneo uniformemente acelerado

[78,102] s – movimento retilíneo uniforme

[102, 112] s – movimento retilíneo uniformemente retardado

[112,118] s – movimento retilíneo uniforme

[118,126] s – movimento retilíneo uniformemente acelerado

[126,146] s- movimento retilíneo uniforme

[146,156] s – movimento retilíneo uniformemente retardado

2. Determine a componente escalar da aceleração média do movimento nos intervalos: [14,20]; [72,78] e [101,107] s.

$$[14,20]: a_m = \frac{(\Delta v)_x}{\Delta t} = \frac{(0,88-0)}{(20-14)} = 0,15 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$$

$$[72,78]: a_m = \frac{(-0,92-0)}{(78-72)} = -0,15 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$$

$$[101,107]: a_m = \frac{(-0,12-(-0,92))}{(107-101)} = 0,13 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$$

3. Em que intervalos de tempo estava a força resultante sobre o elevador a apontar no sentido positivo do referencial? E no sentido negativo?

A força resultante terá sempre a direção e sentido da aceleração, pelo que apontará no sentido positivo do referencial nos intervalos de tempo em que a componente escalar da aceleração média seja positiva, nomeadamente: [14,10] s; [46,53] s; [101,112] s; [118,126] s. A mesma apontará no sentido negativo do referencial nos intervalos: [28,38] s; [53,62] s; [72,78] s e [147,158] s.

4. Determine a velocidade média e a rapidez média do elevador ao longo do movimento efetuado;

$$r_{\text{média}} = \frac{s}{\Delta t} = \frac{A1 + A2 + A3 + A4 + A5 + A6 + A7 + A8 + A9 + A10 + A11}{\Delta t}$$
$$\left(\frac{6 \cdot 0,88}{2}\right) + (0,92 \cdot 10) + \left(\frac{8 \cdot 0,68}{2}\right) + \left(\frac{16 \cdot 0,96}{2}\right) + \left(\frac{0,92 \cdot 6}{2}\right) + (0,92 \cdot 22) + \left(\frac{8 \cdot 0,92}{2}\right) + \left(\frac{0,92 \cdot 6}{2}\right) + (14 \cdot 0,92)$$
$$+ (6 \cdot 0,96) + \left(\frac{10 \cdot 0,96}{2}\right)$$
$$= \frac{\quad}{160 - 0}$$
$$= 0,47 \text{ m/s}$$

$$v_{\text{média}} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{A1 + A2 + A3 + A4 - A5 - A6 - A7 + A8 + A9 + A10 + A11}{\Delta t}$$
$$\left(\frac{6 \cdot 0,88}{2}\right) + (0,92 \cdot 10) + \left(\frac{8 \cdot 0,68}{2}\right) + \left(\frac{16 \cdot 0,96}{2}\right) - \left(\frac{0,92 \cdot 6}{2}\right) - (0,92 \cdot 22) - \left(\frac{8 \cdot 0,92}{2}\right) + \left(\frac{0,92 \cdot 6}{2}\right) + (14 \cdot 0,92)$$
$$+ (6 \cdot 0,96) + \left(\frac{10 \cdot 0,96}{2}\right)$$
$$= \frac{\quad}{160 - 0}$$
$$= \frac{21,76}{160} = 0,136 \text{ m/s}$$

5. Construa um gráfico aceleração – tempo (aproximado) do movimento.

6. Sabendo que cada piso do centro comercial tem aproximadamente 3,6 m, e que o passageiro entrou no elevador no piso 0, em que piso terá saído no fim do movimento?

R: Na medida em que o passageiro entrou no piso 0, para determinar o andar em que ficou, apenas temos que determinar o deslocamento do elevador em todo o percurso (já calculado), dividindo-o pela altura de cada piso:

$$d_{\text{andar}} = \frac{\Delta x}{3,6} = \frac{A1 + A2 + A3 + A4 - A5 - A6 - A7 + A8 + A9 + A10 + A11}{3,6} = \frac{21,76}{3,6} = 6,04$$

2

Outubro de 2018

Anexo 5 - A.L. 1.1 – Queda Livre - força gravítica e aceleração da gravidade



ESCOLA SECUNDÁRIA INFANTA D. MARIA

Física e Química A – Ano Letivo 2018/ 2019

A.L. 1.1 – Queda Livre - força gravítica e aceleração da gravidade;

Objetivo: Determinar a aceleração da gravidade num movimento de queda livre e verificar se depende da massa dos corpos.

Questões pré-laboratoriais:

1. Considere um corpo em queda livre.
 - a) Que significa a expressão “queda livre”
 - b) Que nome se dá à sua aceleração?
 - c) A Terra estará em queda livre à volta do Sol? Justifique.
 - d) Um para-quedista estará em queda livre? Justifique.
2. Uma maçã, redutível a uma partícula, cai de uma árvore. Considere que o seu movimento é de queda livre.
 - a) Trace a(s) força(s) que atua(m) sobre ela, assim como a velocidade e a aceleração no momento de queda.
 - b) Classifique, justificando, o movimento.
 - c) Se várias maçãs com diferentes massas caíssem, as suas acelerações seriam iguais ou diferentes? Justifique.
3. Considere que um corpo é largado de uma altura, h_0 , sendo medido (com precisão) quer o instante em que é largado, quer o instante em que embate no solo.
 - a) Atendendo ao princípio da Conservação da Energia Mecânica e à definição de Componente Escalar da Aceleração, obtenha uma relação que permita determinar a aceleração gravítica a que o corpo está sujeito.
 - b) O *Acoustic Stopwatch* é uma das funcionalidades da App *Phyphox*. Trata-se de um cronómetro que é ativado através de um ruído, sendo parado por um segundo ruído. Utilizando esta ferramenta e atendendo à fórmula deduzida na alínea anterior, planeia um possível procedimento para a determinação da aceleração da gravidade;

4. Utilizando uma célula fotoelétrica (conectada à calculadora por meio de um interface), a *picket-fence* (Figura 2), bem como o restante material descrito na secção Procedimento B, de que forma pode:
- Determinar a velocidade da *picket-fence* num dado instante do movimento de queda?
 - Determinar a aceleração da *picket-fence* num dado instante do movimento de queda?
 - Verificar se a aceleração da *picket-fence* depende da sua massa?
- (Fundamente os procedimentos)

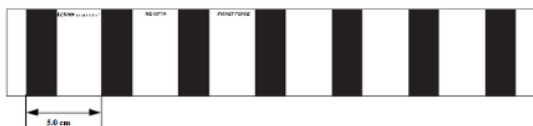


Figura 1: Picket Fence;

Material necessário:

Procedimento A:

- | | |
|--|-----------------------------|
| 1) Smartphone com App Phyphox instalada. | 4) Suporte Universal e noz; |
| 2) Balões insufláveis; | 5) Argola; |
| 3) Discos de diferentes massas (tabeladas) | 6) Alfinete; |

Procedimento B:

- | | |
|--|----------------------|
| 1) Calculadora Gráfica TI Nspire (ou TI 84-Plus) | 5) Suporte Universal |
| 2) Lab Cradle (ou CBL) | 6) Garra e Noz |
| 3) Picket Fence | 7) Pinça de Madeira; |
| 4) Plasticina | 8) Photogate |

Nota: Em alternativa aos itens 1 e 2, pode utilizar-se o Smart-Timer.

Procedimento A – Queda livre com balão

- Encha um dos balões insufláveis de que dispõe. Prenda uma massa, de valor previamente aferido, na ponta do Balão.
- Posicione o Balão no topo da argola, a qual se encontra já colocada no suporte universal, de tal forma a que o objeto passe através da mesma e apenas o balão esteja apoiado na argola.
- Utilizando uma fita métrica, meça a altura do solo a que a massa se encontra suspensa.
- Abra a App *Phyphox* e selecione a funcionalidade *Acoustic Stopwatch*; Coloque o telemóvel aproximadamente a **meia altura entre o Balão e o solo**.

2

Outubro de 2018

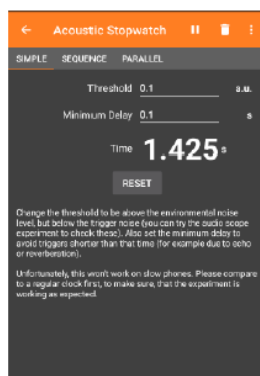


Figura 2: App *Phyphox* na funcionalidade *Acoustic Stopwatch*;

5. No solo, por debaixo da massa suspensa, coloque um tabuleiro de plástico.
6. Utilizando o alfinete, rebente o balão desde o seu topo. Desta forma, o objeto inicia a sua queda, gerando um ruído inicial que inicia o cronómetro. Ao cair no tabuleiro, dá-se um segundo ruído que para o cronómetro.
7. Registe o valor do tempo de queda obtido. A partir desse valor (e do valor da altura inicial), utilizando a expressão deduzida na questão pré-laboratorial 3, determine o valor da aceleração gravítica;
8. Utilizando os valores de h_0 e t_{queda} dos outros grupos, com a colaboração do professor, construa uma reta $h_0(t^2)$, de forma a efetuar uma regressão linear (no *excel*), obtendo assim um resultado mais preciso para o valor de g .

Notas:

O **threshold** corresponde ao valor de intensidade sonora mínimo que leva ao disparo do cronómetro. Coloque um valor que permita que o mesmo não inicie em resultado do ruído de fundo da sala de aula. Para isso comece por definir um valor, carregue no botão play e verifique se o cronómetro se inicia com esse ruído. Caso tal se verifique, aumente o valor do **threshold**.

A funcionalidade **minimum delay** evita disparos do cronómetro inferiores a um intervalo de tempo previamente definido, de forma a evitar ecos e reverberações. Para a experiência em causa, o mesmo pode ser definido como 0,1 s.

Procedimento B

1. Coloque a picket-fence na pinça de madeira, tal como representado na Figura 3.
2. Conecte a Photogate ao Lab Cradle (ou ao CBL), conectando em seguida o Lab Cradle à Calculadora TI Nspire.
3. Ligue a calculadora. O sensor deverá ser automaticamente reconhecido pela calculadora. Caso tal não se verifique solicite a assistência do(a) professor(a).

3

Outubro de 2018

4. Coloque as definições do sensor através da TI N-spire.
5. Inicie a aquisição de dados e solte a *picket-fence* através da mola de madeira.
6. Construa uma tabela com os tempos de interrupção do sensor obtidos.
7. Cole um pedaço de plasticina, repetindo em seguida o passo 5 e 6.
8. A partir da tabela e conhecendo a separação entre zonas escuras na *picket-fence* (5,0cm), obtenha a velocidade média de passagem das diferentes partes da *picket-fence* no sensor.
7. Utilizando as velocidades médias calculadas, determine o valor de g .



Figura 3: Montagem experimental para a realização do protocolo B;

Questões pós laboratoriais:

1. Determine o erro percentual associado às determinações de g nos dois procedimentos ($g=9,81 \text{ m/s}^2$). Comente.
2. Atente no procedimento A. Por que razão será importante colocar o telemóvel a meia altura entre o balão e o solo?
3. Se o telemóvel for colocado à altura do chão (junto do local de queda do corpo), será necessário efetuar alguma correção aos tempos de queda obtidos? Porquê?
4. Qual imagina ser a finalidade do tabuleiro colocado por debaixo do corpo suspenso no balão?
(O mesmo tem por objetivo amplificar o som da queda do grave no solo, bem como proteger o chão de danos).
5. Atendendo agora ao procedimento B, a aceleração da gravidade depende da massa do corpo em queda? Justifique.

Anexo 6 - A.L. 1.2 – Forças nos movimentos retilíneos acelerado e uniforme (Tracker)



Física e Química A – Ano Letivo 2018/ 2019

A.L. 1.2 – Forças nos movimentos retilíneos acelerado e uniforme

Questões Pré-Laboratoriais: na página 64 do manual.

Material:

- | | |
|---|-----------------|
| -Smartphone; | -Massa de 25 g; |
| -Computador com software Tracker instalado. | -Fio; |
| -Calha; | -Roldana; |
| -Carro de baixo atrito; | |

Trabalho Laboratorial

Verifique se a calha se encontra na horizontal. Enquanto um elemento do seu grupo segura no carro (sobre a calha), outro elemento deve prender uma massa de 25g no final do fio que se encontra preso no carro. Faça passar o fio pela roldana. Verifique se o fio que une a massa ao carrinho se encontra bem esticado e paralelo à calha. Se necessário ajuste a posição da roldana.

Um terceiro elemento do grupo deve colocar o Smartphone em posição de filmar, colocando o telemóvel centrado, perpendicular ao plano do movimento, na calha colocada na bancada adjacente.

Consulte o “**Procedimento para análise de um vídeo gravado no smartphone com recurso ao Tracker**” para efetuar a recolha e análise dos dados.

Siga o seguinte procedimento para responder à questão laboratorial 3 do protocolo:

1. Após efetuar a análise do vídeo do movimento, clique sobre a legenda do gráfico apresentado à sua direita, selecionando v_x : *componente x da velocidade* (Figura 1).

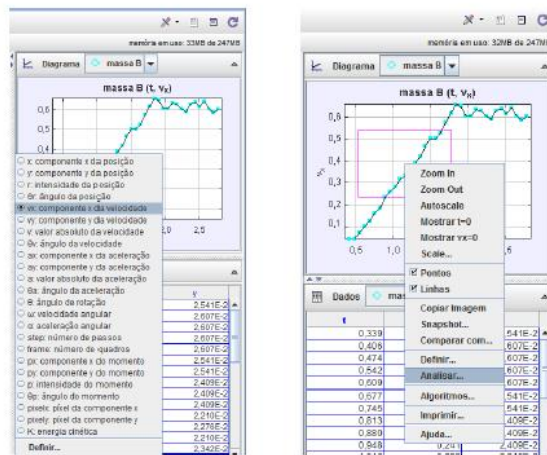


Figura 1 e 2 (esquerda e direita, respetivamente).

- Em seguida, clique sobre a área do gráfico com o botão direito do rato. Escolha *Analisar* (Figura 2). Abri-se-á uma segunda janela, denominada Ferramenta de Dados (Figura 3).

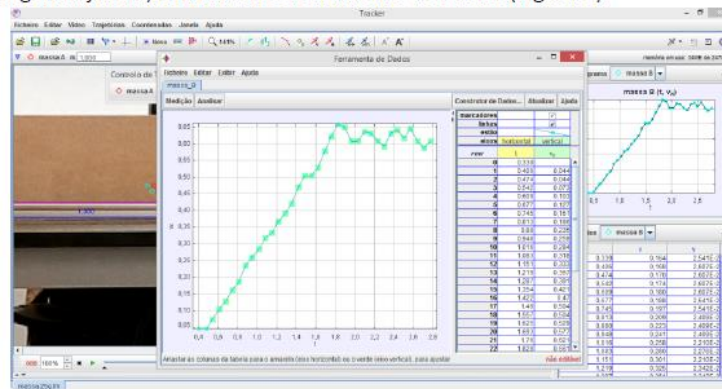


Figura 3

- Selecione a parte do gráfico onde lhe interessa fazer a regressão linear. Para tal, desenhe um quadrado em torno desse área, mantendo pressionado o botão esquerdo do rato (Figura 4).

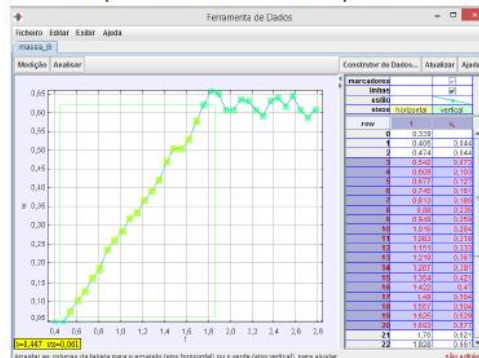


Figura 4

- Clique em *Analisar* e escolha a opção *Ajustar*. Na parte inferior da janela ser-lhe-ão apresentados os resultados da Regressão Linear para a parte selecionada (Figura 5).

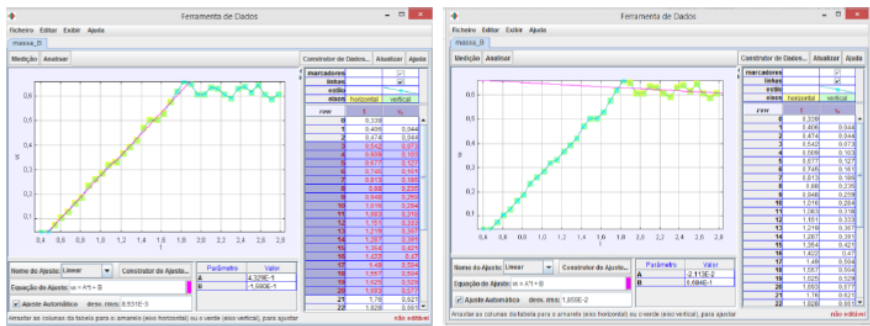


Figura 5 e 6 (esquerda e direita, respetivamente).

5. Repita os passos 3 e 4, de forma a efetuar a regressão linear na segunda parte do gráfico (Figura 6)

Questões pós-laboratoriais: página 65 do manual.

Anexo 7 - A.L. 1.2 – Forças nos movimentos retilíneos acelerado e uniforme (TI-84plus)



Física e Química A – Ano Letivo 2018/ 2019

A.L. 1.2 – Forças nos movimentos retilíneos acelerado e uniforme

Questões Pré-Laboratoriais: na página 64 do manual.

Material:

- | | |
|----------------------------------|------------------------|
| -Calculadora Gráfica TI 84 plus; | -Carro de baixo atrito |
| -Cabo de ligação calculadora CBR | -Massa de 25 g |
| -CBR | -Fio |
| -Calha | -Roldana |

Trabalho Laboratorial

Verifique se a calha se encontra na horizontal. Enquanto um elemento do seu grupo segura no carro (sobre a calha), outro elemento deve prender uma massa de 25g no final do fio que se encontra preso no carro. Faça passar o fio pela roldana. Verifique se o fio que une a massa ao carrinho se encontra bem esticado e paralelo à calha. Se necessário ajuste a posição da roldana.



Figura 1

1. Conecte a calculadora ao CBR. Posicione o CBR numa posição adequada à recolha de dados.
2. Ligue a calculadora. Deverá aparecer-lhe um ambiente gráfico semelhante ao da Figura 1. Verifique se a distância do alvo no carrinho ao CBR é de pelo menos 15 cm. Uma distância inferior pode levar a uma medição incorreta da distância no CBR.

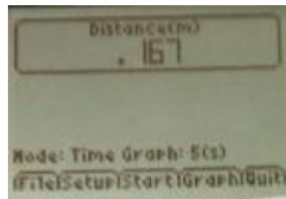


Figura 2

3. Usando a tecla *Window*, escolha *Setup* e em seguida *2: Time Graph* (Figura 3)



Figura 3 e 4

4. Defina o *Sample Interval*: 0,05 s e o *Number of Samples*: 60 (Figura 4).

5. Inicie a experiência, carregando na tecla *Zoom*, de forma a selecionar a opção *Start*. Largue o Carrinho (com o pesa suspenso a passar na roldana). Deverá obter um gráfico semelhante ao da figura 5.

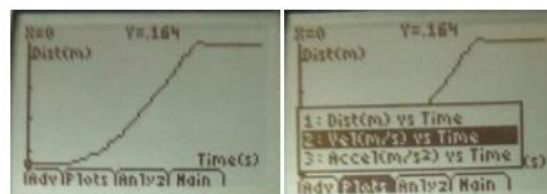


Figura 5 e 6

6. Carregue na tecla *Window*, de forma a escolher a opção *Plots*. Em seguida escolha *2: Vel(m/s) vs Time* (Figura 6). Deverá obter um gráfico semelhante ao da figura 7.

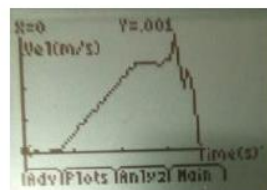


Figura 7

7. Carregue agora em *Zoom*, de forma a selecionar a opção *Analyze*. Escolha *7: Select Region* (Figura 8). Irá aparecer um aviso, *Region Select Warning*, escolha *OK* (Figura 9).

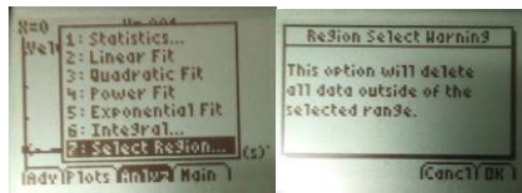


Figura 8 e 9

8. Terá agora que seleccionar a fronteira esquerda e direita da região onde pretende efetuar a regressão linear. Esta seleção irá apagar os dados recolhidos, pelo que apenas pode analisar uma das zonas do gráfico velocidade-tempo em resultado de cada recolha de dados. Comece por analisar a parte do gráfico em que o carrinho teve Movimento retilíneo uniformemente acelerado. Após seleccionar cada uma das fronteiras faça *OK* (Figura 10).

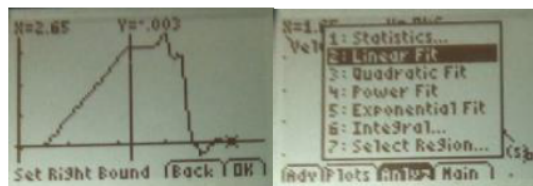


Figura 10 e 11

9. Utilizando a tecla *Zoom* escolha novamente *Analyze*, seguido de *2:Linear Fit* (Figura 11). Desta forma irá obter os parâmetros da regressão, na janela denominada *Curve Fit Coefficients* (Figura 12). Registe os valores obtidos, fazendo *OK* em seguida.

10. Repita todas as etapas do procedimento, de forma a obter um novo conjunto de dados. Selecione desta vez a região correspondente à parte do movimento em que o carro estava livre da ação do fio esticado (e consequentemente do Peso da massa suspensa).

Questões pós-laboratoriais: página 65 do manual.

Anexo 8 - A.L. 1.2 – Forças nos movimentos retilíneos acelerado e uniforme (TI-Nspire)

Física e Química A – Ano Letivo 2018/ 2019

A.L. 1.2 – Forças nos movimentos retilíneos acelerado e uniforme

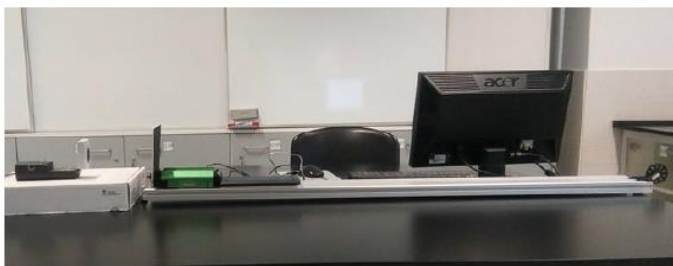
Questões Pré-Laboratoriais: na página 64 do manual.

Material:

- Calculadora Gráfica TI Nspire;
- Carro de baixo atrito;
- Cabo de ligação calculadora-Lab cradle;
- Massa de 25 g;
- LabCradle;
- Fio;
- CBR;
- Roldana;
- Calha;

Trabalho Laboratorial

Verifique se a calha se encontra na horizontal. Enquanto um elemento do seu grupo segura no carro (sobre a calha), outro elemento deve prender uma massa de 25g no final do fio que se encontra preso no carro. Faça passar o fio pela roldana. Verifique se o fio que une a massa ao carrinho se encontra bem esticado e paralelo à calha. Se necessário ajuste a posição da roldana.



1. Conecte a calculadora ao *Labcradle* (o qual está conectado ao *CBR*). Posicione o *CBR* numa posição adequada à recolha de dados.
2. Ligue a calculadora. Deverá aparecer-lhe um ambiente gráfico semelhante ao da Figura 1. Verifique se a distância do alvo no carrinho ao *CBR* é de pelo menos 15 cm. Uma distância inferior pode levar a uma medição incorreta da distância no *CBR*.

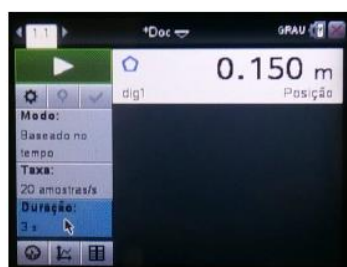


Figura 1

3. Defina a *Taxa* (de recolha) como 20 amostras/s e a *Duração* (da experiência) como 3 s.
4. Clique no ícone verde do ecrã da calculadora de forma a iniciar a recolha de dados. Deverá obter um gráfico semelhante ao da figura 2 (sem a parte sombreada).
5. Com o *touch pad* central da calculadora, clique sobre o gráfico velocidade tempo. Usando as setas, escolha o ponto onde se iniciou o movimento.
6. Clique com o *touch pad* da calculadora sobre o ponto escolhido deixando o dedo uns instantes sobre ele, de forma a aparecer um símbolo igual ao da Figura 2 (gráfico velocidade tempo). Usando o *touch pad*, arraste o símbolo para a direita, de forma a sombrear a parte do gráfico correspondente ao período de movimento retilíneo uniformemente acelerado (Figura 2).

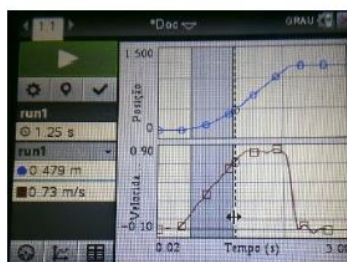


Figura 2

7. Carregue na tecla *Menu* e escolha a opção 4: *Analisar*. Em seguida escolha 6: *Ajuste de curva*, seguido de 1: *Linear* e 2: *run1.Velocidade* (Figura 3 e 4).

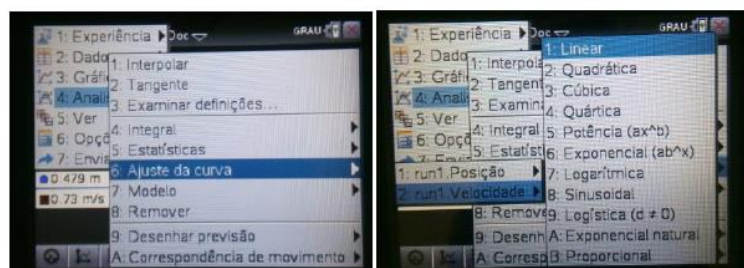


Figura 3 e 4

8. Deverá obter uma janela semelhante à da Figura (5) com os dados do ajuste. Registe-os no seu caderno.



Figura 5 e 6

9. Repita o procedimento (passos 6, 7 e 8), de forma a obter a regressão linear para a área do gráfico correspondente ao intervalo de tempo em que o carro deixou de estar sujeito à força de ligação do fio (Figura 6).

Questões pós-laboratoriais: página 65 do manual.

Anexo 9 - Procedimento para análise de um vídeo gravado no *smartphone* com recurso ao Tracker



Física e Química A – Ano Letivo 2018/ 2019

Procedimento para análise de um vídeo gravado no *smartphone* com recurso ao *Tracker*

1. Coloque o *smartphone* numa posição estável, centrada e perpendicular ao plano do movimento.
2. Garanta que a sala onde vai efetuar a gravação está bem iluminada e que por detrás do corpo a filmar tem um fundo homogéneo, de uma cor que contraste com o mesmo. Coloque um objeto de comprimento previamente determinado no mesmo plano que o movimento, de forma a servir de fator de escala na análise do vídeo.



Figura 1.

3. Efetue a gravação do movimento.
4. Envie o filme obtido para o seu *email*, Google drive ou equivalente, de forma a poder descarrega-lo no computador da escola.
5. O ficheiro do vídeo deverá estar em formato *.3gp*. O *Tracker* apenas lê vídeos em *mp4*, pelo que terá de o converter. Para tal, clique sobre o nome do vídeo, como se fosse alterar o seu nome. No lugar de *.3gp* (no final do nome do ficheiro), escreva *.mp4*. Este processo leva à conversão imediata do vídeo.
6. Abra o *Tracker*. No ecrã inicial, clique em ficheiro (no canto superior esquerdo) e em seguida em abrir. Selecione o vídeo descarregado de forma a iniciar a análise do mesmo.

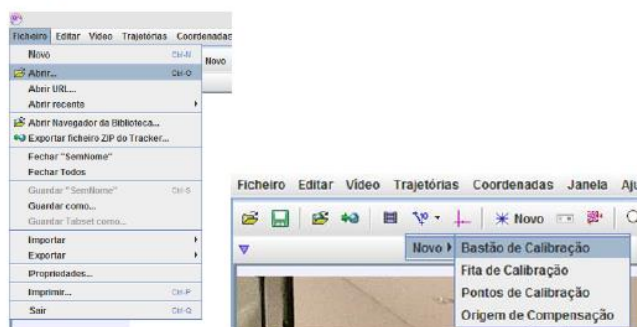


Figura 2 e 3

7. Na segunda linha da parte superior da janela do *Tracker*, clique no ícone azul, selecionando "Novo" e em seguida "Bastão de Calibração". Arraste o bastão de calibração de forma a colocá-lo sobre o objeto que serve de fator de escala. Para isso, clique numa ponta do bastão e arraste-a para o local pretendido, fazendo o mesmo

com a outra ponta. Na caixa de texto por cima do bastão, insira o comprimento (em metros) do objeto. Usando o botão scroll do rato pode aumentar ou diminuir a ampliação do vídeo.

8. Clique agora no ícone lilás ao lado do anterior, de forma a inserir os eixos das coordenadas. Clicando sobre o centro do eixo e arrastando com o rato, pode colocar o mesmo numa determinada posição. Na linha imediatamente acima do vídeo apresentado pode definir um dado ângulo de inclinação para o eixo de forma a rodá-lo (e inverte-lo), caso necessário.

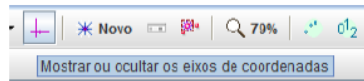


Figura 4

9. Escolha o ícone da figura 5, Ajustes do Corte de Vídeo. Aí pode definir a taxa de passagem dos *frames* e cortar parte do vídeo, caso conveniente. Defina o Tamanho do Passo como 2, de forma a diminuir o número de quadros em que terá de marcar pontos.

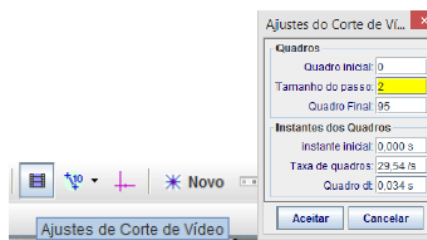


Figura 5

10. Clique agora no ícone "Novo", selecionando a opção massa pontual.

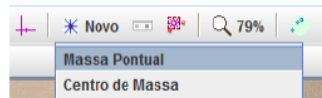


Figura 6

11. Fazendo "shift + clique" marque a posição do corpo em movimento em cada um dos *frames* do vídeo. No lado esquerdo vai sendo apresentado o gráfico posição-tempo do movimento, bem como uma tabela das posições do corpo nos vários instantes. Clicando sobre a variável ao lado de cada eixo do gráfico, pode alterar a grandeza apresentada no mesmo (posição x; posição y; vx; vy...).

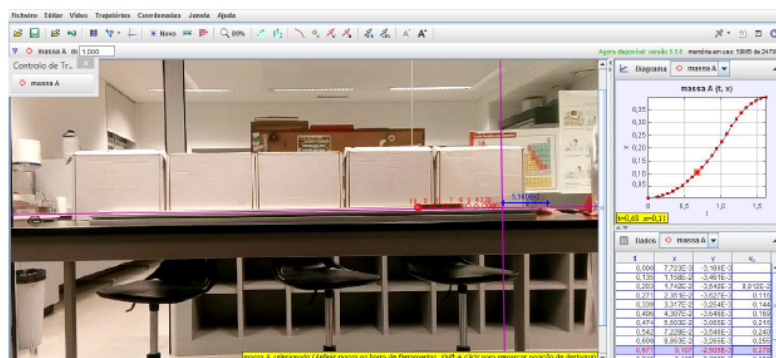


Figura 7


Anexo 10 - Procedimento para realização de uma regressão linear na calculadora gráfica (a partir de dados em listas)



Física e Química A – Ano Letivo 2018/ 2019

Procedimento para realização de uma regressão linear na calculadora gráfica (a partir de dados em listas)

TI Nspire/Nspire CX:

1. Ligue a calculadora, premindo .
2. Escolha (1) *Novo*.
3. Selecione a opção 4: *Adicionar Listas e Folhas de Cálculo*.

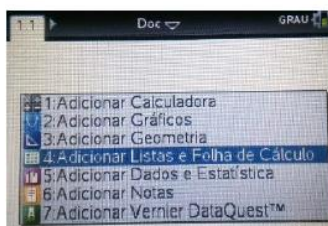


Figura 1

4. Atribua um nome às colunas A e B (por exemplo x e y)

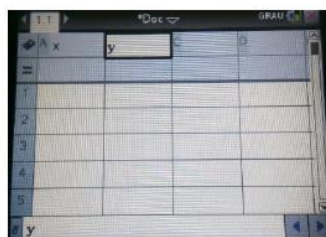


Figura 2

5. Insira os dados nas colunas 1 e 2.
6. Prima *ctrl + I* para adicionar um novo separador ao documento.
7. Escolha 5: *Adicionar Dados e Estatística*.
8. Clique com o cursor sobre os eixos apresentados, de forma a adicionar a lista x e y como variável dependente e independente, respetivamente.

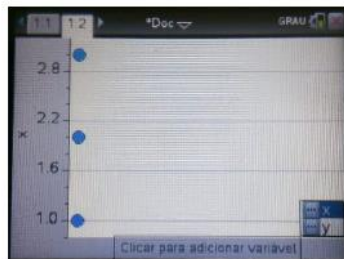


Figura 3

9. Prima agora a tecla *Menu* e em seguida escolhe (por ordem): 4:Analisar, 6:Regressão e 1:Mostrar Linear ($y=mx+b$).



Figura 4 e 5

10. Deverá obter o gráfico e equação da regressão, tal como na figura abaixo.

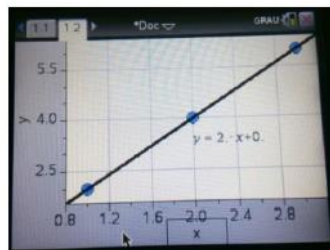


Figura 6

11. Prima novamente *ctrl + I* para adicionar um novo separador ao documento.
 12. Escolha 1:Adicionar Calculadora.
 13. Em seguida prima a tecla *Menu*, escolhendo em seguida 6:Estadística, 1:Cálculos Estatísticos e 3:Regressão Linear.

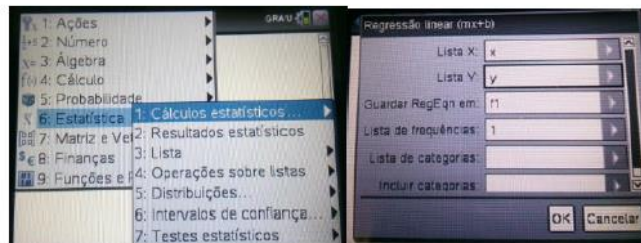


Figura 7 e 8

14. Irá abrir-se o Assistente de Regressões Lineares (Figura 8). Na lista X deve inserir o nome da lista correspondente à variável independente, inserindo na lista Y o nome da lista correspondente à variável dependente. Em seguida clique em OK.
15. Deverá aparecer-lhe um conjunto de resultados semelhante à figura 9 correspondente aos vários parâmetros da regressão efetuada.

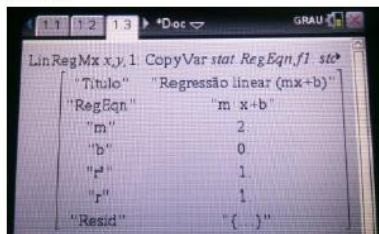


Figura 9

Casio Fx-CG50/20/10:

1. Ligue a calculadora
2. Escolha a opção 2: *Estatística*.
3. Irá aparecer-lhe um conjunto de listas vazias. Insira os dados correspondentes à variável dependente e independente nas listas 1 e 2, respetivamente.

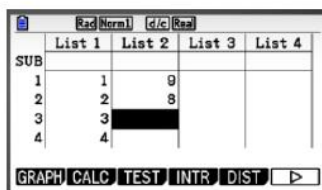


Figura 10

4. Prima agora a tecla *Exit* e em seguida *F1* e *F6* de forma a abrir o menu onde irá definir as características do gráfico de dispersão a efetuar com os dados, será aberto um menu semelhante ao da figura. Verifique se o tipo de gráfico está definido para *Scater* e a *Xlist* e *YList* correspondem às listas 1 e 2, respetivamente.

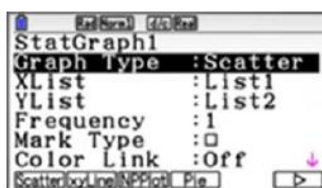


Figura 11

5. Prima novamente *Exit*, seguido de *F1*. Desta forma dever-lhe-á aparecer representado o gráfico de dispersão.



Figura 12

6. Prima novamente $F1$ e em seguida $F2$ (duas vezes). Deverá ter como resultado os parâmetros da regressão linear efetuada.

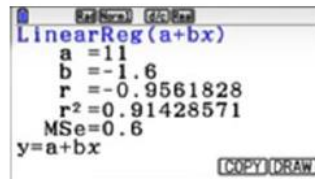


Figura 13

7. Escolha agora $F5 + Exe + F6$. Desta forma deverá obter a representação gráfica da regressão linear, juntamente com os dados das listas.

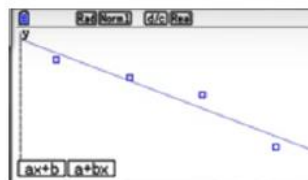


Figura 14

TI 84 Plus:

1. Ligue a calculadora premindo o botão *On*.
2. Pressione a tecla *Mode*, descendo com o cursor até à opção *Stat Diagnostics*. Escolha a opção *On*, clicando com a tecla *Enter* sobre ela.



Figura 15 e 16

3. Prima a tecla *Stat*, escolhendo em seguida *1:Edit*.



Figura 16

4. Insira os dados nas listas *L1* e *L2*.

L1	L2	L3	2
1	3		
2	2		
3	1.5		
4	2		
5			

L2(5) =			

Figura 17

5. Carregue outra vez na tecla *Stat*, usando o cursor direito para aceder ao Menu *Calc*. Aí escolha *4:LinReg(ax+b)*.

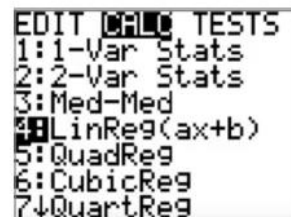


Figura 18

6. À frente de *LinReg(ax+b)* escreva "*L1, L2*". Em seguida pressione a tecla *Vars*, escolhendo com o cursor direito *Y-Vars*. Após este passo escolha *1:Function* e *1:Y1*. Faça *Enter*. Irá obter os resultados da regressão linear no ecrã da calculadora.

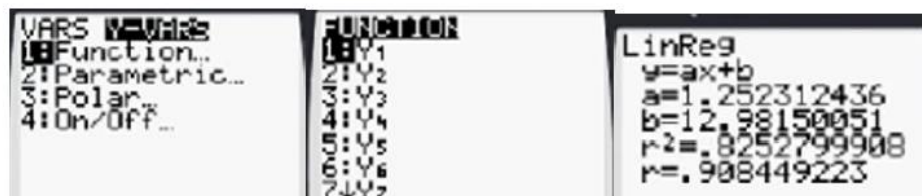


Figura 19, 20 e 21

7. Carregue agora na tecla 2nd, seguido da tecla Y=, de forma a abrir o menu *Stat Plots*. Pressione a tecla *Enter* sobre 1:Plot 1. Escolha a opção *On* e verifique se a *Xlist* e *Ylist* estão definidas para L1 e L2. Se não estiverem, defina-as.



Figura 22 e 23

8. Carregue agora na tecla *Zoom*, escolhendo a opção 9:Zoom Stat. Desta forma irá observar o gráfico da Regressão Linear, juntamente com os pontos do gráfico de dispersão.

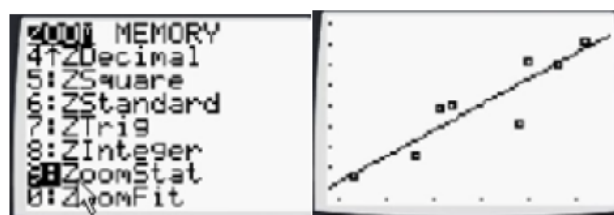


Figura 23 e 24

Anexo 11 - Atividade prática de sala de aula: Movimento Circular Uniforme

Física e Química A – Ano Letivo 2018/ 2019

Atividade prática de sala de aula - Movimento Circular Uniforme

Qual a relação entre a velocidade angular e a aceleração centrípeta de um corpo?

Fixou-se um telemóvel a uma mesa rotativa, tal como na Figura 1, Iniciando remotamente a aplicação Phythox, a qual utiliza o giroscópio e o acelerómetro do telemóvel para medir a velocidade angular e a aceleração centrípeta a que o corpo está sujeito.



Figura 1 e 2

1. A partir da Figura 2, na qual está representado a Aceleração em função da velocidade angular (e do quadrado da mesma), o que pode concluir quanto à relação entre estas duas grandezas?
2. Após efetuar uma regressão linear $ac(\omega^2)$ com os dados obtidos, obtiveram-se os seguintes resultados:

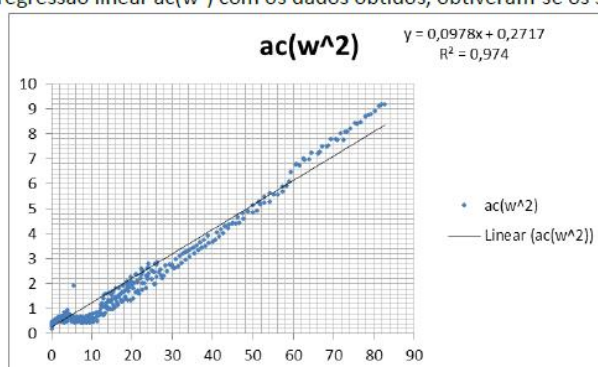


Figura 3

O que representa o valor do declive da reta de regressão obtida?

3. A posição do acelerómetro de um smartphone é diferente mediante o modelo e a marca do mesmo. Utilizando a app Phypox e a mesa rotativa, sugira um procedimento para a determinação da posição do acelerómetro do smartphone usado na experiência.

Anexo 12 - Atividade prática de sala de aula: Como determinar a velocidade terminal de uma forma de bolo?

Física e Química A – Ano Letivo 2018/ 2019

Atividade prática de sala de aula

Como determinar a velocidade terminal de uma forma de bolo?

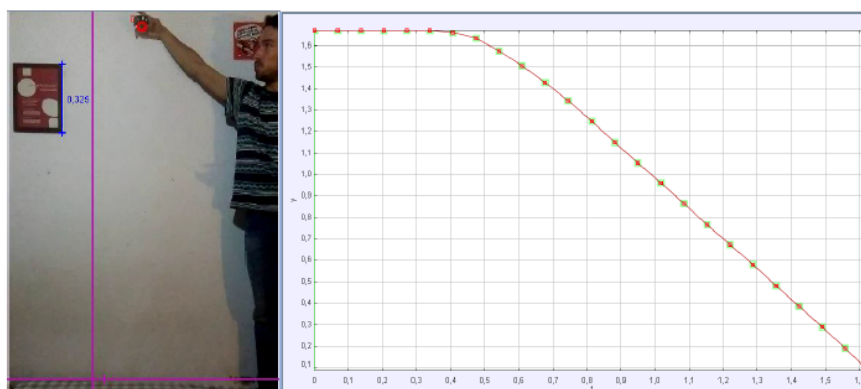


Figura 1 e 2: Frame do vídeo gravado para análise e gráfico posição-tempo do movimento, obtido após análise no software Tracker.

Na queda de uma forma de bolo, em consequência da sua forma e do seu tamanho, a resistência do ar não é desprezável em comparação com o seu peso.

Deixou-se cair uma forma de bolo a partir de uma altura de 1,673 m (Figura 1), filmando o movimento da mesma com recurso a um *smartphone*. Após efetuar a análise do vídeo com o software *Tracker*, obtivemos o gráfico posição-tempo e a tabela representados nas Figuras 2 e 3, respetivamente.

row	t	y
0	0	1,673
1	0,068	1,673
2	0,135	1,673
3	0,203	1,673
4	0,271	1,673
5	0,339	1,673
6	0,406	1,664
7	0,474	1,635
8	0,542	1,575
9	0,609	1,507
10	0,677	1,428
11	0,745	1,345
12	0,813	1,249
13	0,88	1,151
14	0,948	1,055
15	1,016	0,962
16	1,083	0,865
17	1,151	0,767
18	1,219	0,674
19	1,287	0,581
20	1,354	0,482
21	1,422	0,386
22	1,49	0,29
23	1,557	0,192
24	1,625	0,084

Figura 3: Valores da posição do corpo (m) em cada instante do movimento (s) decorrentes da análise no Tracker.

1. Represente num esboço as forças exercidas sobre a forma de bolo antes do movimento da mesma atingir a velocidade terminal. Que tipo de movimento tem o corpo nesta fase da queda?
2. Indique a partir de que instante o corpo passa a ter movimento retilíneo uniforme.
3. Utilizando a calculadora gráfica insira os dados da tabela em duas listas (a partir desse instante) de forma a obter uma reta de ajuste aos dados experimentais e obter a componente escalar da velocidade terminal.
4. Escreva a equação das posições para o movimento a partir do instante em que a forma atingiu a velocidade terminal.
5. Esboce um gráfico velocidade-tempo do movimento da forma.

Anexo 13 - A.L. 1.3 – Movimento Uniformemente retardado: velocidade e deslocamento (TI-84plus)



Física e Química A – Ano Letivo 2018/ 2019

A.L. 1.3 – Movimento Uniformemente retardado: velocidade e deslocamento.

Questões Pré-Laboratoriais: questões da página 94 do manual.

8. Deduza a expressão $v_0^2 = 2a\Delta x$ partindo de considerações energéticas (contrariamente ao efetuado na questão 5, onde a relação foi obtida pela lei das posições e das velocidades).

Material:

- | | |
|--|---|
| -Calculadora Gráfica <i>TI 84 plus</i> ; | -Suporte Universal; |
| - <i>CBL2</i> | -Pilha retangular (com íman de 1cm de largura na sua face superior) |
| -Cabos de ligação: CBL-Calculadora e CBL- <i>Photogate</i> | - <i>Vernier Photogate</i> ; |
| -Calha | -Fita métrica. |

Trabalho Laboratorial

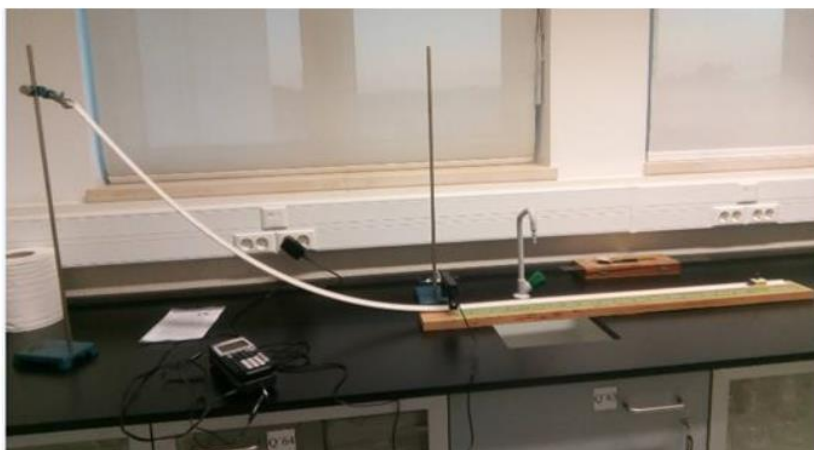


Figura 1

1. Conecte a calculadora ao *CBL* e o *CBL* à *Photogate*, através dos cabos fornecidos. Verifique se a *Photogate* se encontra perpendicular à calha.

Novembro de 2018

1

2. Ligue a calculadora e inicie a App **Easydata**. Deverá aparecer-lhe um ambiente gráfico semelhante ao da Figura 2.
3. Deixe cair a pilha (com o íman no seu topo) de uma dada altura e verifique se o íman corta o feixe da *Photogate* (a mesma deverá piscar aquando a passagem do corpo, Figura 3)



Figura 2 e 3

4. Usando a tecla *Window*, escolha *Setup* e em seguida: **3: Gate Timing** (Figura 4). Deverá aparecer-lhe uma janela semelhante à figura 5. Defina a largura do objeto que irá cortar o feixe (o íman) e faça OK.

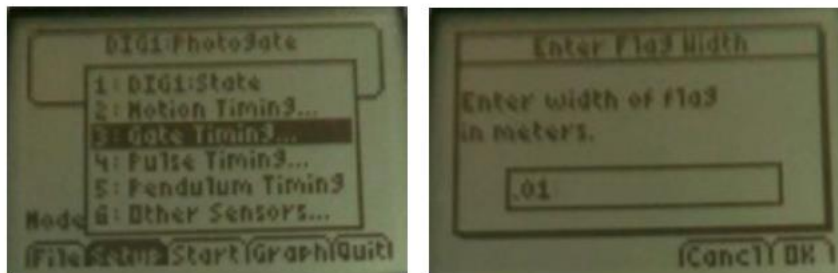


Figura 4 e 5

5. Coloque a pilha numa das posições marcadas a azul na calha. Escolha *Start* na calculadora e em seguida largue a pilha, deixando-a deslizar ao longo da calha até parar. Após este processo deverá aparecer-lhe (na calculadora) uma caixa de texto semelhante à figura 6, denominada *Gate Timing*, com o tempo de passagem do corpo pela *Photogate* e o *Trial number*, o número do ensaio realizado. Repita este processo 3 vezes, registando os valores obtidos para os tempos de passagem e os deslocamentos do corpo.

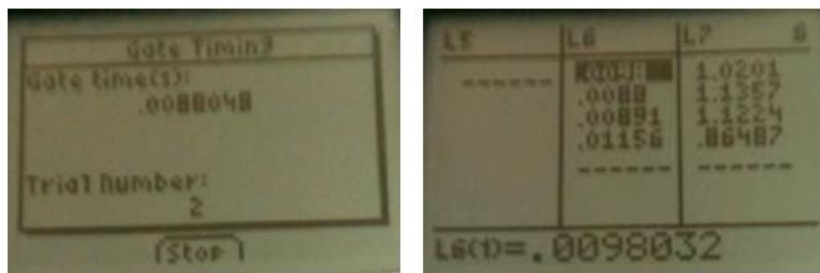


Figura 5 e 6

6. Realize pelo menos mais 4 ensaios a partir de alturas diferentes e registre os tempos de passagem e os deslocamentos do corpo (após passar na *photogate*, medidos na régua colada à calha) na tabela 1.
7. Após efetuar os ensaios, saia da app *Easydata*, escolhendo *Quit*. Os dados relativos aos tempos de passagem e às velocidades serão armazenados nas listas L6 e L7 da calculadora (Figura 6).

Questões pós-laboratoriais: página 95 do manual.

$$L = (\text{_____} \pm \text{_____}) \text{ cm}$$

Tabela 1

Posição Inicial	Gate Time (s)	d_{travagem} (m)	\bar{t} (s)	$\bar{d}_{\text{travagem}}$ (m)	$v_0 = \frac{L}{\bar{t}}$ (m/s)	v_0^2 (m ² /s ²)
A						
B						
C						
D						
E						

Anexo 14 - A.L. 1.3 – Movimento Uniformemente retardado: velocidade e deslocamento (TI-Nspire)

Física e Química A – Ano Letivo 2018/ 2019

A.L. 1.3 – Movimento Uniformemente retardado: velocidade e deslocamento.

Questões Pré-Laboratoriais: questões da página 94 do manual.

8. Deduza a expressão $v_0^2 = 2a\Delta x$ partindo de considerações energéticas (contrariamente ao efetuado na questão 5, onde a relação foi obtida pela lei das posições e das velocidades).

Material:

- Calculadora Gráfica *TI Nspire*;
- Labcradle*.
- Cabos de ligação: *Labcradle-Photogate*
- Calha
- Suporte Universal;
- Pilha retangular (com íman de 1cm de largura na sua face superior)
- Vernier Photogate*;
- Fita métrica.

Trabalho Laboratorial



Figura 1

1. Conecte a calculadora ao *LabCradle* e o *Labcradle* à *Photogate*, através do cabo fornecidos. Verifique se a *Photogate* se encontra perpendicular à calha.

2. Ligue a calculadora. O sensor deverá ser automaticamente reconhecido. Deverá aparecer-lhe um ambiente gráfico semelhante ao da Figura 2.
3. Deixe cair a pilha (com o íman no seu topo) de uma dada altura e verifique se o íman corta o feixe da *Photogate* (a mesma deverá piscar aquando a passagem do corpo, Figura 3)



Figura 2 e 3

4. Na coluna à sua esquerda defina: **Modo:** *Tempo de Photogate* e **Tempo de Photogate:** *Modo Porta e pulsação*.
5. Clique com o cursor em comprimento. Deverá abrir-se uma caixa de texto semelhante à da Figura 4. Em **Comprimento do Objeto**, indique a largura do íman que irá cortar o feixe da Photogate (Figura 2). Em **Terminar recolha de dados**, escolha: *Em paragem*. Em **Número de eventos**, defina: 6.

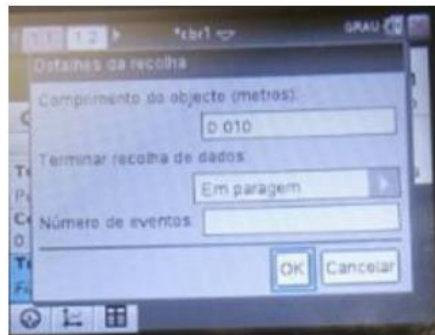


Figura 4

6. Coloque a pilha numa das posições marcadas a azul na calha. Carregue no ícone verde no canto superior esquerdo do ecrã da calculadora (figura 2) de forma a dar início à recolha de dados. Em seguida, largue a pilha, deixando-a deslizar ao longo da calha até parar. Repita este processo 3 vezes, largando a pilha a partir da mesma altura. Registe os deslocamentos efetuados pelo corpo após cada repetição na tabela 1.
7. Clique no terceiro ícone do canto superior esquerdo do ecrã, de forma a aceder à tabela com os resultados. Registe também os tempos de passagem do corpo pela *Photogate* na tabela 2, os quais correspondem aos valores da coluna *B2U*.(Figura 5).



Figura 5

8. Realize pelo menos mais 4 ensaios a partir de alturas diferentes e registre os tempos de passagem e os deslocamentos do corpo (após passar na *Photogate*, medidos na régua colada à calha) na tabela 1.

Questões pós-laboratoriais: página 95 do manual.

$L = (\text{_____} \pm \text{_____}) \text{ cm}$

Tabela 1

Posição Inicial	Gate Time (B2U) (s)	d_{travagem} (m)	\bar{t} (s)	$\bar{d}_{\text{travagem}}$ (m)	$v_0 = \frac{L}{\bar{t}}$ (m/s)	v_0^2 (m ² /s ²)
A						
B						
C						
D						
E						

Anexo 15 - Questionário– Produção e propagação do som (pré e pós teste)



Física e Química A – Ano Letivo 2018/ 2019

Questionário– Produção e propagação do som

Selecione a alínea que considera correta em cada questão.

Parte 1

1. A corda de uma guitarra vibra e, como resultado, emite um som. Qual das seguintes teorias descreve a forma como a corda vibrante produz o som?

Nota: Na presente questão, “Partículas de ar” deve ser entendido como sendo as moléculas de gás que constituem o ar.

A) Quando uma corda vibra, ela emite partículas de som (semelhantes às partículas, ou moléculas, do ar) que se movem em todas as direções e passam através das partículas (ou moléculas) do ar. Estas partículas de som em movimento formam o som que é propagado pelo ar.

B) Quando uma corda vibra, ela causa a vibração de algumas das partículas de som que se encontravam inicialmente em repouso no meio das partículas ou moléculas que constituem o ar, o qual está em contacto com a corda vibrante. Consequentemente, esta vibração das partículas de som é passada às partículas de som vizinhas, repetindo-se este processo sucessivamente.

C) Quando uma corda vibra, ela origina um movimento vibratório das partículas de ar que estão em contacto com ela ou que passam a estar em contacto com ela. Este movimento vibratório das partículas de ar sobrepõe-se ao movimento original (caótico) das partículas de ar em todas as direções. Quando as partículas de ar colidem com as partículas vizinhas, elas transmitem o movimento vibratório, o qual se sobrepõe ao movimento caótico, repetindo-se este processo sucessivamente em todas as direções.

D) Quando uma corda vibra, ela dá origem ao movimento das partículas de ar que chegam ao contacto com ela. Estas partículas de ar em movimento espalham-se em todas as direções através do resto das partículas do ar, criando desta forma o som que é propagado.

E) Se não concorda com nenhuma das descrições acima, ou apenas concorda parcialmente com uma delas (ou várias), descreve por palavras tuas o mecanismo da produção do som pela corda vibrante.

2. Qual dos seguintes modelos descreve corretamente o mecanismo através do qual o som é propagado entre um emissor (como um altifalante) e um recetor (como o ouvido humano)?

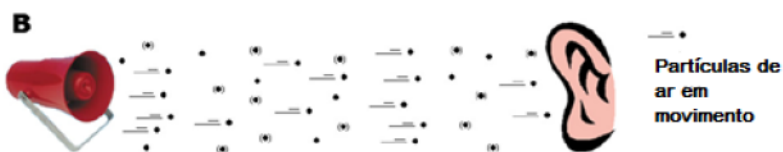
Nota: Na presente questão, “Partículas de ar” devem ser entendidas como sendo as moléculas de gás que constituem o ar.

É fornecida uma ilustração de cada modelo, de forma a facilitar a tua compreensão do texto.

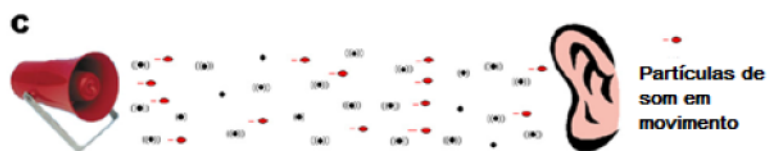
A) As partículas de ar, sobrepostas no seu movimento caótico em todas as direções, começam a vibrar quando entram em contacto com o altifalante, na direção em que o som é propagado (desde o altifalante até ao ouvido). Quando elas entram em contacto com partículas vizinhas, também as fazem vibrar, e o som é propagado sucessivamente desde uma partícula para as partículas vizinhas. Formam-se assim áreas em que se acumulam mais partículas do que existiam antes, e outras áreas em que estão menos partículas do que antes.



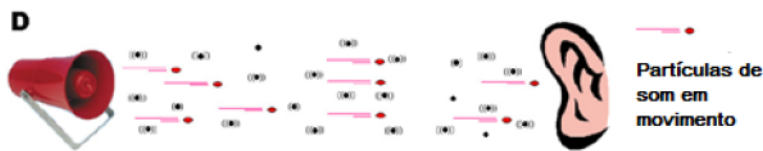
B) As partículas de ar que estão em contacto com o altifalante são transmitidas através das outras partículas de ar, as quais transportam o som desde o altifalante até ao ouvido. Em resultado, todas as outras partículas de ar vibram.



C) As partículas de ar passam através das partículas de som emitidas pelo altifalante entre elas. Isto é possível devido ao facto das partículas de som terem um movimento específico antes do som ser emitido.



D) As partículas de som emitidas pelo altifalante passam através das partículas de ar, na direção em que o som é propagado (desde o altifalante até ao ouvido). Como resultado, as partículas de ar vibram.



E) Nenhuma das descrições acima está completamente correta. Acredito que a descrição correta é a seguinte:

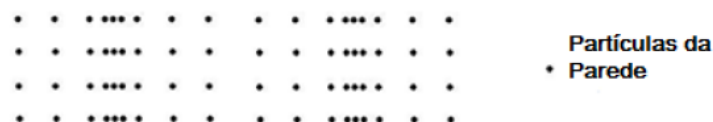
3. Imagine uma mulher falando com um homem que se localiza do outro lado de uma parede de tijolos. O chão e o teto são feitos de cimento e não existem janelas ou aberturas na parede. A mulher fala alto o suficiente para que o homem a consiga ouvir, ainda que, tal como seria expectável, ele não a consiga ouvir tão bem como se estivessem os dois no mesmo quarto. A figura 1 representa a estrutura microscópica da parede, a qual é constituída por moléculas em intervalos regulares, na medida em que se trata de um sólido, contrariamente a um gás, como o ar. O que acontece a um nível microscópico quando o som viaja através da parede que separa os dois quartos?

Nota: Na presente questão, “Partículas” (tanto na parede como no ar) refere-se às moléculas que constituem a parede ou o ar.

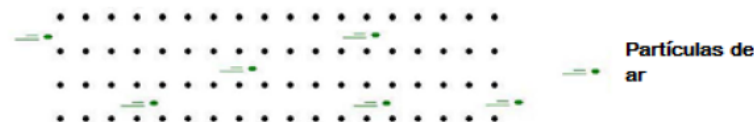


Figura 1

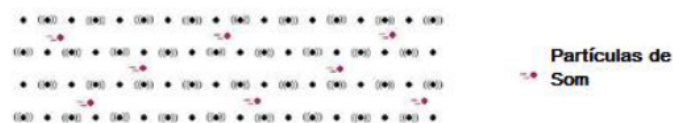
A) As partículas da parede vibram na direção em que o som é propagado (da esquerda para a direita). Como tal, em determinados instantes, há áreas que parecem estar mais próximas e áreas que estarão momentaneamente mais afastadas.



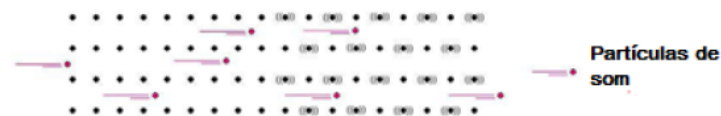
B) O som atravessa a parede, sendo transportado pelas partículas de ar que passam através dos espaços microscópicos entre as partículas da parede.



C) As partículas da parede movem as partículas de som para a frente, desde o lado esquerdo para o lado direito. Isso é possível devido ao facto das partículas de ar terem um certo movimento, independentemente do som passar ou não por elas.



D) As partículas de som vindas da esquerda vão através das partículas da parede na direção (da esquerda para a direita) em que o som é propagado. Como resultado, as partículas da parede vibram.



E) Nenhuma das descrições acima está inteiramente correta. Acredito que a descrição correta é a seguinte:

Parte 2

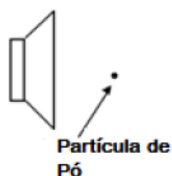


Figura 2- Partícula de pó em frente a um altifalante

1. Temos agora um altifalante como fonte de som. A partícula de pó está agora em frente do altifalante, o qual produz um som com uma frequência bem definida. Suponha que a partícula de pó estava em repouso e o altifalante foi colocado em funcionamento.

O que espera que aconteça?

- A)** O som não terá nenhum efeito na partícula de pó.
- B)** O som produzido provocará o afastamento da partícula do altifalante.
- C)** O som produzido provocará a aproximação da partícula do altifalante.
- D)** O som produzido provocará, ora à aproximação, ora ao afastamento da partícula de pó

2. Se em lugar da partícula de pó tivéssemos uma vela:

- A)** O som não terá nenhum efeito na chama da vela.
- B)** O som produzido provocará o afastamento da chama da vela do altifalante.
- C)** O som produzido provocará a aproximação da chama da vela do altifalante.
- D)** O som produzido provocará, ora à aproximação, ora ao afastamento da chama da vela em relação ao altifalante.

3. O Miguel e a Laura encontram-se a 100m de distância um do outro. Num dado instante, ambos gritam “Yo!” em direção ao outro. O Miguel grita com mais intensidade que a Laura, e a frequência do seu som é mais baixa. Não existe vento a soprar.

- A)** A Laura irá ouvir o Miguel primeiro.
- B)** O Miguel irá ouvir primeiro a Laura.
- C)** O Miguel e a Laura ouvir-se-ão ao mesmo tempo.

Anexo 16 – Planos de Aula: *Sinais e Ondas*

Disciplina: Física e química A	Ano: 11º	Curso: Ciências e Tecnologias	Ano letivo: 2018/2019	Duração da aula: 90 e 135 minutos	Domínio: Sinais e ondas
--	--------------------	---	---------------------------------	---	-----------------------------------

PLANO DE AULA Nº 1 (28 Novembro)

Conteúdo: Propagação de sinais, ondas: transversais, longitudinais, mecânicas, eletromagnéticas, periódicas e não-periódicas, sinal sinusoidal.

Metas curriculares	<p>1.1 Associar um sinal a uma perturbação que ocorre localmente, de curta ou longa duração, e que pode ser usado para comunicar, identificando exemplos.</p> <p>1.2 Identificar uma onda com a propagação de um sinal num meio, com transporte de energia, e cuja velocidade de propagação depende de características do meio.</p> <p>1.3 Distinguir ondas longitudinais de transversais, dando exemplos.</p> <p>1.4 Distinguir ondas mecânicas de ondas eletromagnéticas.</p> <p>1.5 Identificar uma onda periódica como a que resulta da emissão repetida de um sinal em intervalos regulares.</p> <p>1.6 Associar um sinal harmónico (sinusoidal) ao sinal descrito por uma função do tipo $y = A \sin(\omega t)$, definindo amplitude de oscilação e frequência angular e relacionando a frequência angular com o período e com a frequência.</p> <p>1.10 Associar período e comprimento de onda à periodicidade temporal e à periodicidade espacial da onda, respetivamente</p>	Tempo previsto
Atividades	<ul style="list-style-type: none"> • Resolução do questionário: Produção e Propagação do som. • Apresentação do PowerPoint, introduzindo o conteúdo a abordar nas aulas seguintes. • Distinção entre ondas longitudinais e transversais; mecânica e eletromagnética; periódica e não-periódica. • Definição de período, frequência, amplitude e velocidade de propagação. • Associação de um sinal harmónico à função de onda, definindo amplitude, frequência angular e sua relação com o período e a frequência. • Resolução dos exercícios 5, 6 e 8 do livro em conjunto com os alunos. 	90 minutos
Recursos	Manual didático e quadro-negro Apresentação de PowerPoint (slides 1 a 16)	
TPC	-----	
Avaliação	Observação direta dos alunos. Participação e empenho nas tarefas propostas.	

PLANO DE AULA Nº 2 (29 de Novembro)

Conteúdo: Energia de um sinal harmónico, onda harmónica como propagação de um sinal harmónico, periodicidades espacial e temporal das ondas harmónicas. Relação entre frequência, comprimento de onda e velocidade de propagação, sobreposição de ondas harmónicas.

Metas curriculares	<p>1.7 Indicar que a energia de um sinal harmónico depende da amplitude de oscilação e da frequência do sinal.</p> <p>1.8 Associar uma onda harmónica (ou sinusoidal) à propagação de um sinal harmónico no espaço, indicando que a frequência de vibração não se altera e depende apenas da frequência da fonte.</p> <p>1.9 Concluir, a partir de representações de ondas, que uma onda complexa pode ser descrita como a sobreposição de ondas harmónicas.</p> <p>1.10 Associar período e comprimento de onda à periodicidade temporal e à periodicidade espacial da onda, respetivamente.</p> <p>1.11 Relacionar frequência, comprimento de onda e velocidade de propagação e concluir que a frequência e o comprimento de onda são inversamente proporcionais quando a velocidade de propagação de uma onda é constante, ou seja, quando ela se propaga num meio homogéneo.</p> <p>1.12 Identificar diferentes pontos do espaço no mesmo estado de vibração na representação gráfica de uma onda num determinado instante.</p>	Tempo previsto
Atividades	<ul style="list-style-type: none"> • Preparação da atividade laboratorial 2.1.- Formação dos grupos de trabalho. • Exploração do osciloscópio e visualização do vídeo: A.L. 2.1 características do som. • Exploração e discussão das simulações apresentadas, e partir disso, apresentação dos conteúdos referidos nas metas curriculares. • Resolução dos exercícios 9, 12, 14 e 15 do livro e 1, 2 e 3 da ficha de trabalho, em conjunto com os alunos. • Apresentação do PowerPoint sobre os conteúdos da aula. 	135 minutos
Recursos	<p>Manual didático e quadro-negro</p> <p>Apresentação de PowerPoint (slides 17 a 25)</p> <p>Simulações computacionais: "A movie and a graph" e "Fourier: Making Waves".</p> <p>Manual didático e quadro-negro</p> <p>Ficha de exercícios.</p> <p>Osciloscópio e Gerador de Sinais</p> <p>Mola <i>Slinky</i></p>	
TPC	Exercício 13 do Manual;	
Avaliação	<p>Observação direta dos alunos.</p> <p>Participação e empenho nas tarefas propostas.</p>	

PLANO DE AULA Nº 3 (5 de Dezembro)

Conteúdo: Sinais sonoros, velocidade de propagação, altura e intensidade do som, sons puros, sons complexos e ruídos. Microfones e altifalantes.

Metas curriculares	<p>1.13 Interpretar um sinal sonoro no ar como resultado da vibração do meio, de cuja propagação resulta uma onda longitudinal que se forma por sucessivas compressões e rarefações do meio (variações de pressão).</p> <p>1.14 Identificar um sinal sonoro sinusoidal com a variação temporal da pressão num ponto do meio, descrita por $P(t) = P_0 \sin(\omega t)$, associando a amplitude de pressão, P_0, à intensidade do som originado e a frequência à altura do som.</p> <p>1.15 Justificar, por comparação das direções de vibração e propagação, que, nos meios líquidos ou gasosos, as ondas sonoras são longitudinais.</p> <p>1.16 Associar os termos sons puros e sons complexos respetivamente a ondas sonoras harmónicas e complexas.</p> <p>1.17 Aplicar os conceitos de frequência, amplitude, comprimento de onda e velocidade de propagação na resolução de questões sobre ondas harmónicas, incluindo interpretação gráfica.</p> <p>1.18 Indicar que um microfone transforma um sinal mecânico num sinal elétrico e que um altifalante transforma um sinal elétrico num sinal sonoro.</p>	Tempo previsto
Atividades	<ul style="list-style-type: none"> • Correção do trabalho de casa. • Apresentação PowerPoint sobre os conteúdos lecionados; • Utilização de alguns instrumentos musicais, diapasão e uma mesa, afim de explicar sons puros, sons complexos e ruídos. • Resolução dos exercícios 16 e 19 do livro e do exercício 4 da ficha de trabalho em conjunto com os alunos . Correção dos exercícios passados na aula anterior. • Visualização do vídeo “Funcionamento de um microfone e alifalante”. • Explicação do funcionamento de microfones e altifalantes e exemplificação de seu uso. 	90 minutos
Recursos	<p>Manual didático e quadro-negro. Instrumentos musicais e diapasão. Apresentação do PowerPoint (slide 1 a 16) Simulação: “Ondas sonoras”. Ficha de Trabalho. Manual didático e quadro-negro. Vídeo: “Funcionamento de um microfone e alifalante”. Microfone e Osciloscópio Virtual.</p>	
TPC	Exercício 18 do livro.	
Avaliação	<p>Observação direta dos alunos. Participação e empenho nas tarefas propostas.</p>	

PLANO DE AULA Nº 4 (6 Dez)

Conteúdo: AL 2.1: Características do som

Objetivos	Objetivo geral: Investigar características de um som (frequência, intensidade, comprimento de onda, timbre) a partir	Tempo previsto
------------------	--	-----------------------

	<p>da observação de sinais elétricos resultantes da conversão de sinais sonoros.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Identificar sons puros e sons complexos. 2. Comparar amplitudes e períodos de sinais sinusoidais. 3. Comparar intensidades e frequências de sinais sonoros a partir da análise de sinais elétricos. 4. Medir períodos e calcular frequências dos sinais sonoros, compará-los com valores de referência e avaliar a sua exatidão. 5. Identificar limites de audição no espectro sonoro. 6. Medir comprimentos de onda de sons. 	
Atividades	Atividade Laboratorial 2.1 – página 126 do manual e documento de apoio: <i>A.L. 2.1 – Características do som – Procedimento B.</i>	135 minutos
Recursos	<p>Microfone Auscultadores Osciloscópio Diapasão Gerador de sinais Altifalante Fita Métrica Cabos de ligação Software de computador Soundcard Osciloscope. Protocolo da atividade laboratorial.</p>	
Avaliação	Observação direta dos alunos.	

PLANO DE AULA Nº 5(13 de Dezembro)

Conteúdo: AL 2.2. Velocidade de propagação do som

Objetivos	Objetivo geral: Determinar a velocidade de propagação de um sinal sonoro.	Tempo previsto
Atividades	Atividade Laboratorial 2.2 – página 129 do manual e documento de apoio: <i>A.L. 2.2 – Velocidade de propagação do Som – Procedimento B.</i>	135 minutos
Recursos	<p>Microfone e osciloscópio ou calculadora gráfica, CBL2 e sensor de som Mangueiras de diferentes comprimentos</p>	

	Termómetro Fita métrica Ripa de madeira Software de computador ou aplicação de telemóvel Phyphox Ficha de exploração da atividade	
Avaliação	Observação direta dos alunos. Produção de relatório escrito da atividade laboratorial.	

PLANO DE AULA Nº 6 (14 de Dezembro)

Conteúdo: Efeito Doppler

Metas curriculares	-	Tempo previsto
Atividades	<ul style="list-style-type: none"> • Apresentação do PowerPoint para explicação do Efeito Doppler no som. • Demonstração do Efeito Doppler no Som. • Resolução dos exercícios 20 do livro em conjunto com os alunos. • Resolução dos exercícios 5, 6, 7 e 8 da ficha de trabalho. 	90 minutos
Recursos	Manual didático e quadro-negro. Apresentação do PowerPoint (slide 26 a 29) Mesa Rotativa 2 Smartphones	
TPC	Exercício 22 e 24 do manual.	
Avaliação	Observação direta dos alunos. Participação e empenho nas tarefas propostas.	

Anexo 17 – Apresentação de apoio – Sinais e Ondas (I)



Slide 1: Sinais e Ondas

Física e Química A – 11º ano

A photograph of several large satellite dishes (parabolic antennas) pointing towards the sky, set against a dark blue background with a small star or planet visible.

1



Slide 2: Sinais e Ondas

A photograph of a single water drop falling from a green leaf, creating a ripple in a blue liquid surface.

2

O que é um onda?



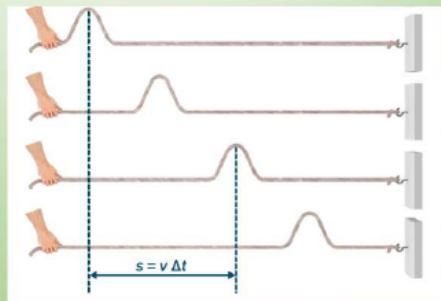
Uma onda:

- é a **propagação** de um **sinal num meio**
- transporta energia** ao longo do meio (sem transferência de matéria)
- a velocidade de propagação que depende das características do meio;
- num meio homogêneo, propaga-se com **módulo de velocidade constante**;

3

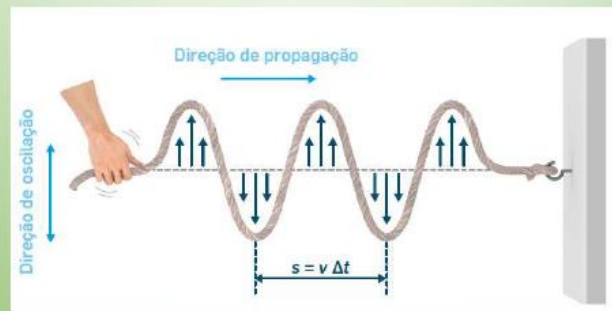
Velocidade de propagação da onda

$$v = \frac{s}{\Delta t}$$



4

Onda Transversais e Longitudinais



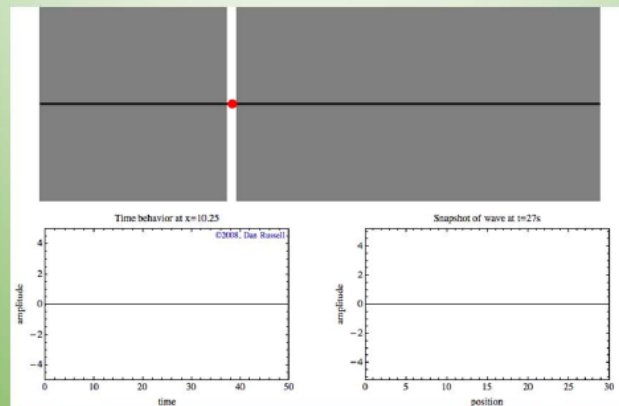
5

Onda Transversais e Longitudinais



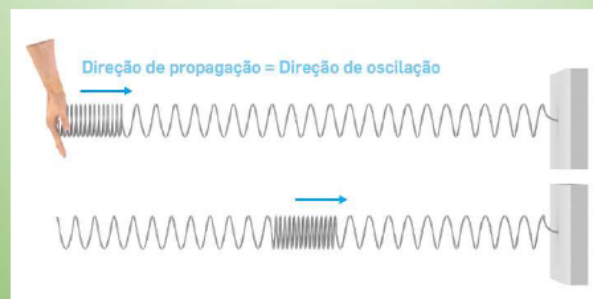
6

Ondas Transversais e Longitudinais.



7

Ondas Transversais e Longitudinais



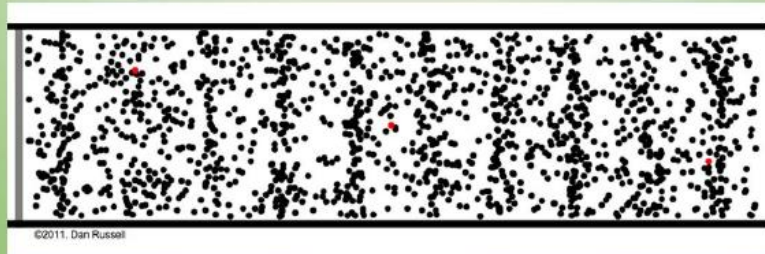
8

Ondas Transversais e Longitudinais



9

Ondas Transversais e Longitudinais



10

Ondas Mecânicas e Eletromagnéticas



- Necessitam de um meio material para se propagar.
- Podem ser transversais ou longitudinais.



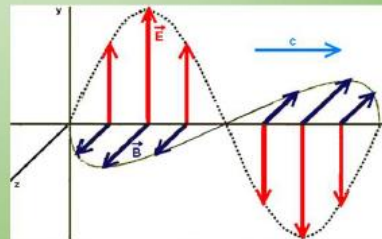
11

Ondas Mecânicas e Eletromagnéticas



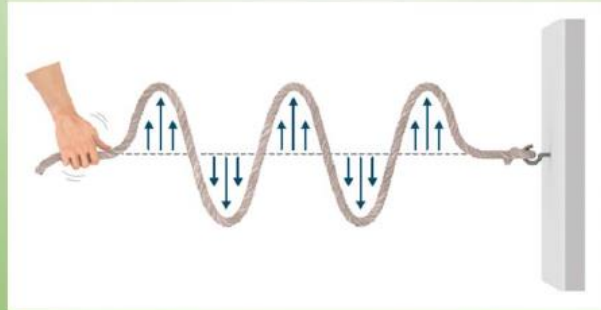
Wi-fi (ondas de rádio)

- Não necessitam de meio material para se propagar.
- São sempre ondas transversais.



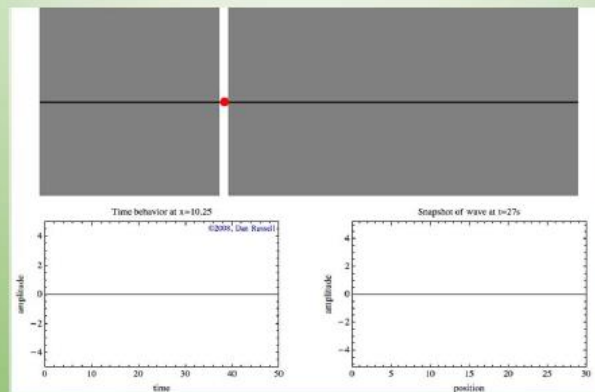
12

Periodicidade temporal



13

Periodicidade Temporal

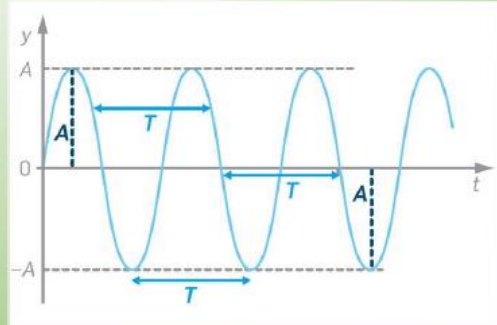


14

Periodicidade Temporal

T (s): Período de Oscilação
A (m): Amplitude de Oscilação
f (Hz): frequência de oscilação

$$f = \frac{1}{T}$$



15

Sinal Harmónico (ou Sinusoidal)

Equação de Sinal Harmónico (ou Sinusoidal):

$$y(t) = A \text{ sen}(\omega t)$$

Unidades SI:

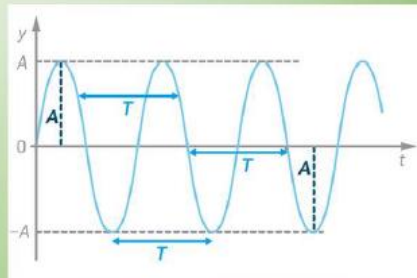
y – alongação (m)

A – amplitude (m)

t – tempo (s)

ω – frequência angular (rad/s)

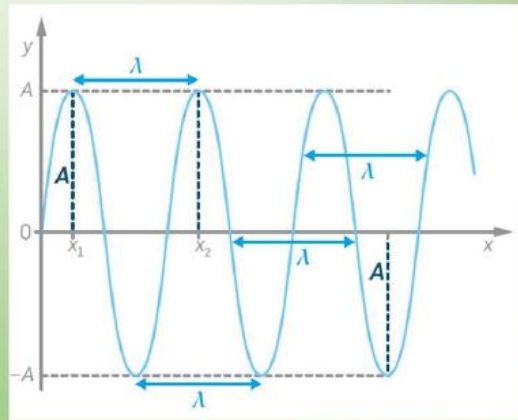
$$\omega = \frac{2\pi}{T} = 2\pi f$$



16

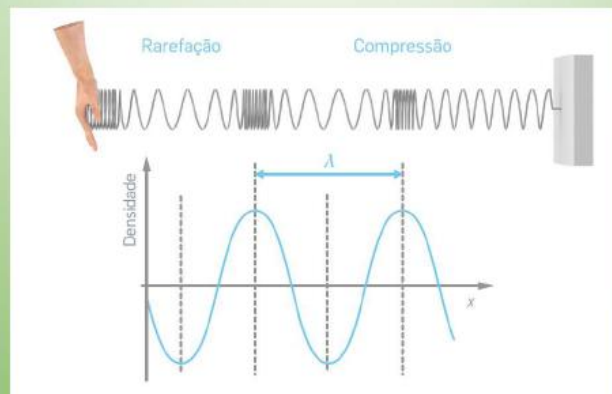
Periodicidade Espacial

λ (m) : Comprimento de onda



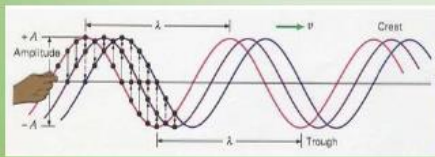
17

Periodicidade Espacial



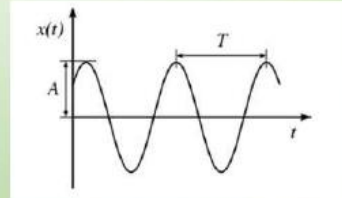
18

Periodicidade temporal e espacial de ondas harmónicas



Periodicidade Espacial

Comprimento de Onda (λ)
 Distância entre dois pontos consecutivos no mesmo estado de vibração;
 Unidade SI: m



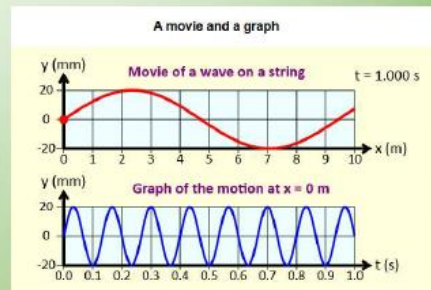
Periodicidade Temporal

Período(T)
 Intervalo de Tempo em que qualquer ponto do meio executa uma oscilação completa; Duração de um ciclo;
 Unidade SI: s

19

Simulações - “A movie and a graph”

http://physics.bu.edu/~duffy/HTML5/wave_movie_and_graph.html



20

Frequência, Comprimento de Onda e Velocidade de propagação

Num meio homogêneo, o módulo da velocidade (v) de uma onda mantém-se constante;

Nessas circunstâncias, o comprimento de onda (λ) e o período (T) são inversamente proporcionais:

$$\lambda = vT \Leftrightarrow \lambda = \frac{v}{f}$$

Unidades SI:

λ (m)

v (m/s)

f (Hz)

21

Ondas harmónicas e Ondas Complexas



22

Ondas harmônicas e ondas complexas

Energia de um sinal harmônico: aumenta com a amplitude e com a frequência do sinal.

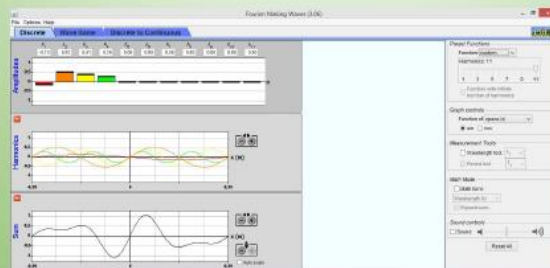
Intensidade da onda: energia transportada por unidade de tempo e por unidade de área, perpendicular à direção de propagação.



23


Simulação: “Fourier: Making Waves”

<https://phet.colorado.edu/en/simulation/fourier>



24

Anexo 18 – Apresentação de Apoio – Sinais e Ondas (II)






Sinais e Ondas (II)

Física e Química A – 11º ano

1

O som como onda de pressão



Sinais Sonoros: Tem origem na vibração de um objeto que faz com que as partículas do ar entrem em oscilação, produzindo uma onda sonora.

2

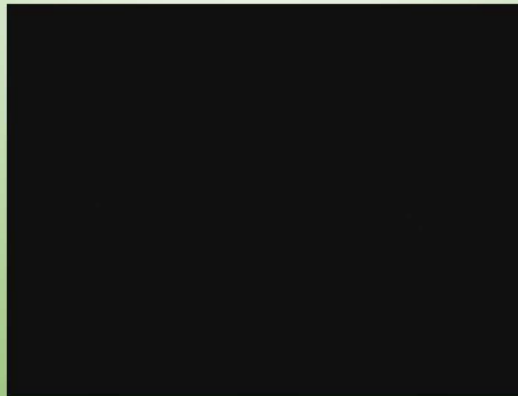
O som como onda de pressão



Origem do Sinal Sonoro	Oscilação de cordas	Vibração de colunas de ar.	Vibração de partes metálicas, de madeira, ou de pele do instrumento.
------------------------	---------------------	----------------------------	--

3

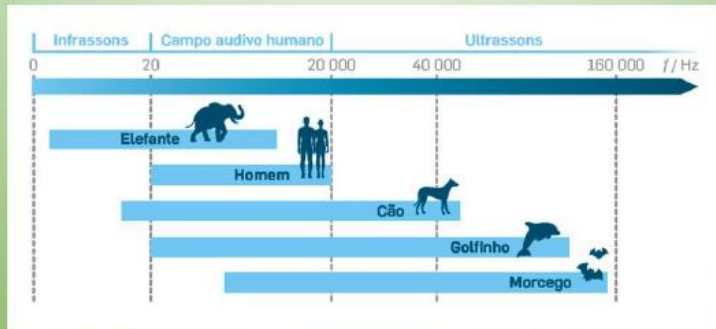
O som como onda de pressão



4

O som como onda de pressão

O espectro sonoro



5

O Som com onda de pressão



Mostrador de um SONAR



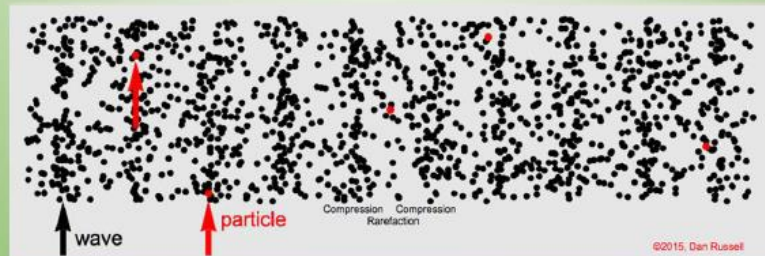
CBR2



Imagem obtida em ecografia

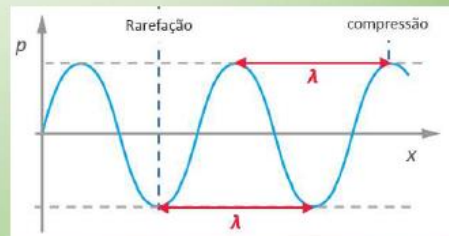
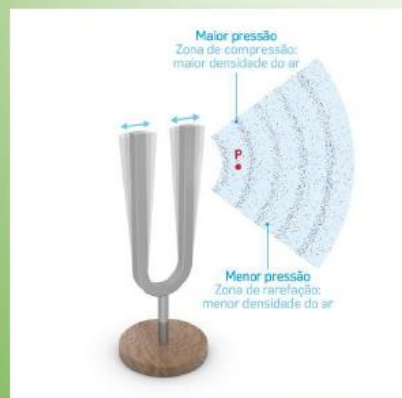
6

O som como onda de pressão



7

O som como onda de pressão



Direção de oscilação \longleftrightarrow Direção de propagação \longrightarrow

8

O som como onda de pressão

Varição de Pressão numa onda Sonora:

$$P(t) = P_0 \text{sen}(\omega t)$$

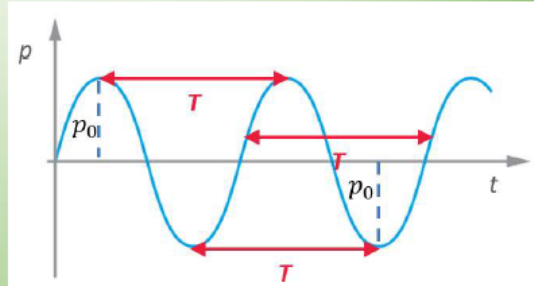
Unidades SI:

$P(t)$ – pressão no instante t num ponto, em relação a um valor de referência (Pa)

P_0 - amplitude de pressão (Pa)

ω – frequência angular (rad/s)

t – tempo (s)



9

O som como onda de pressão

Velocidade do Som

Meio Material	Temperatura / °C	Velocidade / m s ⁻¹
Granito		6000
Aço		5790
Água do mar	20	1522
Água		1482
Ar	15	340
	30	349

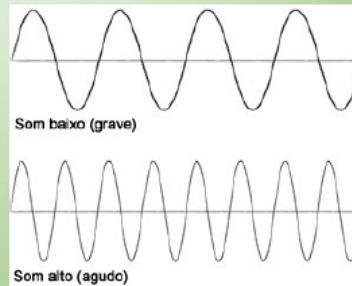
10

O Som como onda de pressão

Altura do Som

Som grave (baixo)
frequência menor (período maior)

Som agudo (Alto)
frequência maior (período menor)



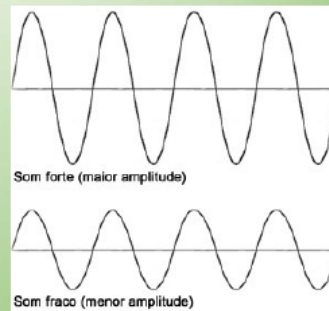
11

O Som como onda de pressão

Intensidade do Som

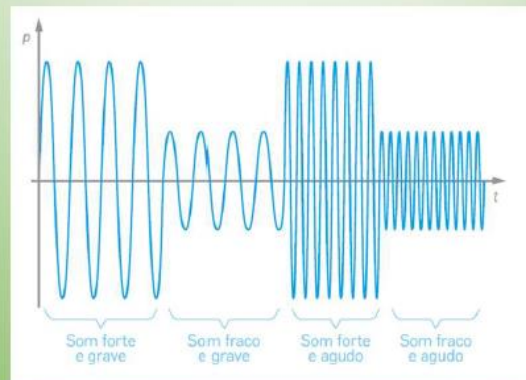
Som forte (maior intensidade)
Maior Amplitude

Som fraco (menor intensidade)
Menor Amplitude



12

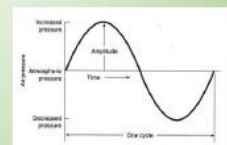
O som como onda de pressão



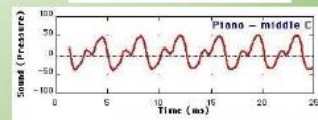
13

O Som como onda de pressão

Sons Puros: sons cujas ondas têm uma única frequência



Sons Complexos: sons resultantes da sobreposição de várias ondas



-Sons Musicais

-Ruído



14

O Som como Onda de Pressão



15

O Som como onda de pressão

Sinal elétrico decorrente da conversão do sinal sonoro num microfone, visualizado através de um osciloscópio:



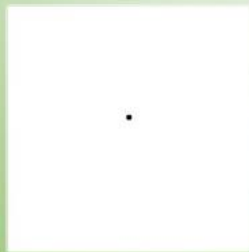
16

Efeito Doppler



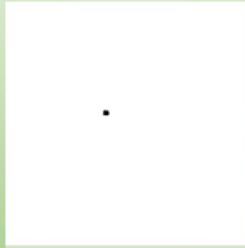
17

Fonte movendo-se com $v_s = c$



18

Fonte movendo-se com $v_s > c$



19

Anexo 19 – Notas de Apoio à lecionação (Sinais e Ondas)

Sinais e Ondas – PPT

Notas de apoio à lecionação

1º PPT

Nº do Diapositivo	Notas de apoio
Aula 1	
1	Um sinal é uma perturbação que produz alteração de uma propriedade física. (De curta duração, denomina-se pulso.) A propagação do sinal origina uma onda, na qual existe transferência de energia, mas não de matéria.
2	Um exemplo destes 2 conceitos, pode ser encontrado, por exemplo, na queda de uma gota de água na superfície de um lago. No ponto em que a gota cai, há uma perturbação – sinal - que se traduz na oscilação da água em torno de uma posição de equilíbrio (nível da água). A energia associada à oscilação é transferida à vizinhança, a qual começa também a oscilar. A propagação deste sinal, constitui a onda. Globalmente não há transporte de água do ponto inicial para os restantes, mas sim do sinal.
3	Questionar os alunos: Que tipo de sinal é este?
4	O módulo da velocidade de propagação da onda, v , é dado pelo quociente entre uma distância qualquer a que a onda se propaga, s , e o tempo da propagação, Δt .
5	A imagem apresentada é exemplo de uma onda onde a direção da oscilação das partículas da corda é perpendicular à direção de propagação do sinal, pelo que esta onda é classificada de onda transversal. O cálculo da velocidade é efetuado de forma semelhante ao caso anterior.
6	As ondas sísmicas tipo S, ondas secundárias, as quais se propagam apenas em sólidos, são exemplo de ondas transversais.
7	Evidenciar o facto de tanto este caso, como os 2 anteriores serem de ondas periódicas. Uma onda periódica é aquela que resulta da emissão repetida de um sinal em intervalos regulares.
8	Na mola da figura agora apresentada, a direção de oscilação coincide com a direção de propagação. Trata-se de uma onda longitudinal.
9	As ondas sísmicas P, primárias, são exemplo de ondas longitudinais.
10	O som é também exemplo da propagação de um sinal que origina ondas longitudinais, as ondas sonoras.
11	Nos exemplos anteriores, as ondas são produzidas por oscilações em meios materiais. São por isso ondas Mecânicas.
12	Contrariamente às ondas produzidas numa corda (ou às ondas sonoras produzidas pelas nossas cordas vocais), as ondas eletromagnéticas não necessitam de um meio material para se propagar. Destas ondas são exemplo, o Wi-fi (ondas rádio) e as Micro-ondas.
13	Propagação de onda numa corda, em consequência da repetição da oscilação da mão na extremidade da corda. Onda periódica (Propagação de sinal periódico) – tem características que se repetem no espaço e no tempo. Fonte emissora da onda é onde se cria a perturbação, ou seja, o sinal cuja propagação origina a onda. Neste caso será a mão, a fonte.
14	Exemplo de onda periódica. Focar atenção dos alunos no gráfico da esquerda, para a repetição das cristas da onda (e restantes partes) no tempo.

15	<p>O tempo de uma oscilação completa da mão, ou seja, da fonte emissora, é chamado período de oscilação, T.</p> <p>O gráfico $y(t)$ da imagem, descreve o sinal que originou a onda e evidencia a periodicidade temporal da onda: repetição em intervalos de tempo iguais a um período.</p> <p>A amplitude corresponde, neste caso, ao máximo afastamento da mão da posição de equilíbrio.</p>
16	<p>A onda periódica produzida por um sinal como o da imagem anterior, é descrita matematicamente por uma função seno ou cosseno. Este tipo de sinais denomina-se harmónico (ou sinusoidal), e a sua propagação origina uma onda sinusoidal. Relembremos que w é a frequência angular, a qual corresponde ao quociente: (...)</p>
Aula 2	
17	<p>A periodicidade da onda revela-se tanto no tempo como no espaço. Tal como as oscilações, que se repetem no tempo, o perfil de onda também se repete no espaço, em distâncias múltiplas de um comprimento de onda.</p> <p>O comprimento de onda (λ) corresponde à distância que a onda se propaga num período. Podendo ser medido (num gráfico $Y(x)$) como a distância entre quaisquer dois pontos consecutivos do gráfico, no mesmo estado de vibração, tal como podemos ver na imagem.</p>
18	<p>Nas representações gráficas de $y(x)$ (ou de $y(t)$), y é a grandeza que corresponde à propriedade física alterada num ponto do meio (perturbação). Não tem por isso que ser uma posição, como nas ondas de uma corda, podendo ser, por exemplo, uma pressão, ou uma densidade como no exemplo acima. Neste caso temos uma onda longitudinal produzida a partir de um sinal harmónico que se propaga numa mola. São visíveis zonas de maior densidade de espiras, de compressão, e de menor densidade de espiras, de rarefação, as quais vão alternando ao longo do tempo.</p>
19	Síntese dos conteúdos até ao momento.
20	<p>Uso da simulação para demonstrar a periodicidade temporal e espacial de uma onda. Questionar os alunos quanto ao comprimento de onda e o período da onda que vêem (sem a parte de baixo da simulação visível, na qual estão esses dados.)</p>
21	<p>(...) Módulo da velocidade de propagação da onda: 1. depende das características do meio e pode depender da frequência. 2. o módulo da velocidade máxima de propagação de um sinal é o da velocidade da luz no vázio: $3,00 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}$.</p>
22	<p>Sinais complexos não são descritos por uma só função harmónica, mas sim por uma sobreposição de funções harmónicas. São exemplos de sinais complexos os sons emitidos pelos instrumentos musicais. Um sinal complexo periódico pode sempre ser decomposto em sinais harmónicos, tal como podemos ver na imagem.</p>
23	<p>A energia transportada por uma onda é também tema de particular interesse, não fossem os tsunamis e os sismos fenómenos particularmente destrutivos e temidos no nosso planeta. A energia transportada por uma onda (sísmica, tsunami...) depende da energia da fonte emissora. Se a fonte gerar um sinal harmónico (exemplo: tina de ondas na imagem), a energia do sinal harmónico.... Intensidade de onda.... À medida que aumenta a distância à fonte emissora, a altura das cristas vai diminuindo, o que significa que a intensidade da onda é cada vez menor. (Relacionar com as ondas sísmicas; epicentro...)</p>

24	Usar a simulação para demonstrar a criação de sinais complexos a partir da sobreposição de ondas harmônicas de diferente intensidade.
----	---

2º PPT

Nº do Diapositivo	Notas de apoio
Aula 3	
1	-
2	A parte da física que estuda o som denomina-se acústica. Os sinais sonoros têm origem na vibração de um objeto que faz com que as partículas de ar entrem em oscilação, produzindo a onda sonora. A onda sonora é uma onda mecânica: é produzida pela oscilação de uma porção de um meio material elástico, um meio cujas partes oscilam quando sofrem deformação.
3	Os sinais sonoros produzidos pelos instrumentos musicais resultam assim da oscilação de diferentes “objetos”. Os quais podem ser, por exemplo: (tabela na imagem)
4	Se o som é uma onda mecânica, precisa então de um meio para se propagar. O que pensam então que irá acontecer ao som de uma campainha em funcionamento, se for colocada no interior de uma campânula, à qual é progressivamente removido o ar? (questionar os alunos) Mostrar o vídeo.
5	O espectro sonoro apresenta o intervalo de frequências audíveis pelo ser humano. A nossa espécie apenas é sensível a ondas sonoras de frequências entre cerca de 20 e 20 000 Hz, sendo que a sensibilidade às frequências altas diminui com a idade. Outros animais, como o cão, o morcego, o golfinho e outros animais, conseguem captar um espectro muito mais amplo de sinais sonoros, razão pela qual, muitos dos aparelhos elétricos repelentes de animais indesejados funcionam através da emissão de sons em frequências inaudíveis para o ser humano. (mas ouvidas pela espécie a repelir). Os sons de frequência inferior ao campo auditivo humano são denominados infrassons, sendo os sons de frequência superior a este campo denominados ultrassons. Um exemplo de aplicação destes últimos é o sonar, o CBR (usado nas A.L.'s), bem como os dispositivos de ecografia, os quais utilizam o eco dos sons por eles emitidos, para obter a posição de um determinado ponto (ou superfície).
6	Questionar os alunos: Sabem qual o princípio base de funcionamento dos instrumentos apresentados? Um exemplo de aplicação destes últimos é o sonar, o CBR (usado nas A.L.'s), bem como os dispositivos de ecografia, os quais utilizam o eco dos sons por eles emitidos, para obter a posição de um determinado obstáculo (ou corpo).
7	A propagação de uma onda sonora num fluido (um gás ou um líquido) é semelhante à propagação de uma onda longitudinal numa mola, pelo que a onda sonora é longitudinal. Observemos na imagem as zonas de compressão e rarefação, semelhantes às zonas de maior e menor densidade de espiras no exemplo da mola, bem

	como as partículas a vermelho, cuja direção de oscilação é a mesma que a direção de propagação da onda, característica das ondas longitudinais.
8	Quando se bate com um pequeno martelo nas hastes do diapasão, estas vibram, dando origem a um sinal sinusoidal, cuja propagação origina uma onda sonora denominada som puro. As camadas de ar em redor do diapasão passam a vibrar em torno de uma posição de equilíbrio. Em consequência da elasticidade do meio, esse movimento é comunicado às camadas de ar vizinhas e assim sucessivamente. Na imagem podemos observar zonas de maior pressão (compressão) e de menor pressão (rarefação). A distância entre duas zonas consecutivas de compressão, ou rarefação, é igual ao comprimento de onda. Questionar os alunos: qual o movimento efetuado pela partícula P, uma partícula de ar, em consequência da propagação do sinal sonoro? Vai para a esquerda? Para a direita?
9	O som é uma onda de pressão pois a sua propagação origina variações de pressão no espaço e no tempo. A função $p(t)$, uma função sinusoidal, representa a oscilação da pressão em relação à pressão de referência, evidenciando a periodicidade temporal da onda sonora, num determinado ponto do meio.
10	Questionar os alunos: Já pensaram por que razão, nos filmes de cowboys, os personagens colocam o ouvido sobre os carris de caminhos de ferro, para ouvir se vem um comboio? A velocidade com que o som se propaga depende do meio de propagação, bem como da temperatura: quanto mais facilmente se realizar a transferência de energia no meio, mais rapidamente a onda se propaga. Como vimos no vídeo da campainha, o som não se propaga no vazio, pois neste não há matéria que possa oscilar.
11	A Altura do Som está relacionada com a variação da frequência da vibração (n° de vibrações). Um som grave (baixo) apresenta uma frequência menor que um som agudo (alto).
12	A Intensidade do som está relacionada com a variação da amplitude da vibração. Um Som forte terá maior amplitude que um som Fraco.
13	Imagem exemplificativa dos conteúdos.
14	Temos ainda uma terceira característica do som: o Timbre, a qual é resultado da sobreposição das diversas frequências produzidas na fonte. O timbre permite-nos distinguir, por exemplo, os sons produzidos por 2 instrumentos que tocam (aparentemente) a mesma nota, ou o som de diferentes vozes. As ondas cujas representações gráficas vimos até ao momento eram de sons puros: sons cujas ondas têm uma única frequência. A maior parte dos sons que ouvimos no nosso dia a dia são sons complexos: sons resultantes da sobreposição de várias ondas. Estes sons complexos, tanto podem ser periódicos (ex: os sons dos instrumentos musicais), como não periódicos (ruído).
15	Para analisar os sons podemos transformar o sinal sonoro num sinal elétrico com as mesmas características, o que é feito num microfone. Com um altifalante é possível converter um sinal elétrico num sinal sonoro, com as mesmas características.
16	Ligando o microfone a um osciloscópio, visualizamos no ecrã um sinal elétrico com as características do sinal sonoro.

	(Exemplificar em seguida com o som produzido pelo Bongo, Voz e Diapasão, através de um microfone ligado ao computador, por intermédio do Osciloscópio Virtual Soundcard Oscilloscope.)
--	--

Anexo 20 – Ficha de Trabalho: Sinais e Ondas

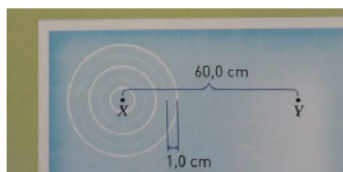
Física e Química A – Ano Letivo 2018/ 2019

Ficha de Trabalho

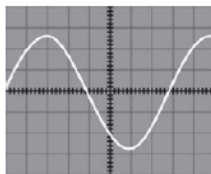
1. Durante 0,010 s subiu-se e desceu-se a extremidade de uma corda comprida e esticada. Isso originou uma onda pulsada na corda. O pulso propagou-se com velocidade de 10 m/s.



- 1.1. Qual é o comprimento de corda que, em cada instante, se encontra sujeito à perturbação?
 - 1.2. Em que instante, após se ter iniciado a perturbação no início da corda, um ponto a 2,0 m recebeu o sinal? E em que instante deixou esse ponto de ter a perturbação?
Apresente todas as etapas da resolução.
2. O esquema seguinte, que não está à escala, representa a propagação de sinais à superfície da água de uma piscina, produzidos por uma fonte que vibra com uma frequência de 6,0 Hz, localizada no ponto X. As linhas a tracejado representam pontos da água que nesse momento apresentam o mínimo de alongação.



- 2.1. Diga se se trata de uma onda do tipo transversal ou longitudinal.
 - 2.2. A figura demonstra a periodicidade especial ou temporal da onda? Justifique.
 - 2.3. Determine o intervalo de tempo, em segundos, para que uma onda percorra a distância (d) da fonte X até ao ponto Y, que dista de X 60,0 cm.
 - 2.4. Considere que a onda produzida entra numa zona da piscina de menor profundidade. Indique, justificando, se a frequência de vibração se altera ou não.
3. As oscilações mecânicas podem ser analisadas num osciloscópio, se antes forem convertidas em sinais elétricos.

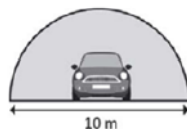


- 3.1. Na figura representa-se o sinal obtido no ecrã de um osciloscópio quando os comutadores da escala de tensões (vertical) e da base tempo (horizontal) estavam, respetivamente, nas posições 0,5 V/div e 0,5 ms/divisão.
Qual é a frequência do sinal observado?

3.2. O sinal observado, $U(t)$, em que U é a tensão e t o tempo, pode ser representado por uma expressão algébrica. Escreva a expressão que traduz o sinal observado.

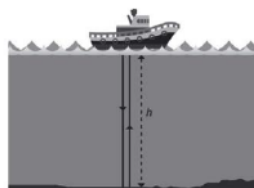
4. Apitar num túnel pode ser perigoso. Há frequências que originam em sistemas físicos ondas chamadas estacionárias que, ao amplificar-se, podem danificar estruturas. Se uma estrutura tiver uma dimensão igual a metade do comprimento de onda essa situação pode ocorrer.

A figura abaixo mostra um carro num túnel com um arco semicircular de diâmetro 10m. O arco é de um betão onde a velocidade do som é $2,5 \cdot 10^3$ m/s.



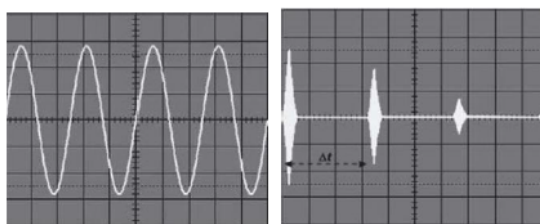
Determine a frequência de uma buzina de automóvel que, continuamente apitada, poderia provocar danos no arco do túnel. Apresente todas as etapas de resolução.

5. Uma onda sonora de frequência 960 Hz é emitida para o ar, onde a sua velocidade é de 340 m/s. A onda passa para a água, onde a velocidade é de 1450 m/s. Determine o valor do comprimento de onda na água.
6. Num sonar existe um emissor, que envia um sinal, e um recetor, que recebe o sinal refletido. Com ele pode construir-se imagens dos fundos marinhos ou ficar-se apenas pela medida de distâncias. No sonar há um ângulo diferente de zero entre a direção de emissão e a de receção, mas, como esse ângulo é muito pequeno, as direções de emissão e de receção podem considerar-se verticais.



Com o sonar que se esquematiza na figura mede-se a profundidade do fundo marinho. A frequência do sinal usado é de 20 kHz. Considere um valor de aproximadamente 7,5 cm para o comprimento de onda.

(Nota: em situações reais o comprimento de onda é variável, pois depende de vários fatores, como a temperatura, a densidade, e outros.)



- 6.1. Para confirmar a frequência do som emitido pelo sonar usou-se um osciloscópio onde se observou o sinal. A figura acima (à esquerda) apresenta o ecrã obtido. A escala horizontal do osciloscópio, do tempo, é:

- (A) 0,1 ms/div.
- (B) 50 μ s/div.
- (C) 20 μ s/div.
- (D) 10 μ s/div.

6.2. Para se medir distâncias, não se usa um sinal contínuo, em vez disso, em intervalos de tempo regulares, são emitidos pulsos de curta duração (o sinal é pulsado). É emitido um pulso e observam-se sinais refletidos, e depois é emitido um novo pulso.

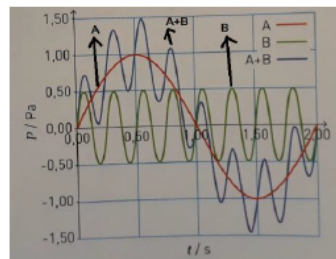
A figura acima (direita), mostra o que se observou no ecrã do osciloscópio quando o sonar enviou um sinal para o fundo marinho. O primeiro sinal é o enviado e os seguintes são os ecos obtidos. A base tempo utilizada foi de 10 ms/div.

6.2.1. Determine a duração de cada pulso enviado.

6.2.2. Determine a profundidade, h , do fundo marinho. Apresente todas as etapas de resolução.

6.2.3. Conclua, justificando, por que se observam três ecos e com amplitudes sucessivamente menores do que as do sinal enviado pelo emissor.

7. A figura representa três ondas sonoras num meio gasoso, sendo uma delas produzida por um instrumento musical.



7.1. O que pode concluir da relação entre a onda de cor azul e as restantes ondas e como se designa?

7.2. Das afirmações seguintes, indique a verdadeira.

A. A onda de cor vermelha é o som fundamental e a onda de cor verde tem frequência oito vezes superior à de cor vermelha.

B. Das ondas de cor vermelha e de cor verde, a mais grave é a de cor verde.

C. As ondas de cor verde e de cor vermelha possuem a mesma altura.

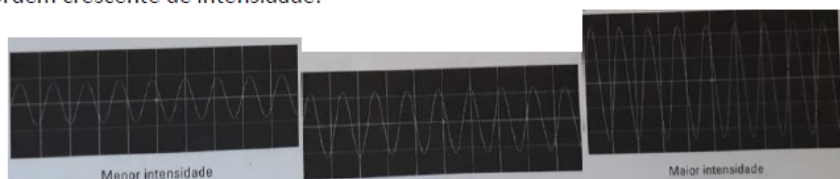
D. A onda de cor verde tem a mesma intensidade que a onda de cor vermelha.

7.3. Indique o comprimento de onda da onda de cor azul.

7.4. Sabendo que a velocidade do som vale 340,0 m/s, qual é a frequência da onda sonora emitida pelo instrumento musical?

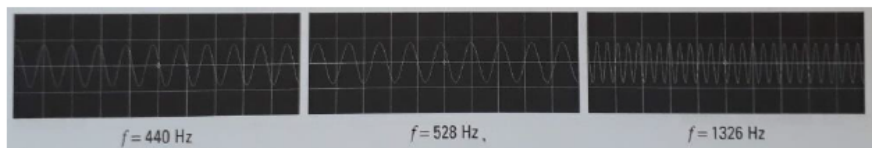
8. Para analisar as características do som, um grupo de alunos, na ausência de osciloscópio, utilizou um computador com software de edição de som, um microfone, um gerador de sinais e um altifalante. Na montagem experimental ligaram o microfone ao computador e o altifalante ao gerador de sinais e ensaiaram várias situações.

8.1. Na primeira situação escolheram uma frequência de 440 Hz no gerador de sinais e foram aumentando a intensidade do som emitido. Os resultados estão apresentados nos gráficos pro ordem crescente de intensidade.



Da análise dos gráficos, qual é a relação da intensidade com a amplitude da onda?

8.2. Na segunda situação o grupo manteve a intensidade do som fixa e foi aumentando a frequência do som emitido pelo gerador de sinais. Os resultados estão apresentados nos gráficos seguintes.

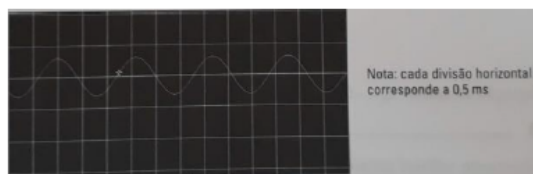


Como é que se relaciona a variação da frequência do som emitido, com os ciclos dos sinais obtidos no computador.

Qual foi a característica do som que o grupo analisou?

8.3. Na terceira situação usaram diferentes instrumentos musicais e a voz de um aluno. Tocaram a mesma nota e analisaram os sinais obtidos no computador. Qual a característica do som que o grupo analisou?

8.4. Os alunos colocaram o gerador na posição de 628 Hz. Na figura está o sinal obtido no software de edição de som.



8.4.1. Indique o período do sinal.

8.4.2. Calcule o erro percentual da frequência determinada experimentalmente.

8.5. Com um adaptador de dois canais, os alunos ligaram 2 microfones ao computador, colocaram-nos bem alinhados em frente ao altifalante e geraram uma onda sonora de 440 Hz. Em seguida afastaram um dos microfones. O grupo fez o seguinte registo de observações:

No início, quando os microfones estavam alinhado, os dois sinais estavam praticamente sobrepostos. Quando se afastou lentamente um dos microfones, as ondas começaram a ficar desfasadas e para a distância de 77,73 cm as ondas voltaram a sobrepor.

8.5.1. A que grandeza física corresponde a distância obtida, quando os máximos dos sinais ficaram novamente alinhados?

8.5.2. Determine a velocidade do som emitido pelo gerador da onda sonora.

Anexo 21 – A.L. 2.1. – Características do Som

Física e Química A – Ano Letivo 2018/ 2019

A.L. 2.1 – Características do som

Grupo	Parte 1	Parte 2	Parte 3	Parte 4
1	A	A	B	B
2	A	A	B	B
3	B	B	A	A
4	B	B	A	A

A – procedimento do manual

B- procedimento alternativo (computador)

Objetivo: Investigar características de um som (frequência, intensidade, comprimento de onda, timbre), a partir da observação de sinais elétricos resultantes da conversão de sinais sonoros.

Questão Problema: Qual a base das tecnologias de reconhecimento de voz usadas, por exemplo, em *smartphones* e *tablets*?

Procedimento B – 1. Medição de períodos e frequências

Material:

Computador com programa *Soundcard Scope*.

Procedimento:

1. Ligue o computador e inicie o programa. Deverá ver uma janela semelhante à da figura 1.
2. Clique sobre o separador *Signal Generator*. Na janela do mesmo (figura 2), na coluna para o canal 1, defina:

Tipo de Sinal: Sine

Amplitude: 0,5 (metade da amplitude máxima disponível)

Frequency: 1000 Hz

Send to Scope: CH1

3. Em seguida clique em *On* e abra o separador *Settings*, definindo:

Output: Scope Loopback

Input: Scope Loopback

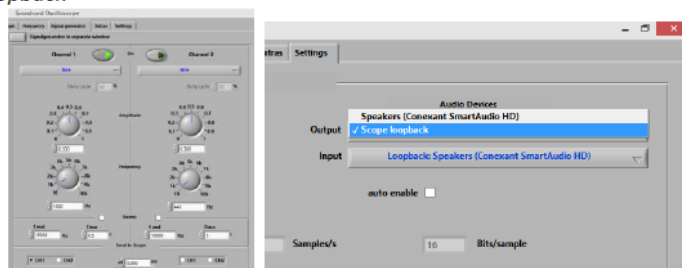


Figura 3 e 4

Dezembro de 2018

- Volte ao separador Oscilloscope. No mesmo, defina um valor para a base tempo e para a amplitude do sinal (por divisão) que lhe permita observar um ou dois ciclos no ecrã. Registe o valor da maior divisão da escala horizontal, bem como o período do sinal.

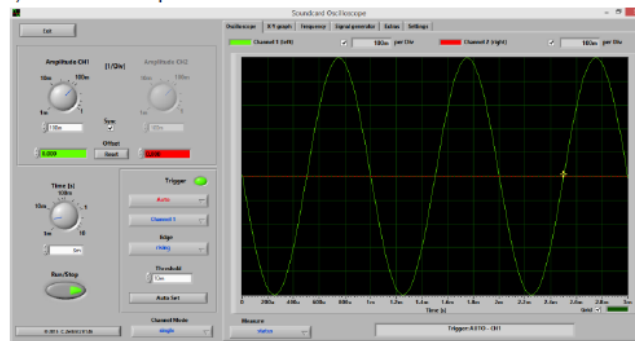


Figura 5

Procedimento B – 2. Audição e limites de audição

Material:

- Computador com programa *Soundcard Scope*.
- Colunas
- Auscultadores

- Ligue uma coluna à saída de auscultadores do computador.
- Clique no separador *Settings*, definindo:

Output: *Altifalantes*

Input: *Scope Loopback*

Através do *Signal Generator*, defina uma frequência de 800 Hz. Escolha: **Send to Scope: CH1**

- Varie a amplitude do sinal no *Signal Generator*, observando-o em seguida no separador *Oscilloscope*. Relacione as amplitudes dos sons escutados com as amplitudes dos sons visualizados no osciloscópio de som.
- Ajuste a base tempo do sinal variando a *Duração* do mesmo de forma a observar um máximo de dois ciclos completos no osciloscópio. Meça os períodos, calcule as frequências e compare-as com as selecionadas no *gerador de tom*.
- Repita os passos 2 e 3 para um som mais grave, em seguida para um som mais agudo que o inicial.
- Ligue agora os auscultadores computador, na entrada onde anteriormente estavam conectadas as colunas. Um dos elementos do grupo deve colocar os auscultadores, enquanto outro define uma frequência de 1 kHz no *Signal Generator*, ajustando o volume do sinal para que ele seja claramente audível.
- Sem alterar a intensidade e a partir de 1kHz, um dos elementos do grupo deve selecionar frequências cada vez menores, e em seguida frequências cada vez maiores, sem que o colega com os auscultadores saiba qual a frequência selecionada. Registe a frequência mínima e a frequência máxima que o elemento do grupo com os auscultadores conseguiu ouvir, que são os seus limiares de audição. Faça o mesmo registo para outro aluno.

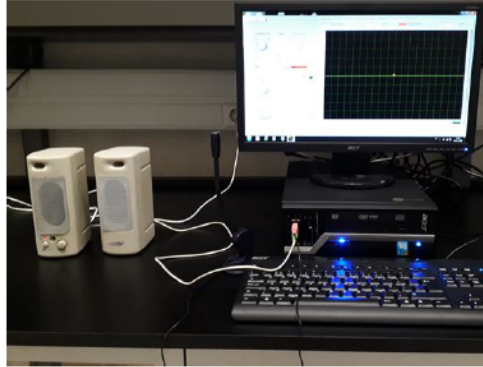


Figura 6: Colunas conectadas ao computador (munido de software *Soundcard Oscilloscope*)

Procedimento B – 3. Tipos de sinais

Material:

- Diapasão.
- Computador com programa *Soundcard Scope*.
- Microfone

1. Ligue um microfone à entrada para microfones do computador (entrada cor-de-rosa).
2. Desligue o gerador de sinais, escolhendo o Separador *Signal Generator* e clicando em *On* (caso ainda esteja ligado).
3. Clique no separador *Settings*, definindo:

Output: Scope Loopback

Input: Front Mic (Realtek High Definition Audio)

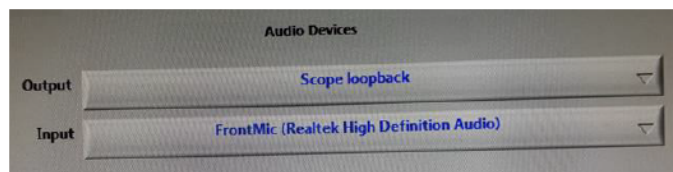


Figura 6:Output e Input definidos no separador Settings.

3. Produza um sinal sonoro com um diapasão, em frente ao microfone. Visualize as características do sinal separador *Oscilloscope*. Para tal, defina um valor para a base tempo e para a amplitude do sinal (por divisão) que lhe permita observar um ou dois ciclos no ecrã.

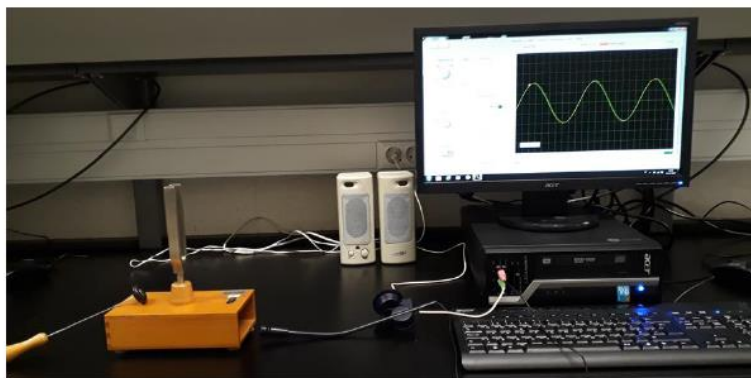


Figura 7: Montagem experimental para o estudo dos Tipos de Sinais.

4. Varie a intensidade do som percutindo o diapasão com mais ou menos força e veja como variam as amplitudes do sinal.

5. Registe a frequência indicada no diapasão. Determine o período do sinal elétrico visualizado e calcule a sua frequência.

6. Emita sons direcionados para o microfone, por exemplo letras, palavras, assobios e visualize os respetivos sinais. Compare os sinais produzidos por diferentes alunos que emitem sons semelhantes.

Procedimento B – 4. Medição direta do comprimento de onda.

Material:

-Computador com software *Soundcard Scope* instalado.

-Microfone;

-Altifalante/Coluna

-Fita métrica

1. Ligue o computador, conecte um altifalante e um microfone ao computador e inicie o programa.
2. Clique sobre o separador *Signal Generator*. Na janela do mesmo (figura 2), na coluna para o canal 2, defina:

Tipo de Sinal: *Sine*

Amplitude: *0,5* (metade da amplitude máxima disponível)

Frequency: *1000 Hz*

Send to Scope: *CH2*

3. Em seguida clique em *On* e abra o separador *Settings*, definindo:

Output: *Altifalantes*

Input: *Front Mic*

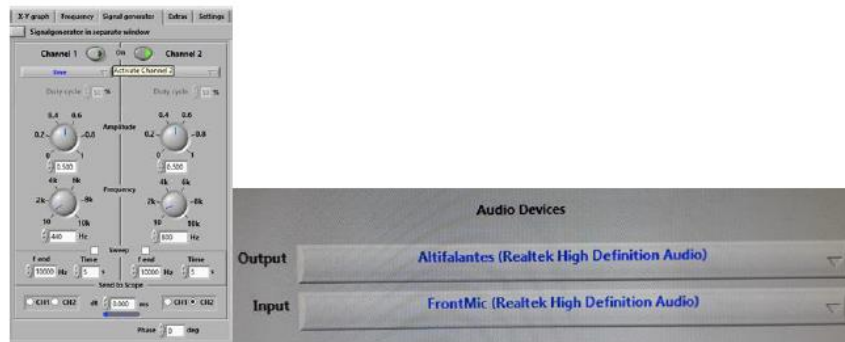


Figura 8 e 9: Janela do signal generator e Input/Output definidos no separador Settings, respetivamente.

4. Volte ao separador *Oscilloscope*. Defina um valor para a base tempo e para a amplitude do sinal (por divisão) que lhe permita observar um ou dois ciclos no ecrã.
5. Ative os 2 canais, retirando a seleção de *Sync*. Defina o *Trigger* como *Auto* e selecione-o para o canal 2.
6. Ajuste a amplitude dos 2 canais (por divisão) de forma a possibilitar a observação quer do sinal captado pelo microfone (canal 1), como do sinal gerado pelo computador no gerador de sinais, canal 2.
7. Aproxime o microfone da coluna. Observe que os 2 sinais se encontram sobrepostos quando o microfone é colocado encostado à coluna de onde o sinal é emitido. (Figura 12) Se isso não acontecer, ajuste a posição do microfone até que haja sobreposição.

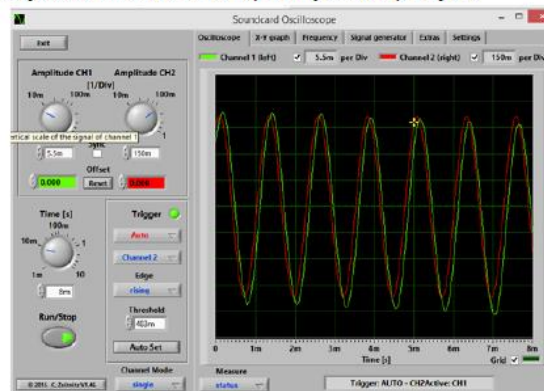


Figura 12: Janela do Separador Oscilloscope.

8. Afaste o microfone da coluna ao longo de uma régua (ou fita métrica), até que os sinais voltem a ficar sobrepostos. Meça a distância percorrida pelo microfone ao longo da régua. Esta é a distância a que a onda sonora se propagou num período, sendo por isso igual a comprimento de onda da onda sonora.

Questões Pós-Laboratoriais: Página 128 do manual.

Anexo 22 - Procedimento A: Algumas notas quanto à utilização do Osciloscópio e Gerador de Sinais

Física e Química A – Ano Letivo 2018/ 2019

Procedimento A

Algumas notas quanto à utilização do Osciloscópio e Gerador de Sinais

Osciloscópio – Iwatsu SS-5702A

- O Comutador **AC-GND-DC** não existe neste modelo. Temos em substituição 1 botão **GND** e um Botão **AC/DC**, o qual deve estar na posição **AC**. Deve clicar no botão **GND** para fazer coincidir o traço com uma linha horizontal da escala.



Figura 1 e 2: Controlos do CH1 e do *Trigger* do Osciloscópio.

- Se necessitar de uma escala vertical de valor inferior a 5 mV/Div, pode visualizar o sinal ampliado (5x) puxando na sua direção o botão **Position**.
- Não temos também presente um comutador **Trigger** neste modelo, ao invés temos o controlo **Sweep Mode**, com duas posições: **Auto/Norm**. O comutador deve ser colocado na Posição **Auto**.
- A ligação do microfone ao osciloscópio deve ser feita através de uma ponta de prova (ligada a um dos canais), de tal forma que o gancho da ponta assente abaixo da linha preta da entrada do microfone e o crocodilo assente acima da referida linha (figura 4 e 5).



Figura 3 e 4: Ligação do Microfone ao Osciloscópio (através da ponta de prova).

Gerador de Sinais: Kaise VC2002 – Function Signal Generator

- De forma a selecionar tipo de Sinal pretendido, clique em **Wave** e verifique se aparece o número **(1)** no ecrã, caso tal não se verifique, clique repetidamente no botão **Wave** até ver o **(1)** no ecrã do gerador. Por fim, clique em **Run**.
- Para ajustar a frequência do sinal, clique em **Range**. Irá observar um dado n^o no ecrã. Quanto maior o n^o (de 1 a 6), mais elevadas serão as frequências passíveis de selecionar. Para frequências da ordem de 1000Hz, escolha o n^o **4** clicando repetidamente no botão range. Por fim clique em **Run**. Usando o controlador **FADJ**, poderá ajustar a frequência, dentro do intervalo (Range) selecionado.
- Com o controlador **AADJ**, pode ajustar a intensidade do sinal.
- O controlador **DADJ** regula a inclinação do sinal. Verifique se o mesmo se encontra na posição intermédia, de forma a que o sinal sinusoidal não tenha nenhuma inclinação.



Figura 5: Gerador de sinais Kaise VC2002.

Gerador de Sinais: TopWard Function Generator 8110

- Para escolher o tipo de sinal, clique no botão com o desenho de uma onda sinusoidal, por debaixo de **Function** (Figura 6).
- De forma a escolher a frequência do sinal gerado, defina uma ordem de grandeza de frequências adequadas, clicando num dos botões localizados por baixo de **Range**. O valor da ordem de grandeza das frequências encontra-se indicado por cima de cada botão (figura 6). Para ajustar de forma precisa a frequência pretendida, use o controlador **Frequency**, do lado esquerdo do gerador.
- Para ajustar a amplitude do sinal, utilize o controlador **Amplitude**.



Figura 6: Gerador Topward 8110

- NA **parte 2** do trabalho: **Audição e Limites de Audição**, ao invés de utilizar um “T” para ligar simultaneamente o Gerador de Sinais e a Coluna, ligue o **Osciloscópio** através da entrada **Output** do Gerador de Sinais, ligando o **Altifalante** à entrada **Sync Output** do Gerador, tal como representado na figura 7.



Figura 7

Anexo 23 - A.L. 2.2 – Velocidade de Propagação do Som

Física e Química A – Ano Letivo 2018/ 2019

A.L. 2.2 – Velocidade de Propagação do Som

Objetivo: Determinação da velocidade de propagação de um sinal sonoro

Material:

-2 smartphones com a app PhyPhox instalada (usando a opção acoustic stopwatch);

-Fita métrica de 5m

-Termómetro

Questões pré-laboratoriais:

Página 129 do manual.

Procedimento:

Nesta experiência utilizamos funcionalidade Cronómetro Acústico da App *Phyphox* (figura 1). O cronómetro acústico utiliza o microfone do telemóvel para detetar um som que irá iniciar um cronómetro. A primeira vez que o som recebido exceda o valor definido em “limiar”, a medida do tempo é iniciada, sendo terminada quando a amplitude do sinal sonoro detetado exceder o limiar por uma segunda vez. O valor apresentado em *Tempo* corresponderá ao intervalo de tempo entre os dois eventos.



Figura 1

Pode ser definido um Intervalo Mínimo, de forma a evitar que o cronómetro seja parado antes do segundo som recebido, em consequência da sua duração ou de efeitos de reverberação.

1. Experimente bater palmas com o cronómetro acústico iniciado e veja como ele reage. Se o relógio se iniciar sem que tenha batido palmas, ou não se iniciar com as palmas, experimente aumentar ou reduzir o valor definido como Limiar e tente novamente.
2. Efetue a medição da temperatura ambiente, registando o valor da mesma na tabela 1.

1

Dezembro de 2018

3. Coloque uma marca no solo, na posição correspondente à localização do primeiro estudante (e o seu smartphone) – Marcação 1.
4. Meça, com o auxílio da fita métrica, uma distância de 7 m, em linha reta, desde a primeira marca. Coloque uma marcação na posição correspondente.
5. Marque, na mesma linha, as posições correspondentes a 6 m, 5m e 4m, relativamente à primeira marcação.
6. Enquanto um dos alunos (aluno A) se coloca sobre a marcação 1, com o seu smartphone como cronómetro acústico, o seu colega (aluno B) deve posicionar-se na marca dos 7 m, ambos munidos de smartphone com a funcionalidade cronómetro acústico seleccionada.

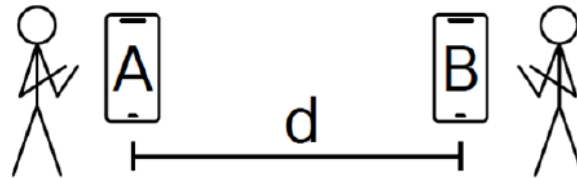


Figura 2

7. O aluno A produz um som forte (palmas, por exemplo), de forma a dar início à medição em ambos os telemóveis.
8. Enquanto o cronómetro dos dois telemóveis está ainda ativo, o 2º estudante (B), produz um segundo som (palmas) de forma a parar ambos os telemóveis.
9. Registe os valores obtidos em ambos os telemóveis na tabela 1, repetindo duas mais vezes o procedimento.
10. Efetue agora os passos 7 a 9 com o estudante B na marca de $d= 6, 5$ e 4 m, efetuando 3 medições em cada uma das marcas. Preencha a tabela 1 com os resultados obtidos.

Para repetir a experiência, limpe os dados e comece novamente.

Algumas notas:

Note que o smartphone B (na posição 7 m) irá iniciar a medição com um atraso igual ao intervalo Δt_D , correspondente ao tempo que o som demora a percorrer a distância, d , entre os dois telemóveis.

Novamente, o telefone mais distante do estudante que bate palmas, neste caso o telefone A, irá sofrer um atraso na paragem do cronómetro. Como tal, o telefone A, o qual começou a contagem Δt_D segundos mais cedo, parará Δt_D segundos mais tarde.

O telefone A mede então um tempo total Δt_A , igual a:

$$\Delta t_A = \Delta t_B + 2 \cdot \Delta t_d$$

Assim, podemos obter Δt_D a partir da diferença entre os dois intervalos de tempo medidos: Δt_A e Δt_B , obtendo a seguinte equação para a velocidade do som:

$$v = \frac{d}{\Delta t_d} = \frac{2d}{\Delta t_A - \Delta t_B} = \frac{2d}{\Delta t_{A-B}}$$

Registo e tratamento de dados

Tabela 1

Ensaio	1º	2º	3º	4º	5º	6º	7º	8º	9º	10º	11º	12º
$T(^{\circ}\text{C})$ (\pm)												
d (m) (\pm)												
Δt_A (s) (\pm)												
Δt_B (s) (\pm)												
Δt_{A-B} (\pm)												
$\overline{\Delta t_{A-B}}$ (\pm)												

Questões Pós-Laboratoriais:

1. A partir dos dados da tabela 1, construa um gráfico $d(\Delta t_{A-B})$ e efetue uma regressão linear, de forma a determinar o valor da velocidade do som no ar.
2. Determine o erro percentual do resultado obtido e avalie a sua exatidão.

Anexo 24 – Resultados do pré e pós teste

Resultados do pré e pós-teste

Questão 1 e 2 – Parte A

Tabela 1: Resultados do pré-teste na turma de teste

Produção e propagação do Som no ar	Turma Teste – Pré Teste		
	Questão 1 (% respostas)	Questão 2 (% respostas)	Q1 e Q2 corretas (%)
Modelo de Onda (Hipótese correta)	53	53	32
Modelo Intrínseco	16	32	
Modelo de Entidade	32	16	
Outra explicação	0	0	

Tabela 2: Resultados do pré-teste nas turmas de controlo

Produção e Propagação do Som no ar	Turmas Controlo – Pré Teste								
	Questão 1 (% respostas)			Questão 2 (% respostas)			Q1 e Q2 corretas (%)		
	C1	C2	C3	C1	C2	C3	C1	C2	C3
Modelo de Onda (Hipótese Correta)	86	78	62	82	87	71	73	74	43
Modelo Intrínseco	5	9	14	0	9	10	--		
Modelo de Entidade	9	13	24	18	4	19			
Outra explicação	0	0	0	0	4+	0			

Tabela 3: Resultados do pós-teste na turma de teste

Produção e propagação do som no ar	Turma Teste – Pós-Teste		
	Questão 1 (% respostas)	Questão 2 (% respostas)	Q1 e Q2 corretas (%)
Modelo de Onda (Hipótese Correta)	72	83	67
Modelo Intrínseco	11	0	
Modelo de Entidade	17	17	
Outra explicação	0	0	
Ganho de Hake	0,41	0,65	0,51

Tabela 4: Resultados do pós-teste nas turmas de controlo

Produção e Propagação do Som no ar	Turmas Controlo – Pós-Teste								
	Questão 1 (% respostas)			Questão 2 (% respostas)			Q1 e Q2 corretas (%)		
	C1	C2	C3	C1	C2	C3	C1	C2	C3
Modelo de Onda (Hipótese Correta)	65	80	78	83	65	96	57	52	74
Modelo Intrínseco	0	5	4	17	0	4	--		

Modelo de Entidade	35	15	17	0	35	0			
Outra explicação	0	0	0	0	0	0			
Ganho de Hake	-1,6	0,1	0,4	0,1	-1,7	0,85	-0,6	-0,9	0,55

Questão 3 – Parte A

Tabela 5: Resultados do Pré e Pós teste na turma de teste

Q3 – Propagação do som através de uma parede	Turma Teste – Pré Teste (% respostas)	Turma Teste – Pós-teste (% respostas)
Modelo de Onda (Hipótese correta)	32	56
Modelo Intrínseco	16	11
Modelo de Entidade	53	33
Outra explicação	0	0
Ganho de Hake	0,35	

Tabela 6: Resultados do Pré e Pós Teste nas turmas de controlo

Q3 – Propagação do Som através de uma Parede	Turmas Controlo					
	Pré-Teste (%)			Pós-Teste (%)		
	C1	C2	C3	C1	C2	C3
Modelo de Onda (Hipótese correta)	50	43	52	52	45	52
Modelo Intrínseco	18	22	5	17	20	9
Modelo de Entidade	32	26	43	30	22	39
Outra explicação	0	13	5	0	10	0
Ganho de Hake	-	-	-	0,04	0,03	0

Questão 1 e 2 – parte B

Tabela 7: Resultados do pré-teste na turma de teste

Objeto cujo movimento é descrito	Turma Teste – Pré Teste		
	Q1 - Partícula de Pó (% respostas)	Q2 - Chama da vela (% respostas)	Q1 e Q2 corretas (%)
Oscilação Longitudinal (Hipótese Correta)	26	37	16
Afastamento (apenas)	68	26	--
Aproximação	0	0	
Nenhum efeito	5	37	

Tabela 8: Resultados do pré-teste nas turmas de controlo

Objeto cujo movimento é descrito	Turmas Controlo – Pré Teste								
	Q1 - Partícula de Pó (% respostas)			Q2 - Chama da vela (% respostas)			Q1 e Q2 corretas (%)		
	C1	C2	C3	C1	C2	C3	C1	C2	C3
Oscilação Longitudinal (Hipótese Correta)	55	70	52	50	52	57	36	22	43
Afastamento (apenas)	32	23	48	23	22	29	--		
Aproximação	5	4	0	0	0	0			
Nenhum efeito	9	4	0	27	22	14			

Tabela 9: Resultados do pós-teste na turma de teste

Objeto cujo movimento é descrito	Turma Teste – Pós Teste		
	Q1 - Partícula de Pó (% respostas)	Q2 - Chama da vela (% respostas)	Q1 e Q2 corretas (%)
Oscilação Longitudinal (Hipótese Correta)	67	39	28
Afastamento (apenas)	26	44	--
Aproximação	0	0	
Nenhum efeito	5	17	
Ganho de Hake	0,55	0,03	0,14

Tabela 10: Resultados do pós-teste nas turmas de controlo

Objeto cujo movimento é descrito	Turmas Controlo – Pós Teste								
	Q1 - Partícula de Pó (% respostas)			Q2 - Chama da vela (% respostas)			Q1 e Q2 corretas (%)		
	C1	C2	C3	C1	C2	C3	C1	C2	C3
Oscilação Longitudinal (Hipótese Correta)	48	75	43	57	70	61	39	55	43
Afastamento (apenas)	57	20	30	43	30	17	--		
Aproximação	0	0	4	0	0	0			
Nenhum efeito	0	5	22	9	0	22			
Ganho de Hake	-0,15	0,19	-0,19	0,13	0,37	0,09	0,05	0,42	0

Questão 3 – parte B

Tabela 11: Resultados do pré e pós-teste na turma de teste

Q3 – Parte B	Turma Teste – Pré Teste (% respostas)	Turma Teste – Pós-teste (% respostas)
Laura ouve primeiro	58	32
Miguel ouve primeiro	21	42
Ouvem-se ao mesmo tempo	21	22
G de Hake	0,01	

Tabela 11: Resultados do pré e pós-teste na turma de teste – Questão 3 (B)

Q3 – Parte B	Turmas Controlo					
	Pré-Teste (%)			Pós-Teste (%)		
	C1	C2	C3	C1	C2	C3
Laura ouve primeiro	14	48	38	9	30	13
Miguel ouve primeiro	45	17	10	43	30	57
Ouvem-se ao mesmo tempo	36	35	52	48	40	30
G de Hake				0,18	0,08	-0,46

Anexo 25 - Atividade Laboratorial 2.2 – Atrito estático e Atrito Cinético (12º ano)

Física e Química A – Ano Letivo 2018/ 2019

Atividade Laboratorial 2.2 – Atrito estático e Atrito Cinético

Questões Problema:

-Porque razões pode, na mesma rampa, um corpo ficar em repouso e outro deslizar?

-Porque razão será mais fácil manter um corpo em movimento do que retirá-lo do repouso.

Objetivo Geral: Concluir que as forças de atrito entre sólidos dependem dos materiais das superfícies em contacto, mas não da área (aparente) dessas superfícies; obter os coeficientes de atrito estático e cinético de um par de superfícies em contacto.

Questões pré-Laboratoriais:

1. Página 61 do manual.
2. Suponha que dispões de diversos blocos paralelepípedicos de diferentes massas, com algumas das faces revestidas de materiais diferentes (semelhantes ao da figura 1), bem como de uma calha e de um *smartphone* munido de uma App que permite medir a inclinação a que o mesmo se encontra.
Indicando as variáveis que deve manter constantes, planeie uma experiência de modo a concluir se a força de atrito estático depende:
 - 2.1 Da massa do Bloco paralelepípedico.
 - 2.2 Da área de contacto entre o bloco e a superfície de apoio.
 - 2.3 Do tipo de materiais em contacto.



Figura 1

3. Observe a figura 2. Os corpos de massas m_a e m_b respetivamente, estão ligados por um fio inextensível, que passa numa roldana. O atrito no eixo da roldana e a massa da roldana são desprezáveis.
 - 3.1 Represente as forças que atuam sobre A e sobre B.
 - 3.2 Enquanto o corpo A não deslizar, qual é a intensidade da força de atrito que atua sobre ele?
 - 3.3 O corpo A fica na iminência de deslizar quando se aumenta a massa de B até um valor máximo, m_{Bmax} . Que gráfico traduz essa variação?

4. Para uma massa do bloco B superior a m_{Bmax} os blocos A e B entram em movimento. Classifique esse movimento e obtenha uma expressão para o coeficiente de atrito cinético, μ_c em função da aceleração do sistema e da massa dos blocos.



Figura 2

Material:

- Smartphone munido de App Phyphox.
- Calha metálica.
- Fita cola.
- Blocos de diferentes massas com algumas das faces revestidas com diferentes materiais.
- Balança
- Fio de Costura
- Roldana.
- Mesa de Trabalho;
- Balança.

Parte 1

1. Coloque a calha sobre uma bancada de trabalho. Ligue 2 *Smartphones* à rede sem fios da escola (ou, em alternativa, partilhe a ligação de dados de um dos *smartphones* com o *smartphone* de um colega de grupo ou um computador). Inicie num deles a aplicação *Phyphox*, escolhendo a opção *Inclinação*. Deverá observar uma janela semelhante à da figura 3.

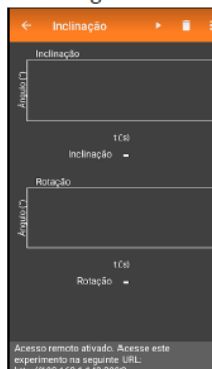


Figura 3

2. Clicando no ícone do canto superior direito, escolha *Permitir acesso remoto*. No fundo da janela do *Phyphox* terá a informação do URL para acesso remoto. No 2º *Smartphone* (ou computador) acesse ao URL indicado através do browser.

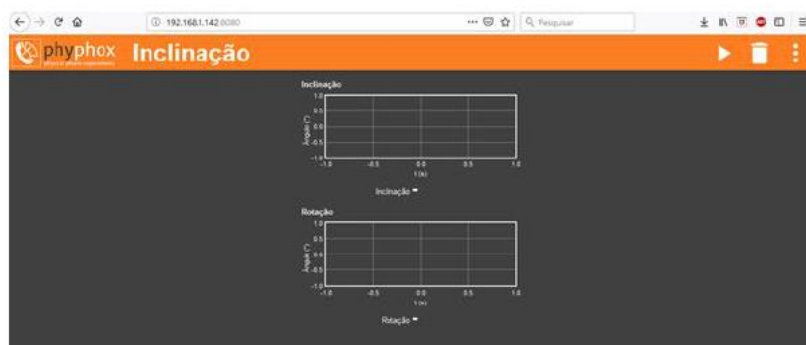


Figura 4

3. Usando a fita-cola, fixe o *smartphone* (com a App Phythox aberta), a uma das pontas da calha.
4. Utilizando a balança, determine a massa de um dos blocos. Coloque-o sobre a calha. Inicie no 2º telemóvel a Aquisição de dados a partir do browser, clicando no ícone triangular no canto superior direito (figura 4).
5. Incline a calha lentamente de forma a encontrar o Ângulo de inclinação da calha que coloca o bloco em movimento. Repita este procedimento 3 vezes.



Figura 5

6. Repita os passos 4 e 5 utilizando agora: faces de áreas diferentes; faces revestidas de diferentes materiais; Blocos de diferentes massas (e igual área de superfície e material), de forma a determinar de que forma a força de atrito estático depende destas grandezas.
7. Clicando no ícone do canto superior direito da janela do Phythox, escolha: exportar dados. Enviando-os em formato *excel* para o seu email, para posterior consulta.
8. Sintetize os resultados numa tabela semelhante à tabela 1, calculando as forças de atrito estático e os respetivos coeficientes para os diferentes blocos e faces utilizadas.

Tabela 1

Material	Massa	Área Superfície	Θ_{\max}	$F_{a,est}$	μ_e
(...)	(...)	(...)	(...)	(...)	(...)

Parte 2

1. Utilizando o material fornecido, efetue uma montagem semelhante à da figura 7.



Figura 7

2. Verifique se a calha se encontra na horizontal. Enquanto um elemento do seu grupo segura no bloco (sobre o início da calha), outro elemento deve prender duas massas de 100g no final do fio que se encontra preso no carro. Faça passar o fio pela roldana. Verifique se o fio que une a massa ao carrinho se encontra bem esticado e paralelo à calha. Se necessário ajuste a posição da roldana.
3. Um terceiro elemento do grupo deve colocar o Smartphone em posição de filmar, colocando o telemóvel centrado, perpendicular ao plano do movimento, na calha colocada na bancada adjacente.
Consulte o “Procedimento para análise de um vídeo gravado no Smartphone com recurso ao Tracker” nos pontos 1 e 2.
4. Um elemento do grupo deve iniciar a gravação do vídeo. Logo em seguida, outro elemento do grupo larga o bloco, cujo movimento deve ser filmado até que o mesmo atinja novamente o repouso.
5. Repita os procedimentos 2 a 4 utilizando uma face do mesmo bloco de um material diferente.
6. Efetue a análise dos 2 vídeos obtidos, seguindo os passos referidos no: “Procedimento para análise de um vídeo gravado no smartphone com recurso ao Tracker”.
7. Efetue duas regressões lineares a partir dos gráficos $v(t)$ obtidos, de forma a obter a aceleração nas duas partes do movimento, calculando em seguida a Força de atrito cinético e respetivo coeficiente para as duas faces utilizadas. Para tal, consulte o documento “Regressão Linear no Tracker”. Preencha uma tabela semelhante à Tabela 2 com os resultados obtidos.

Tabela 2

Material	Fa	μ_{cin}

Questões pós laboratoriais:

1. Analise os resultados experimentais obtidos. Adequam-se ao modelo teórico? Que situações, ou que alteração das condições experimentais, podem ter conduzido a erros experimentais?
2. A partir dos resultados obtidos o que pode concluir quanto à dependência da força de atrito estático e do coeficiente de atrito estático:
 - com o tipo de materiais das superfícies em contacto?
 - com a área de contacto dos materiais?
 - com a massa dos corpos em contacto?
3. Atenda agora à segunda parte da experiência.
 - 3.1 Será mais fácil empurrar um objeto em movimento ou tirá-lo do repouso? Justifique.
 - 3.2. Conclua qual de dois corpos do mesmo material, mas de massas diferentes, largados de um mesmo nível de um plano inclinado, chegará primeiro à base do plano.

Anexo 26 - 16ª Edição - Prémio Fundação Ilídio Pinho

"Ciência na Escola" – candidatura



16ª Edição - Prémio Fundação Ilídio Pinho "Ciência na Escola"

DADOS DA ESCOLA

Escola/Agrupamento: Escola Secundária Infanta D. Maria, Coimbra
Morada: R. Infanta D. Maria
Código Postal: 3030-330 COIMBRA
Localidade: Coimbra
Concelho: Coimbra
DSR: Centro
Natureza: Público
Email institucional: es.infantadmaria@escolas.min-edu.pt
Email secundário: esidm.secretaria@gmail.com
Telefone: 239701838

DADOS DO COORDENADOR DO PROJETO

Nome: Paula Branquinho
Contacto: 933637357
Email: pbranquinho.trabalho@gmail.com
Grupo Disciplinar: 510

DADOS DO PROJETO

Título: Smartphysics: O teu Smartphone é um laboratório móvel!
Escalão: 5º
Nº de turmas envolvidas: 4
Nº de alunos envolvidos: 87

Resumo

Atualmente a esmagadora maioria dos estudantes possui um Smartphone. Este dispositivo é muitas vezes encarado como estimulador de indisciplina e distração em contexto escolar. No entanto, tal como qualquer outra ferramenta, tudo depende do uso que lhe damos. Este projeto pretende demonstrar que, quando corretamente utilizado, o Smartphone pode constituir um laboratório portátil de física, na medida em que o mesmo vem equipado com uma infinidade de sensores, através dos quais podemos medir, de forma rápida e intuitiva, inúmeras grandezas físicas. O uso destes dispositivos no contexto do ensino da Física possibilita a realização de inúmeras experiências, mesmo em laboratórios escolares mal equipados. Os estudantes podem realizá-las fora dos laboratórios, como trabalho de casa, ou em projetos de grupo, disciplinares ou multidisciplinares, recolhendo os dados no seu quotidiano, podendo envolver a restante comunidade educativa na realização das experiências.

DESCRIÇÃO DO PROJETO

1. Introdução/Objetivos

O Projeto proposto estimulará o uso do Smartphone no âmbito do ensino da Física, adaptando as experiências previstas no Programa, de forma a possibilitar a sua realização com o telemóvel enquanto único dispositivo de recolha e análise dos dados, ao invés de numerosos cabos e sensores, dispendiosos e de difícil montagem, que muitas vezes não existem nas escolas em número suficiente, ou não existem sequer. Procurar-se-á promover, a realização de experiências fora do Laboratório de Física, de maneira a que os alunos, bem como a restante comunidade escolar, encararem a física como uma área intrinsecamente próxima das suas vidas, essencial para a compreensão do mundo em que vivemos e para o seu desenvolvimento científico e tecnológico. Na medida em que este projeto tem um grande potencial de replicação, toda a documentação desenvolvida, será disponibilizada a outras escolas, possibilitando assim o acesso generalizado ao ensino experimental da Física.

2. Processos/Procedimentos e Produtos

O projeto decorrerá em 4 fases: -1ª Fase: Adaptação dos protocolos de Atividades Laboratoriais de Física e Química A e Física (12º ano), de forma a possibilitar a sua realização, tendo o Smartphone como único dispositivo de recolha e análise dos dados. -2ª Fase: Realização dos trabalhos laboratoriais adaptados em conjunto com as turmas. -3ª Fase: Planificação e realização de Atividades laboratoriais adicionais, no laboratório e no exterior da escola (com recurso ao Smartphone), em conjunto com os alunos do 10º, 11º e 12º ano. -4ª Fase: Divulgação/Exposição dos trabalhos à comunidade. Partilha dos protocolos das Atividades Laboratoriais adaptadas e fichas de apoio com outras escolas da região.

3. Relevância Pedagógica

A parte experimental é uma componente essencial do ensino da Física. Infelizmente, consequência da falta de equipamento dos laboratórios escolares, tal componente é apenas realizada pelo professor, ou até ignorada, contribuindo para a desmotivação de muitos alunos. Este problema pode ser colmatado, através do uso do Smartphone enquanto ferramenta pedagógica, com vista à aquisição e análise de dados experimentais. Este projeto procurará que os estudantes, nomeadamente aqueles que apresentam pior rendimento escolar e menos motivação, encarem a Física como uma atividade interessante, divertida e próxima das suas vidas, ao invés de uma disciplina aborrecida, entediante e circunscrita às salas de aula e laboratórios escolares.

4. Parcerias

Departamento de Física da Faculdade de Ciências e Tecnologias da Universidade de Coimbra.

5. Potencial de Execução

Uma análise das A.L. previstas no programa permite concluir que grande parte das mesmas podem ser realizadas com recurso ao Smartphone, enquanto único dispositivo de aquisição e análise dos dados. A escola dispõe de um grupo de estágio no âmbito do Mestrado em Ensino de Física e de Química, que se disponibiliza a colaborar neste Projeto. Neste sentido, a colaboração da Universidade de Coimbra torna-se num grande apoio à realização das atividades.

Anexo 27 - 2ª Prova de Avaliação Teórico-Prática de Física e Química A (enunciado)



ESCOLA SECUNDÁRIA INFANTA D. MARIA

2ª Prova de Avaliação Teórico-Prática de Física e Química A

28/02/2019

11º Ano de escolaridade

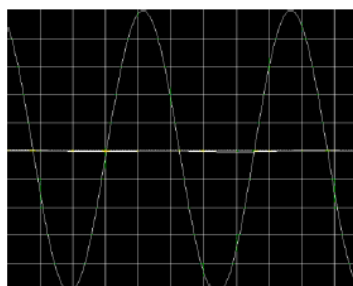
Turma E

Duração da Prova: 45 minutos

Nas questões que envolvam escolha múltipla deve indicar na sua folha de prova a opção de modo legível. Nos itens em que é pedido o cálculo de uma grandeza, apresente todas as etapas de resolução, explicitando todos os cálculos efetuados e apresentando todas as justificações e/ou conclusões solicitadas.

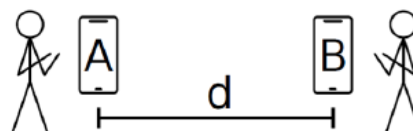
Parte A - Física

1. Numa aula laboratorial pretende-se investigar as características de uma onda sonora (frequência, intensidade, comprimento de onda, timbre) a partir da observação de sinais elétricos resultantes da conversão de sinais sonoros. Para o estudo dos respetivos sinais elétricos os alunos usaram um osciloscópio e um microfone. Assim, os alunos produziram um som com um diapasão. No ecrã do osciloscópio, com a base de tempo colocada em 0,5 ms/div e o amplificador vertical colocado em 1,0 V/div, observa-se o sinal a seguir representado.



- 1.1. Classifique o som do Diapasão e determine a frequência do sinal produzido pelo mesmo.
- 1.2. De acordo com a informação do fabricante, o diapasão utilizado produz um som puro de frequência 440Hz. Determine o erro percentual associado ao valor da frequência determinado em 1.1.
- 1.3. O sinal observado no osciloscópio, $U(t)$, em que U é a tensão e t o tempo, pode ser representado por uma expressão matemática. Escreva a expressão que traduz o sinal observado apresentando todas as etapas de resolução.
- 1.4. Ligou-se agora um 2º microfone ao canal 2 do osciloscópio. Substituiu-se o diapasão por um gerador de sinais ligado a um altifalante, o qual emitia um som de frequência 900 Hz. Começou-se por colocar os 2 microfones alinhados em frente ao altifalante verificando-se que os sinais captados se encontravam sobrepostos. Afastando o 2º microfone, observou-se que os sinais captados pelos 2 microfones se sobrepunham novamente quando os microfones se encontravam a 38,0 cm de distância um do outro. Partindo destas informações determine a velocidade do som no ar aquando a realização da experiência.

2. Com vista à determinação da velocidade do som no ar, realizou-se um procedimento semelhante ao efetuado aquando da A.L.2.2., utilizando 2 *smartphones* e 2 alunos, um dos quais se



posiciona a diferentes distâncias, d , do colega. A cada distância, o aluno A produz um som forte (palmas, por exemplo), de forma a dar início à medição em ambos os telemóveis. Enquanto o cronómetro dos dois telemóveis está ainda ativo, o 2º estudante (B), produz um segundo som (palmas) de forma a parar ambos os *smartphones*. O telefone A, mais distante do estudante que bate palmas por último, o telefone A, irá sofrer um atraso na paragem do cronómetro. Como tal, o telefone A, o qual começou a contagem Δt_D segundos mais cedo, parará Δt_D segundos mais tarde que o telefone B.

Utilizando os valores d , do espaçamento entre os 2 estudantes e Δt_{A-B} , da diferença entre os intervalos de tempo medidos nos dois *smartphones*, efetuou-se uma regressão linear $d(\Delta t_{A-B})$ para determinar a velocidade do som no ar. O declive da reta de ajuste do gráfico $d(\Delta t_{A-B})$ corresponde:

- (A) À velocidade do som no ar aquando a realização da experiência.
 (B) Ao dobro da velocidade do som no ar aquando a realização da experiência.
 (C) A metade da velocidade do som no ar aquando a realização da experiência.
 (D) Ao inverso da velocidade do som no ar aquando a realização da experiência.
3. Um grupo de alunos foi incumbido de realizar uma atividade laboratorial sobre absorção, transmissão e reflexão da luz. Numa das tarefas usaram uma fonte de luz laser, um transferidor, cuja menor divisão era 1° e uma placa paralelepípedica transparente, fornecida pela sua professora. Fazendo incidir a luz laser na superfície de separação ar/placa transparente, mediram os ângulos de incidência e de refração com o transferidor, obtendo os seguintes resultados: ($n_{ar}=1,00$)

Ensaio	1º	2º	3º	4º	5º
Ângulo de incidência, $\theta_1 (\pm \text{---}^\circ)$	10,0	20,0	30,0	40,0	50,0
Ângulo de refração, $\theta_2 (\pm \text{---}^\circ)$	7,0	12,0	19,0	25,5	31,0
$\text{sen}(\theta_1)$					
$\text{sen}(\theta_2)$					
$n_{2,1} = \frac{\text{sen}(\theta_1)}{\text{sen}(\theta_2)}$					
$n_{2,1}$ – valor mais provável					

- 3.1.** Copie a tabela para a folha de resposta, completando-a com o tratamento de dados.
- 3.2.** Use as potencialidades da sua calculadora gráfica para obter a equação da reta que melhor se ajusta ao conjunto de valores obtidos: seno do ângulo de refração, $\text{sen}(\theta_2)$, em função do seno do ângulo de incidência, $\text{sen}(\theta_1)$.
- 3.3.** O declive da reta de ajuste aos dados, pedida na alínea anterior, é igual ao:
- (A) Índice de refração do ar.
- (B) Índice de refração do material transparente que constitui a placa paralelepípedica.
- (C) Inverso do índice de refração do material transparente que constitui a placa paralelepípedica relativamente ao índice de refração do ar.
- (D) Inverso do índice de refração do material transparente que constitui a placa paralelepípedica.
- 3.4.** Se o índice de refração da placa paralelepípedica for $n_p = 1,48$, selecione a expressão que lhe permite determinar o valor do ângulo crítico com o ar:

(A) $\text{sen}(\theta_c) = \frac{1,00 \times 1,0}{1,48}$

(B) $\text{sen}(\theta_c) = 1,00 \times 1,0 \times 1,48$

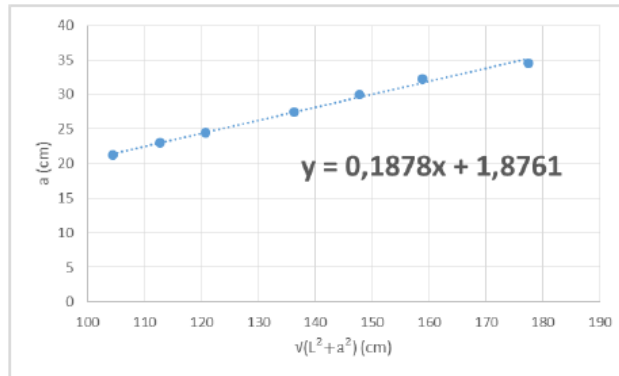
(C) $\text{sen}(\theta_c) = \frac{1}{1,48 \times 1,00 \times 1,0}$

(D) $\text{sen}(\theta_c) = \frac{1,48}{1,00 \times 1,0}$

- 4.** Numa aula laboratorial pretendia-se investigar o fenómeno da difração e determinar o comprimento de onda da luz de um laser. Para tal foi utilizada uma rede de difração com 300 linhas/mm e uma fonte laser com indicação de comprimento de onda 630 nm.

Quando é utilizada uma rede de difração, de espaçamento entre fendas d , os máximos de intensidade da luz num alvo ocorrem para ângulos θ , tais que $n \lambda = d \sin \theta$, onde λ é o comprimento de onda da radiação monocromática de um laser, n é um número inteiro que indica a ordem do máximo. Para máximos de 1ª ordem ($n=1$), o $\sin \theta$ é numericamente igual ao declive da reta do gráfico $a(\sqrt{L^2 + a^2})$.

Da realização da atividade prática foram recolhidos valores de L , distância da rede de difração ao alvo, e a , distância entre a franja luminosa central e a que lhe está mais próxima, construindo-se o gráfico seguinte:



4.1. A distância, d , entre as fendas de uma rede de difração com 300 linhas por milímetro, é:

(A) $d = \frac{1}{300 \times 10^3} \text{ m}$

(B) $d = \frac{1}{300 \times 10^3} \text{ mm}$

(C) $d = \frac{300}{10^3} \text{ m}$

(D) $d = \frac{300}{10^3} \text{ mm}$

4.2. Utilizando os dados fornecidos no enunciado, determine o comprimento de onda da fonte de luz laser, bem como o erro experimental (%) associado à determinação.

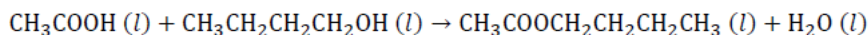
Apresente todas as etapas de resolução.

4.3. Se fosse utilizada uma rede de difração com mais fendas por unidade de comprimento (por exemplo, com 600 linhas/mm), a distância entre os máximos de intensidade luminosa, para uma mesma distância ao alvo, seria maior ou menor do que na experiência realizada? Justifique.

4.4. Ao realizar a experiência com uma rede de difração com 600 linhas/mm, o erro experimental na determinação do comprimento de onda seria maior ou menor do que o obtido? Justifique.

Parte B - Química

1. As essências de frutas, madeiras e flores podem ser sintetizadas laboratorialmente pelo processo de esterificação de *Fischer*. A reação seguinte é um exemplo de uma destas sínteses onde é produzido o butanoato de etilo, cujo aroma é encontrado no ananás.



Para sintetizar este composto, um grupo de alunos adicionou 15,0 mL de ácido acético (CH_3COOH) a 0,200 mol de butan-1-ol, em meio catalisador ácido, seguindo um procedimento experimental semelhante ao da síntese do ácido acetilsalicílico. Medido o volume de butanoato de etilo (produto desejado), os alunos concluíram que o rendimento do processo de síntese foi de 90,0%.

Ácido acético	Butanoato de etilo
$M = 60,05 \text{ g/mol}$	$M = 116,16 \text{ g/mol}$
$\rho = 1,05 \text{ g/mL}$	$\rho = 0,879 \text{ g/mL}$

- 1.1. Selecione a opção que completa corretamente a frase seguinte.

Fazendo reagir igual volume de ambos os reagentes, é possível afirmar que...

- (A)...ambos os reagentes são limitantes.
(B)...o volume de solução final é igual ao volume de solução inicial.
(C)...toda a massa inicial de reagentes é transformada em produtos da reação.
(D)...a quantidade química dos reagentes não é a mesma.

- 1.2. Na síntese deste composto, é adicionada aos reagentes uma pequena quantidade de ácido-sulfúrico (H_2SO_4) concentrado. A utilização de ácidos fortes obriga a cuidados especiais no seu manuseamento.

Identifique a opção que contém medidas de segurança essenciais a implementar no laboratório escolar durante a utilização deste ácido concentrado:

- (A) Afastar de fontes de combustão, fontes de calor e explosivos.
(B) Guardar o frasco que contém a solução concentrada junto de reagentes sólidos.
(C) Colocar soluções de bases fortes junto desta solução para a poder neutralizar caso seja necessário.
(D) Usar esta solução apenas na *hotte*, servindo-se de luvas, bata e óculos de proteção.

1.3. Selecione a alternativa que permite determinar a massa de butanoato de etilo que se forma quando são produzidas 2,00 mol de água.

(A) $\frac{2,00 \times 116,16}{18,02}$ g

(B) $\frac{2,00}{116,16}$ g

(C) $(2,00 \times 116,16)$ g

(D) $\frac{2,00 \times 18,02}{116,16}$ g

1.4. Determine o volume de butanoato de etilo que os alunos obtiveram experimentalmente.

Apresente todas as etapas de resolução.

FIM

Anexo 28 - Matriz e critérios de correção da 2ª Prova de avaliação Teórico-Prática

Matriz da 2ª Prova de avaliação Teórico-Prática

Conteúdo	Item	Cotação	Total (pontos)
Parte A - Física			
A.L. 2.1. Características do som	1.1.	15	50
	1.2.	10	
	1.3.	15	
	1.4.	10	
A.L. 2.2. Velocidade do som no ar	2	8	8
A.L. 3.1. Ondas: absorção, reflexão, refração e reflexão total	3.1.	15	39
	3.2.	8	
	3.3.	8	
	3.4.	8	
A.L. 3.2. Comprimento de onda e difração	4.1.	8	49
	4.2.	16	
	4.3.	15	
	4.4.	10	
Parte B - Química			
A.L. 1.1. Síntese do ácido acetilsalicílico	5.1.	8	54
	5.2.	8	
	5.3.	8	
	5.4.	30	
Total			200

Critério Específicos de Correção da 2ª Prova de Avaliação Teórico-Prática

Parte A Física

1.1. (15 pontos)

Etapa A – Som Puro (5 pontos)

Etapa B – determinação da frequência do sinal (10 pontos)

$$T = 4,5 \text{ div} \times 0,5 \frac{\text{ms}}{\text{div}} = 2,25 \text{ ms} \text{ (5 pontos)}$$

$$2,25 \text{ ms} = 2,25 \times 10^{-2} \text{ s} \text{ (2 pontos)}$$

$$f = \frac{1}{T} = \frac{1}{2,25 \times 10^{-2} \text{ s}} = 444 \text{ Hz} \text{ (3 pontos)}$$

1.2. (10 pontos)

$$\%_{\text{erro}} = \frac{|v_{\text{tabelado}} - v_{\text{exp}}|}{v_{\text{tabelado}}} \times 100 = \frac{|440 - 444|}{440} \times 100 = 0,909\%$$

Ano lectivo 2018/2019

1.3. (15 pontos)Etapa A – Determinação da frequência angular **(5 pontos)**

$$\omega = 2\pi f = 2\pi \times 444 = 888\pi \text{ rad/s}$$

Etapa B – Determinação da amplitude **(5 pontos)**

$$U_{max} = 5,0 \text{ div} \times 1,0 \frac{V}{\text{div}} = 5,0 V$$

Etapa C – Expressão matemática do sinal **(5 pontos)**

$$U(t) = 5,0 \sin(888\pi t) \text{ (V)}$$

1.4. (10 pontos)Etapa A – Conversão de unidades **(2 pontos)**

$$\lambda = 38,0 \text{ cm} = 38,0 \times 10^{-2} \text{ m}$$

Etapa B – Cálculo da velocidade **(8 pontos)**

$$v = \lambda f = 38,0 \times 10^{-2} \times 900 = 342 \text{ m/s}$$

2. (C) (8 pontos)**3.****3.1. (15 pontos)**

Ensaio	1º	2º	3º	4º	5º
Ângulo de incidência ($\pm 0,5^\circ$)	10,0	20,0	30,0	40,0	50,0
Ângulo de refração ($\pm 0,5^\circ$)	7,0	12,0	19,0	25,5	31,0
$\text{sen}(\theta_1)$	0,174	0,342	0,500	0,643	0,766
$\text{sen}(\theta_2)$	0,122	0,208	0,326	0,431	0,515
$n_{2,1} = \frac{\text{sen}(\theta_1)}{\text{sen}(\theta_2)}$	1,43	1,64	1,53	1,49	1,49
$n_{2,1}$ – valor mais provável	1,52				

Etapa A – Coloca as incertezas corretamente **(3 pontos)**Etapa B – Preenche linhas 3, 4 e 5 corretamente **(8 pontos)**Etapa C – Preenche linha 6 corretamente **(4 pontos)****3.2. (8 pontos)**

$$y = 0,680x - 0,01$$

3.3. (C) (8 pontos)**3.4. (A) (8 pontos)**

4.

4.1. (A) (8 pontos)

4.2. (16 pontos)

Etapa A – reconhecer que o declive da reta representada no gráfico é igual ao quociente entre o comprimento de onda, λ , e o espaçamento entre fendas, d . (6 pontos)

Etapa B – cálculo correto do comprimento de onda. (5 pontos)

$$\lambda = 0,1878 \times d = \frac{0,1878}{300 \times 10^3} = 626 \text{ nm}$$

Etapa C – cálculo do erro experimental (%). (5 pontos)

$$\%_{\text{erro}} = \frac{|\lambda_{\text{tabelado}} - \lambda_{\text{exp}}|}{\lambda_{\text{tabelado}}} \times 100 = \frac{|630 - 626|}{630} \times 100 = 0,635\%$$

4.3. (15 pontos)

Etapa A (5 pontos)

-Se foi utilizada uma rede com mais fendas por unidade de comprimento, a separação, d , entre fendas será menor.

Etapa B (5 pontos)

-Para máximos de primeira ordem ($n=1$)

$$\lambda = d \sin(\theta)$$

-Se d foi reduzido, para um mesmo λ , $\sin(\theta)$ terá de aumentar.

Etapa C (5 pontos)

$$\sin(\theta) = \frac{a}{\sqrt{L^2 + a^2}}$$

-Se L foi mantido constante, para que $\sin(\theta)$ aumente, a separação entre máximos, a , tem de aumentar.

4.4. (10 pontos)

Etapa A (3 pontos)

-Será menor.

Etapa B (7 pontos)

Na medida em que os máximos se irão encontrar mais afastados, a incerteza aquando a medição do espaçamento entre eles será menor e consequentemente, a incerteza na medição (indireta) do comprimento de onda será também ela menor.

(se efetuou o raciocínio corretamente, assumindo que os máximos iriam encontrar-se mais próximos – 7 pontos)

Parte B - Química

1.1. (D) (8 pontos)

1.2. (D) (8 pontos)

1.3. (C) (8 pontos)

1.4. (30 pontos)

Etapa A (6 pontos)

-Determinação da quantidade química de ácido acético utilizada

$$\rho = \frac{m}{V} \Rightarrow m_{CH_3COOH} = 1,05 \text{ g} \cdot mL^{-1} \times 15,0 \text{ mL} = 15,75 \text{ g}$$

$$n = \frac{m}{M} \Rightarrow n_{CH_3COOH} = \frac{15,75 \text{ g}}{60,05 \text{ g} \cdot mol^{-1}} = 0,2623 \text{ mol}$$

Etapa B (4 pontos)

-Reconhecer que o butan-1-ol é o reagente limitante

Etapa C (7 pontos)

-Cálculo da quantidade química de butanoato de etilo formada

$$\eta = 90\% \Rightarrow n_{formada} = 0,90 \times 0,200 = 0,180 \text{ mol}$$

Etapa D (7 pontos)

-Cálculo da massa de butanoato de etilo formada

$$m_{\substack{\text{butanoato} \\ \text{de etilo}}} = n \times M = 0,180 \times 116,16 = 20,9 \text{ g}$$

Etapa E (6 pontos)

-Cálculo do volume de butanoato de etilo formada

$$V_{\substack{\text{butanoato} \\ \text{de etilo}}} = \frac{m}{\rho} = \frac{20,9}{0,879} = 23,8 \text{ mL}$$

Nota: Se o aluno trocar $n_{formado}$ com $n_{previsto}$ perde a etapa C.

Anexo 29 – Planos de Aula: *Reações Ácido-Base*

Disciplina: Física e Química A	Ano: 11º	Curso: Ciências e Tecnologias	Ano letivo: 2018/2019	Duração da aula: 90 min
--	--------------------	--	---------------------------------	-----------------------------------

PLANO DE AULA Nº 1 (13 de Março) – Aula assistida

Domínio: Reações em Sistemas Aquosos

Subdomínio: Reações ácido-base

Conteúdos: Ácidos e bases: evolução histórica. Ácidos e bases segundo Brønsted e Lowry. Acidez e basicidade de soluções. Escala de pH e concentração hidrogeniónica. Pares conjugados ácido-base. Espécies químicas anfotéricas

Metas curriculares	<p>1.1. Identificar marcos históricos importantes na interpretação de fenómenos ácido-base, culminando na definição de ácido e base de acordo com Brønsted e Lowry.</p> <p>1.2. Interpretar reações ácido-base como reações de transferência de protões.</p> <p>1.3. Relacionar quantitativamente a concentração hidrogeniónica de uma solução e o seu valor de pH.</p> <p>1.10. Explicar o que é um par conjugado ácido-base, dando exemplos de pares conjugados ácido-base.</p> <p>1.11. Interpretar o significado de espécie química anfotérica.</p>
Atividades	<ul style="list-style-type: none"> • Apresentação dos conteúdos referidos nas metas curriculares, tendo por base o PPT desenvolvido para a leção da aula, bem como as notas do mesmo. • Resolução (pelos alunos) dos exercícios do manual: 2 (alínea a, b, f e g) da página 116 e 4 da página 102. • Realização dos exercícios 1 a 6 do PPT em conjunto com os alunos. • Demonstração de uma reação ácido-base através da mistura de uma solução aquosa de bicarbonato de sódio com uma solução aquosa de ácido acético (vinagre) • Demonstração do uso de indicador ácido-base (feito a partir de couve roxa), para estimativa do pH de uma solução de bicarbonato de sódio e de uma solução de ácido acético. • Demonstração do uso de indicador ácido-base (feito a partir de couve roxa) na estimativa do pH de duas águas engarrafadas (água de Monchique e água de Penacova). • Demonstração do uso do papel indicador universal nas duas soluções anteriores, bem como nas águas engarrafadas. • Reação vinagre-bicarbonato de sódio – exploração com os alunos.
Recursos	<p>Manual didático adotado; Apresentação PPT; Bicarbonato de Sódio; Vinagre; Água de Penacova; Água de Monchique; Solução indicadora preparada a partir de couve roxa; 2 Gobelés; Vareta de Vidro.</p> <p>Papel indicador de pH, preparado a partir da solução indicadora de couve roxa.</p>
TPC	-
Avaliação	<p>Observação direta dos alunos.</p> <p>Participação e empenho nas tarefas propostas.</p>

Disciplina: Físico-química	Ano: 11º	Curso: Ciências e Tecnologias	Ano letivo: 2018/2019	Duração da aula: 90 min
--------------------------------------	--------------------	--	---------------------------------	-----------------------------------

PLANO DE AULA Nº 2 (20 de Março)

Domínio: Reações em Sistemas Aquosos

Subdomínio: Reações ácido-base

Conteúdos: Autoionização da água. Produto iónico da água. Relação entre as concentrações de H_3O^+ e de OH^- . Efeito da temperatura na autoionização da água.

Metas curriculares	<p>1.4 Caracterizar a autoionização da água fazendo referência às espécies químicas envolvidas nesta reação e a sua extensão.</p> <p>1.5. Relacionar a extensão da reação da autoionização da água com o produto iónico da água, identificando-a com a constante de equilíbrio para essa reação.</p> <p>1.6. Relacionar as concentrações do ião H_3O^+ e do ião OH^- resultantes da autoionização da água.</p> <p>1.7. Prever, com base no princípio de Le Châtelier, o efeito da variação da temperatura na autoionização da água.</p> <p>1.8. Relacionar as concentrações dos iões H_3O^+ e OH^-, bem como os valores de pH e pOH, para soluções ácidas básicas e neutras.</p>
Atividades	<ul style="list-style-type: none"> • Apresentação dos conteúdos referidos nas metas curriculares, tendo por base o PPT desenvolvido para a leção da aula, bem como as notas do mesmo. (diapositivos 22 a 34) • Resolução (pelos alunos) dos exercícios do manual: 3 e 4 da página 108 do manual. • Realização dos exercícios 1 a 4 do PPT em conjunto com os alunos.
Recursos	Manual didático adotado; PPT de apoio à leção da aula.
TPC	-
Avaliação	Observação direta dos alunos. Participação e empenho nas tarefas propostas.

Disciplina: Físico-química	Ano: 11º	Curso: Ciências e Tecnologias	Ano letivo: 2018/2019	Duração da aula: 135 min
--------------------------------------	--------------------	--	---------------------------------	------------------------------------

PLANO DE AULA Nº 3 (21 de Março)

Domínio: Reações em Sistemas Aquosos

Subdomínio: Reações ácido-base

Conteúdos: Ácidos e bases em soluções aquosas. Ionização de ácidos e de bases em água.

Metas curriculares	1.9.Explicitar os significados de ionização (de ácidos e algumas bases) e de dissociação de sais (incluindo hidróxidos), diferenciando ionização de dissociação.
Atividades	<ul style="list-style-type: none"> • Apresentação dos conteúdos referidos nas metas curriculares, tendo por base o PPT desenvolvido para a lecionação da aula, bem como as notas do mesmo. (diapositivos 35 a 43) • Resolução (pelos alunos) dos exercícios do manual: 4 e 5 da página 117 do manual. • Realização dos exercícios da Ficha de Trabalho I – Reações ácido-base, em conjunto com os alunos.
Recursos	Manual didático adotado; PPT de apoio à lecionação; Ficha de Trabalho I – Reações Ácido-Base.
TPC	-
Avaliação	Observação direta dos alunos. Participação e empenho nas tarefas propostas.

Disciplina: Físico-química	Ano: 11º	Curso: Ciências e Tecnologias	Ano letivo: 2018/2019	Duração da aula: 90 min
--------------------------------------	--------------------	--	---------------------------------	-----------------------------------

PLANO DE AULA Nº 4 (22 de Março) – Aula assistida

Domínio: Reações em Sistemas Aquosos

Subdomínio: Reações ácido-base

Conteúdos: Ácidos e bases em soluções aquosas. Ionização de ácidos e de bases em água. Pares conjugados ácido-base. Constantes de acidez e de basicidade. Força relativa de ácidos e de bases.

Metas curriculares	<p>1.12. Escrever equações químicas que representam reações de ionização de um ácido, ou de uma base, e as respetivas constantes de acidez e de basicidade.</p> <p>1.13. Relacionar os valores das constantes de acidez de diferentes ácidos (ou as constantes de basicidade de diferentes bases) com a extensão das respetivas ionizações.</p> <p>1.14. Explicar por que razão as soluções de ácidos fracos têm valores de pH mais elevados do que os das soluções de ácidos fortes de igual concentração.</p> <p>1.15. Determinar o pH de soluções de ácidos (ou bases) fortes a partir da respetiva concentração e vice-versa.</p> <p>1.16. Determinar concentrações de equilíbrio das espécies químicas envolvidas na ionização de ácidos monopróticos fracos (ou de bases) a partir do pH, constante de acidez (ou basicidade) e estequiometria da reação.</p> <p>1.17. Relacionar as constantes de acidez e basicidade para um par conjugado ácido-base.</p>
Atividades	<ul style="list-style-type: none"> • Apresentação dos conteúdos referidos nas metas curriculares, tendo por base o PPT desenvolvido para a leção da aula, bem como as notas do mesmo. (diapositivos 44 a 59) • Resolução, em conjunto com os alunos, dos exercícios 3 a 5 do PPT de apoio à leção. • Exploração e discussão da simulação “<i>Acid and Base Solutions</i>”, fazendo uso do separador Introduction da mesma. • Início da resolução, em conjunto com os alunos da “Ficha de Exploração da Simulação”.
Recursos	Manual didático adotado; PPT de apoio à leção; Simulação computacional <i>Acid and Base Solutions</i> ; Ficha de Exploração da Simulação
TPC	Conclusão da resolução da ficha de exploração da simulação.
Avaliação	Observação direta dos alunos. Participação e empenho nas tarefas propostas.

Disciplina: Físico-química	Ano: 11º	Curso: Ciências e Tecnologias	Ano letivo: 2018/2019	Duração da aula: 90 min
--------------------------------------	--------------------	--	---------------------------------	-----------------------------------

PLANO DE AULA Nº 5 (27 de Março-Quarta)

Domínio: Reações em Sistemas Aquosos

Subdomínio: Reações ácido-base

Conteúdos: Titulação ácido-base. Neutralização. Ponto de equivalência. Indicadores ácido-base.

Metas curriculares	<p>1.18. Interpretar o significado de neutralização associando-o à reação entre os iões H_3O^+ e OH^- durante uma reação ácido-base.</p> <p>1.19. Associar o ponto de equivalência de uma titulação à situação em que nenhum dos reagentes se encontra em excesso.</p> <p>1.20. Associar indicador ácido-base a um par conjugado ácido-base em que as formas ácidas e básicas são responsáveis por cores diferentes.</p>
Atividades	<ul style="list-style-type: none"> • Apresentação dos conteúdos referidos nas metas curriculares, tendo por base o PPT desenvolvido para a lecionação da aula, bem como as notas do mesmo. (diapositivos 2 a 15) • Resolução (pelos alunos) do exercício 3 da página 129 do manual. • Realização do exercício 1 do PPT em conjunto com os alunos. • Exploração da simulação “Titulação Ácido-Base” – recursos do manual didático adotado
Recursos	Manual didático adotado; Apresentação PPT de apoio à lecionação; Simulação “Titulação Ácido-Base”.
TPC	-
Avaliação	Observação direta dos alunos. Participação e empenho nas tarefas propostas.

Disciplina: Físico-química	Ano: 11º	Curso: Ciências e Tecnologias	Ano letivo: 2018/2019	Duração da aula: 90 min
--------------------------------------	--------------------	--	---------------------------------	-----------------------------------

PLANO DE AULA Nº 6 (29 de Março- Sexta) –A. Assistida

Domínio: Reações em Sistemas Aquosos

Subdomínio: Reações ácido-base

Conteúdos: Acidez e basicidade em soluções aquosas de sais. Aspetos ambientais das reações ácido-base. Acidez da água da chuva. Poluentes atmosféricos e chuva ácida. Redução da emissão de poluentes atmosféricos.

Metas curriculares	<p>1.21 Interpretar o carácter ácido, básico ou neutro de soluções aquosas de sais com base nos valores das constantes de acidez ou de basicidade dos iões do sal em solução</p> <p>1.22. Interpretar a acidez da chuva normal com base na dissolução de dióxido de carbono presente na atmosfera.</p> <p>1.23. Interpretar a formação de chuvas ácidas devido à presença de poluentes na atmosfera (SO_x, NO_x), assim como processos de eliminação destes poluentes, com base nas correspondentes reações químicas.</p> <p>1.24. Explicar as consequências das chuvas ácidas sobre construções de calcário e mármore, interpretando as equações químicas correspondentes.</p>
Atividades	<ul style="list-style-type: none"> • Apresentação dos conteúdos referidos nas metas curriculares, tendo por base o PPT desenvolvido para a leção da aula, bem como as notas do mesmo. (diapositivos 16 a 31) • Resolução (pelos alunos) dos exercícios 3 e 5 das páginas 134 e 135 do manual, respetivamente. • Visualização do vídeo do manual: “Chuvas Ácidas”
Recursos	Manual didático adotado; Apresentação PPT;
TPC	Exercício 12 da página 145.
Avaliação	Observação direta dos alunos. Participação e empenho nas tarefas propostas.

Disciplina: Físico-química	Ano: 11º	Curso: Ciências e Tecnologias	Ano letivo: 2018/2019	Duração da aula: 135 min
--------------------------------------	--------------------	--	---------------------------------	------------------------------------

PLANO DE AULA Nº 7 (4 de Abril- Quinta)

Domínio: Reações em Sistemas Aquosos

Subdomínio: Reações ácido-base

Conteúdos: AL 2.2. Titulação

Metas curriculares	1.Descrever a titulação ácido-base como uma técnica analítica na qual se fazem reagir entre si soluções aquosas de ácidos e de bases e que permite determinar a composição quantitativa de uma dessas soluções. 2.Distinguir titulante de titulado. 3.Traçar a curva de titulação a partir de valores de pH medidos. 4.Determinar graficamente o valor de pH no ponto de equivalência e o volume de titulante gasto até ser atingido esse ponto. 5.Determinar a concentração da solução titulada.
Atividades	• Realização da A.L. 2.2: Titulação (ácido forte – base forte)
Recursos	Protocolo: A.L. 2.2. Titulação ácido forte-base forte; Caderno de Laboratório; Calculadora Gráfica TI Nspire, Lab Cradle e Sensor de pH (Vernier); Equipamento de Laboratório adequado à realização da atividade.
TPC	-
Avaliação	Observação direta dos alunos. Participação e empenho nas tarefas propostas.

Disciplina: Físico-química	Ano: 11º	Curso: Ciências e Tecnologias	Ano letivo: 2018/2019	Duração da aula: 90 min
--------------------------------------	--------------------	--	---------------------------------	-----------------------------------

PLANO DE AULA Nº 8 (5 de Abril- Sexta)

Domínio: Reações em Sistemas Aquosos

Subdomínio: Reações ácido-base

Conteúdos: -

Metas curriculares	-
Atividades	• Auto-avaliação; • Preparação da A.L. 2.1. • Visualização do vídeo: A.L. 2.1. Constante de Acidez (recursos do manual 11Q)
Recursos	Manual didático adotado; Vídeo: A.L. 2.1. Constante de Acidez (manual 11Q)
TPC	-
Avaliação	Observação direta dos alunos. Participação e empenho nas tarefas propostas.

Disciplina: Físico-química	Ano: 11º	Curso: Ciências e Tecnologias	Ano letivo: 2018/2019	Duração da aula: 90 min
--------------------------------------	--------------------	--	---------------------------------	-----------------------------------

PLANO DE AULA Nº 9 (24 de Abril - Quarta) – Aula assistida

Domínio: Reações em Sistemas Aquosos

Subdomínio: Reações ácido-base

Conteúdos: A.L. 2.1. Constante de acidez

Metas curriculares	1. Medir os valores de pH das soluções, para uma mesma temperatura. 2. Determinar o valor da constante de acidez a partir do pH e da concentração inicial de cada uma das soluções. 3. Comparar os valores obtidos da constante de acidez com valores tabelados e avaliar os resultados.
Atividades	<ul style="list-style-type: none"> Realização da A.L. 2.1: Constante de acidez.
Recursos	Protocolo: A.L. 2.1. Constante de acidez; Calculadora Gráfica TI Nspire, Lab Cradle, Sensor de pH; Sensor de temperatura; Equipamento de Laboratório adequado à realização da atividade.
TPC	-
Avaliação	Observação direta dos alunos. Participação e empenho nas tarefas propostas.

Anexo 30 – Pré-teste – *Reações ácido-base*

Física e Química A – Ano Letivo 2018/ 2019

Questionário – Reações ácido-base

Selecione a alínea que considera correta em cada questão.

1. Que conceito associa a frutos como as laranjas e os limões?

- A. Ácido
- B. Básico
- C. Neutro

1.1. A razão da minha resposta é:

- A. Os frutos cítricos têm um valor de pH inferior a 7 (a 25°C)
- B. Os frutos cítricos têm um valor de pH superior a 7 (a 25°C)
- C. Os frutos cítricos têm um valor de pH igual a 7 (a 25°C)
- D. Outra razão _____

2. Os sabonetes e detergentes, bem como os produtos de limpeza para o chão, fornos e janelas, contêm produtos químicos básicos, tais como o hidróxido de sódio e amónia, mas não contêm produtos químicos ácidos.

- A. Verdadeiro
- B. Falso

2.1. A razão da minha resposta é:

- A. As substâncias básicas são escorregadias, pelo que são capazes de remover manchas.
- B. Os ácidos são mais corrosivos que as bases, pelo que são mais eficazes na remoção de manchas/nódoas.
- C. As bases dissolvem a gordura e óleos presentes na sujidade mais eficazmente que os ácidos.

Março de 2019

- D. Os ácidos são capazes de neutralizar as bases presentes na sujidade mais eficazmente,
- E. Outra razão _____
3. Se o solo for demasiado ácido, é pouco provável que permita o crescimento saudável de relva. Que produtos químicos adicionaria ao solo para promover um crescimento saudável da relva?
- A. Sal (de uso comum)
- B. Vinagre
- C. Cal (óxido de cálcio)
- D. Soda cáustica (hidróxido de sódio)
- 3.1. A razão da minha resposta é:
- A. A substância básica neutraliza o solo ácido
- B. A substância básica altera a acidez do solo para um pH maior que 7
- C. A substância ácida altera o pH do solo para um valor próximo do ideal
- D. Outra razão _____
4. O HCl e o NH₃ são ácidos. No entanto, o NH₃ é um ácido mais forte que o HCl.
- A. Verdadeiro
- B. Falso
- C. Não sei
- 4.1. A razão da minha resposta é:
- A. O NH₃ tem mais átomos de hidrogénio.
- B. O valor de pH do NH₃ é superior.
- C. O NH₃ tem ligações por pontes de hidrogénio.
- D. O NH₃, ainda que contenha átomos de hidrogénio, é uma base.
5. Identifique a equação química que mais adequadamente descreve a reação entre uma solução aquosa de ácido clorídrico e uma solução aquosa de hidróxido de sódio:
- A. $H^+(aq) + OH^-(aq) \rightarrow H_2O(l)$
- B. $Na^+(aq) + Cl^-(aq) \rightarrow NaCl(s)$
- C. $NaOH(aq) + HCl(aq) \rightarrow Na^+(aq) + Cl^-(aq) + H_2O(l)$
- D. $Na^+(aq) + OH^-(aq) + H^+(aq) + Cl^-(aq)$
6. Atente no equilíbrio químico abaixo apresentado:
- $$NH_3(g) + H_2O(l) \rightleftharpoons NH_4^+(aq) + OH^-(aq)$$
- A. O NH₃ atua como aceitador de protões

- B. A H_2O atua como ácido.
- C. O OH^- atua como base
- D. O H_2O atua como aceitador de elétrões.

Reações ácido-base

1

Ácidos e Bases. Evolução histórica



Limão

A palavra «ácido» (*acidus*, em latim) significa “azedo”

A palavra “alcalino” (do termo árabe *al Kali*) significa “cinza de plantas”

-Associada a materiais com sabor amargo e escorregadios ao tato



Cinza de plantas

2

Ácidos e Bases. Evolução histórica

- O químico francês **Antoine Lavoisier** começou por associar ácido a compostos contendo oxigénio, como ácido sulfúrico, H_2SO_4 .
- O britânico **Humphry Davy**, em 1810, concluiu serem, entre outras, ácidas as soluções de cloreto de hidrogénio, HCl , que não continha oxigénio.
- Surgiu assim, pela primeira vez, a ideia de um ácido ser um composto que contém hidrogénio.



3

Ácidos e Bases. Evolução histórica

- Em 1887, **Arrhenius** apresentou uma definição de ácido e base:

-Ácido é toda a substância que tem na sua constituição átomo(s) de hidrogénio e que em solução aquosa se dissocia, originando iões H^+ .

-Base é toda a substância que tem na sua constituição OH^- e que em solução aquosa se dissocia, originando iões OH^- .

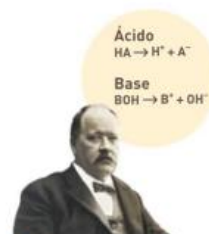


Fig. 11 Svante August Arrhenius, químico sueco (1859-1927), prémio Nobel da Química em 1903.

4

Ácidos e Bases. Evolução histórica

No entanto...

-as definições de ácido e se base de Arrhenius foram formuladas admitindo apenas como solvente a água e não outro tipo...

-Arrhenius não consegue explicar a basicidade de substâncias que não têm na sua constituição OH^- (ex: NH_3), ou de soluções aquosas de sais (ex: Na_2CO_3).

Ácido
 $\text{HA} \rightarrow \text{H}^+ + \text{A}^-$

Base
 $\text{BOH} \rightarrow \text{B}^+ + \text{OH}^-$



Fig. 11 Svante August Arrhenius, químico sueco (1859-1927), prêmio Nobel da Química em 1903.

5

Ácidos e Bases segundo Brønsted e Lowry

- Em 1923, trabalhando de forma independente, Brønsted e Lowry propuseram novos conceitos de ácido e base, mais abrangentes do que as anteriores definições.

Ácido é toda a espécie capaz de ceder íons H^+ (prótons) a uma base.

Base é toda a espécie capaz de aceitar íons H^+ (prótons) de um ácido.

Ácido
 $\text{HA} \rightarrow \text{H}^+ + \text{A}^-$

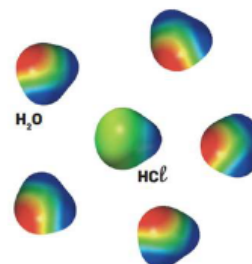
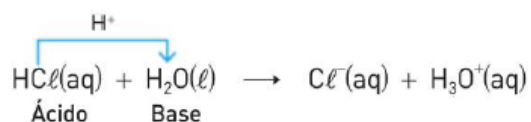
Base
 $\text{B} + \text{H}^+ \rightarrow \text{BH}^+$



6

Ácidos e Bases segundo Brønsted e Lowry

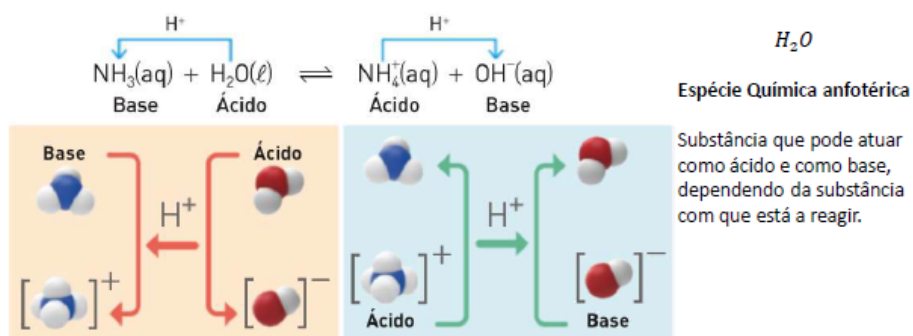
Lowry identificou a água como recetora do próton proveniente do ácido, como, por exemplo, na reação do cloreto de hidrogénio com a água:



7

Ácidos e Bases segundo Brønsted e Lowry

Na reação do amoníaco com a água, esta comporta-se como ácido, sendo o amoníaco o recetor do próton:



8

Ácidos e Bases segundo Brønsted e Lowry

(Segundo a teoria protônica)

Uma **reação ácido-base** é uma reação química que se dá por transferência de prótons entre um ácido (espécie dadora de H^+) e uma base (espécie aceitadora de íons H^+)



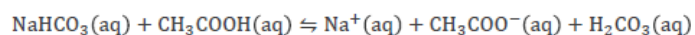
A teoria de Brønsted-Lowry para ácidos e bases inclui a teoria de Arrhenius e amplia-a

9

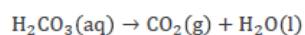
Ácidos e Bases segundo Brønsted e Lowry

- Observe a reação química seguinte, entre o Vinagre e o Bicarbonato de Sódio.
- O que está a acontecer?

(uma reação ácido-base)



(uma decomposição)



10

Questões

1. Classifique cada um das seguintes espécies em ácidos ou bases.

- a) NH_3
- b) H_2SO_4
- c) HCl
- d) HBr
- e) NaOH
- f) Ca(OH)_2

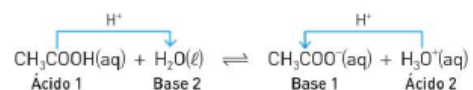
2. Escreva a equação química que traduz a reação pouco extensa do ácido acético CH_3COOH com a água.

11

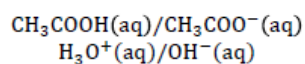
Pares conjugados ácido-base

- Um par conjugado ácido-base é o conjunto de duas espécies químicas (um ácido e uma base) que se distinguem apenas num protão (ião H^+).

Tomando por exemplo a reação da questão 2:



Pares conjugados ácido-base:



12

Acidez e basicidade de soluções



Muitas misturas usadas para consumo humano, como a água engarrafada e o vinagre trazem informações sobre acidez ou basicidade de forma explícita no rótulo, nomeadamente através de parâmetros numéricos como, por exemplo, o pH.

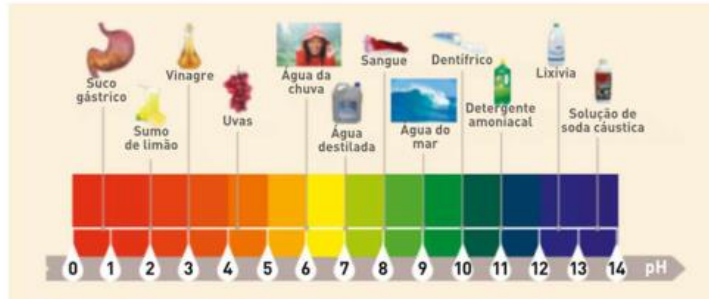
13

Acidez e basicidade de soluções



14

Acidez e basicidade de soluções



Na escala de Sørensen, o valor de pH para soluções neutras é o critério de referência para a diferenciação entre soluções ácidas e básicas.

15

Acidez e basicidade de soluções

Medição do pH

pH-metro



Fig. 1.12 Com o medidor de pH (pH-metro) pode-se medir o valor de pH com elevada precisão.

Papel indicador universal



Indicadores ácido-base



Indicador produzido a partir de couve roxa.

16

Acidez e basicidade de soluções

- O valor de pH de uma solução está relacionado com a concentração do íon H_3O^+ em solução, $[\text{H}_3\text{O}^+]$, expresso em mol dm^{-3} .

$$\text{pH} = -\log |H_3O^+|$$

- Conhecido o valor de pH de uma solução pode também determinar-se a concentração de H_3O^+ pela expressão:

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-\text{pH}}$$

17

Questões

3. Observe as duas soluções apresentadas, uma de **bicarbonato de sódio** e uma de **ácido acético**.

Juntam-se algumas gotas de indicador produzido a partir de couve roxa à mesma. Observe as alterações.

A partir da imagem/escala abaixo, estime a $[\text{H}_3\text{O}^+]$ em ambas as soluções



18

Questões

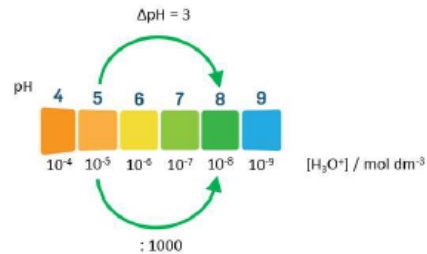
4. Se uma solução variou o seu pH de 5 para 8 por adição de uma dada base, qual é a relação entre a $[H_3O^+]$ antes e depois da adição da base?

▪ Uma variação de 1 unidade no pH, significa:

-uma **diminuição** de 10 vezes na $[H_3O^+]!!$

▪ Uma variação negativa de 1 unidade no pH, significa:

-um **aumento** de 10 vezes na $[H_3O^+]!!$



19

Questões

5. O pH da água da chuva recolhida num dado dia era 4,82. Calcule a concentração do íão H_3O^+ nessa água?

6. Calcule a concentração hidrogeniônica de uma solução que sofreu um aumento de duas unidades no seu valor de pH, sabendo que a sua concentração hidrogeniônica inicial era $6,7 \times 10^{-5} \text{ mol dm}^{-3}$.

20

Questões

- 4) Uma solução aquosa B foi preparada por diluição de uma solução aquosa concentrada A, do mesmo ácido, com um fator de diluição de 25.

Solução aquosa A	Solução aquosa B
$[H_3O^+] = 1,00 \text{ mol dm}^{-3}$	$[H_3O^+] = ?$
$V_{\text{sol}} = 1,00 \text{ dm}^3$	$V_{\text{sol}} = 250,0 \text{ cm}^3$

- 4.1. Determine o volume de solução aquosa A que é necessário pipetar para preparar a solução aquosa B.
- 4.2. Determine o pH da solução aquosa B.

- 4.3. Seleccione, para cada um dos indicadores ácido-base apresentados na figura, a cor apresentada caso fossem adicionados à solução B.



- 4.4. Seleccione a opção correta.
- (A) Durante o processo de diluição o pH aumenta porque a $[H_3O^+]$ diminui.
- (B) Durante o processo de diluição o pH diminui porque a $[H_3O^+]$ diminui.
- (C) Durante o processo de diluição o pH aumenta porque a $[H_3O^+]$ aumenta.
- (D) Durante o processo de diluição o pH diminui porque a $[H_3O^+]$ aumenta.

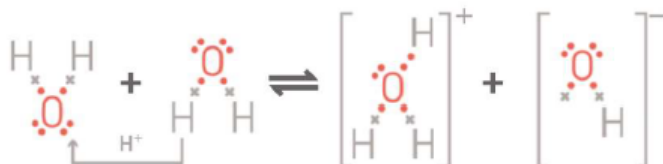
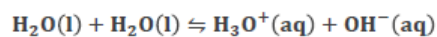
21

Aula nº2

22

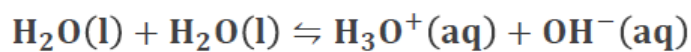
Autoionização da água

Os íões H_3O^+ e OH^- da água pura resultam da **autoionização da água**, uma reação que ocorre entre moléculas de água líquida.



23

Autoionização da água



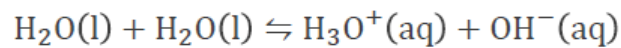
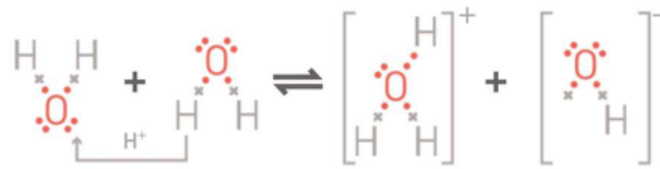
Como a água é um líquido puro, a constante de equilíbrio não depende da sua concentração, pelo que ela é omitida da expressão de K_c .

$$K_w = [\text{H}_3\text{O}^+]_e \times [\text{OH}^-]_e$$

Produto iônico da água (a 25 °C):
 $K_w = 1,0 \times 10^{-14}$

24

Relação entre as concentrações de H_3O^+ e OH^-



$$[\text{H}_3\text{O}^+]_e = [\text{OH}^-]_e$$

25

Relação entre as concentrações de H_3O^+ e OH^-

$$K_w = [\text{H}_3\text{O}^+]_e \times [\text{OH}^-]_e \Leftrightarrow K_w = [\text{H}_3\text{O}^+]_e^2 \Leftrightarrow [\text{H}_3\text{O}^+]_e = \sqrt{K_w}$$

$$[\text{OH}^-]_e = \sqrt{K_w}$$

Para a temperatura de 25 °C, $K_w = 1,00 \times 10^{-14}$,

$$[\text{H}_3\text{O}^+]_e = \sqrt{1 \times 10^{-14}} = 1 \times 10^{-7} \text{ mol dm}^{-3}$$

Como,

$$\text{pH} = -\log [\text{H}_3\text{O}^+]:$$

A água pura, a 25 °C, é caracterizada por ter:

$$[\text{H}_3\text{O}^+]_e = [\text{OH}^-]_e = 1,0 \times 10^{-7} \text{ mol dm}^{-3} \text{ e } \text{pH} = 7,0$$

26

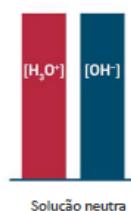
Relação entre as concentrações de H_3O^+ e OH^-

$$\text{pOH} = -\log [\text{OH}^-]$$

Em água pura, e em todas as soluções aquosas neutras, a qualquer temperatura:

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = [\text{OH}^-]$$

$$\text{pH} = \text{pOH}$$



27

Relação entre as concentrações de H_3O^+ e OH^-

$$K_w = [\text{H}_3\text{O}^+]_e \times [\text{OH}^-]_e$$

$$K_w = 1,00 \times 10^{-14} \text{ (a } 25^\circ\text{C)}$$

$$\text{pH} = -\log [\text{H}_3\text{O}^+]$$

$$\text{pOH} = -\log [\text{OH}^-]$$

$$\text{p}K_w = -\log K_w, \text{ ou seja, } \text{p}K_w = -\log 10^{-14} \Leftrightarrow \text{p}K_w = 14$$

(Para qualquer temperatura)

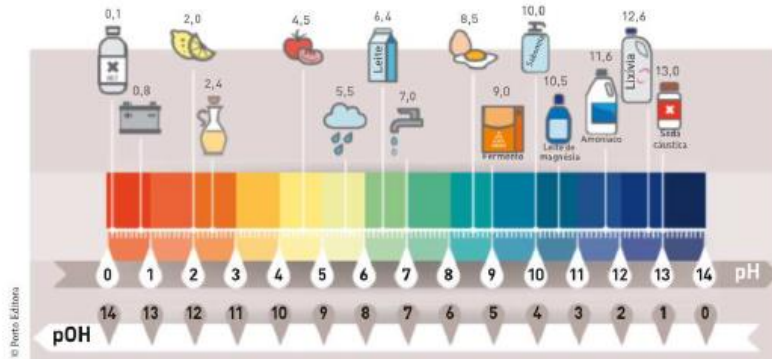
(a 25°C)

$$\text{pH} + \text{pOH} = 14$$

$$\text{pH} + \text{pOH} = \text{p}K_w, \text{ sendo } \text{p}K_w = -\log K_w$$

28

Relação entre as concentrações de H_3O^+ e OH^-



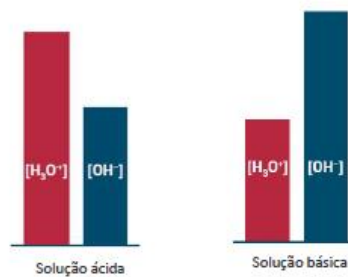
29

Relação entre as concentrações de H_3O^+ e OH^-

$[\text{H}_3\text{O}^+] = [\text{OH}^-] \Rightarrow$ Solução Neutra
($\text{pH} = \text{pOH}$)

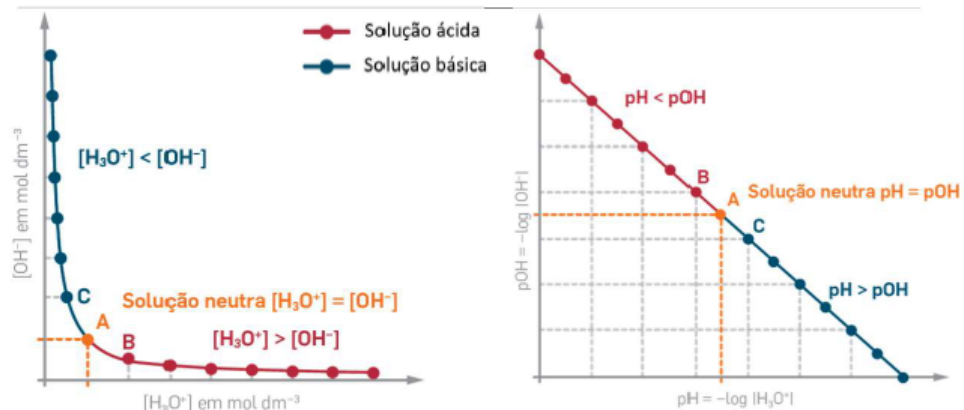
$[\text{H}_3\text{O}^+] > [\text{OH}^-] \Rightarrow$ Solução Ácida
($\text{pH} < \text{pOH}$)

$[\text{H}_3\text{O}^+] < [\text{OH}^-] \Rightarrow$ Solução Básica
($\text{pH} > \text{pOH}$)



30

Relação entre as concentrações de H_3O^+ e OH^-



31

Questões

1. Considere uma solução aquosa a $25^\circ C$ com uma concentração de iões H_3O^+ igual a $5,76 \times 10^{-6}$ $mol\ dm^{-3}$.

- Calcule o pH da solução
- Classifique a solução quanto ao seu carácter ácido base.
- Calcule a concentração dos iões OH^- presentes em solução.

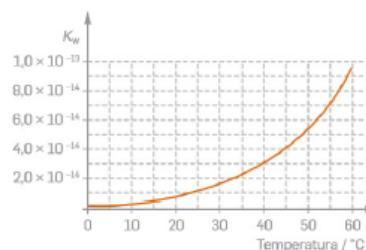
2. O pH da água da chuva recolhida num dado dia era 4,82. Calcule a concentração do ião OH^- nessa água.

32

Efeito da temperatura na Autoionização da água



T(°C)	K_w
0	$0,11 \cdot 10^{-14}$
15	$0,29 \cdot 10^{-14}$
25	$1,00 \cdot 10^{-14}$
50	$5,47 \cdot 10^{-14}$
60	$9,55 \cdot 10^{-14}$



Reação Endotérmica
 $\Delta H > 0$

33

Questões

Usando a tabela do diapositivo anterior, responda:

3. De quanto aumenta a $[H_3O^+]$ quando se aquece a água de 15°C para 60°C? Indique a relação entre a concentração hidrogeniônica da água às duas temperaturas referidas.

4. À temperatura de 60°C, uma solução em que a $[H_3O^+] = 1,0 \cdot 10^{-7}$ será ácida, básica ou neutra?

34

Aula nº 3

35

Ionização de ácidos e bases em água

Eletrólitos: substâncias que, quando dissolvidas em água, originam iões, sendo a solução aquosa resultante boa condutora da corrente eléctrica.

Ex:

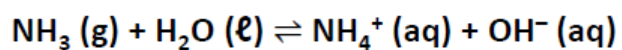
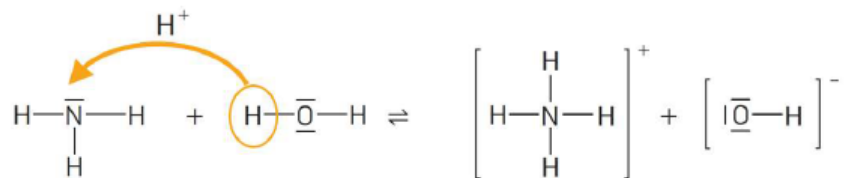
Substâncias moleculares: NH_3 ; HCl

Substâncias iónicas: NaOH ; NaCl .

Ionização: fenómeno de formação de iões a partir de substâncias moleculares.

36

Ionização de ácidos e bases em água

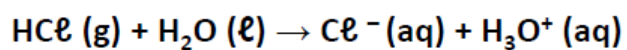
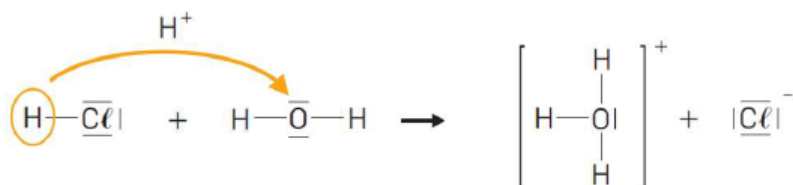


$$[\text{OH}^-] > [\text{H}_3\text{O}^+]$$

$$\text{pH} > \text{pOH}$$

37

Ionização de ácidos e bases em água



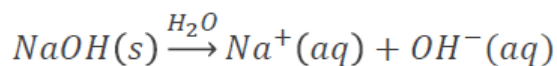
$$[\text{H}_3\text{O}^+] > [\text{OH}^-]$$

$$\text{pH} < \text{pOH}$$

38

Dissociação de compostos iônicos em água

Quando um composto iônico é dissolvido em água, devido a interações entre as moléculas de água e os íons do sal, a sua estrutura iônica é destruída, ocorrendo a separação dos íons que ficam, assim, em solução aquosa.



Não há transferência de prótons, H^+ , não se tratando, de uma reação ácido-base de Brønsted e Lowry.



Estrutura iônica do hidróxido de sódio

39

Soluções ácidas, básicas e neutras

	À temperatura de 25 °C	A qualquer temperatura
Água pura ou solução neutra	$[\text{H}_3\text{O}^+]_e = [\text{OH}^-]_e = 1,0 \times 10^{-7} \text{ mol dm}^{-3}$ $\text{pH} = \text{pOH} = 7,0$	$[\text{H}_3\text{O}^+]_e = [\text{OH}^-]_e$ $\text{pH} = \text{pOH}$
Solução ácida	$[\text{H}_3\text{O}^+]_e > 1,0 \times 10^{-7} \text{ mol dm}^{-3}$ $[\text{OH}^-]_e < 1,0 \times 10^{-7} \text{ mol dm}^{-3}$ $\text{pH} < 7,0$ e $\text{pOH} > 7,0$	$[\text{H}_3\text{O}^+]_e > [\text{OH}^-]_e$ $\text{pH} < \text{pOH}$
Solução básica ou alcalina	$[\text{H}_3\text{O}^+]_e < 1,0 \times 10^{-7} \text{ mol dm}^{-3}$ $[\text{OH}^-]_e > 1,0 \times 10^{-7} \text{ mol dm}^{-3}$ $\text{pH} > 7,0$ e $\text{pOH} < 7,0$	$[\text{H}_3\text{O}^+]_e < [\text{OH}^-]_e$ $\text{pH} > \text{pOH}$

Tabela 1.2 Comparação entre as concentrações dos íons H_3O^+ e OH^- e entre pH e pOH para soluções ácidas, básicas e neutras.

40

Grau de ionização e grau de dissociação

$$\alpha = \frac{n_{\text{ionizadas}}}{n_{\text{inicial}}}$$

ou

$$\alpha = \frac{n_{\text{dissociadas}}}{n_{\text{inicial}}}$$

MOJL © Porto Editora

α – grau de ionização ou de dissociação (grandeza adimensional que varia entre 0 e 1)
 $n_{\text{ionizadas}}$ – quantidade química de substância composta ionizada (mol)
 $n_{\text{dissociadas}}$ – quantidade química de substância composta dissociada (mol)
 n_{inicial} – quantidade química de substância composta inicialmente existente na solução (mol)

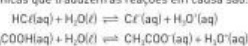
41

Questões

4. A figura pretende representar duas soluções, de vinagre e de ácido clorídrico, de igual volume, nas quais estão dissolvidos $8,0 \times 10^{-3}$ mol de soluto.



O ácido clorídrico é um ácido forte e nas condições consideradas apresenta um grau de ionização de 92%. O ácido acético, principal constituinte do vinagre, dado ser um ácido fraco, possui um grau de ionização muito inferior ao do HCl. As equações químicas que traduzem as reações em causa são:



4.1. Sabendo que o grau de ionização do ácido acético, presente no vinagre, é de 1,35%, determine a quantidade química de cada uma das espécies iónicas, no estado de equilíbrio.

4.2. Determine o pH da solução do vinagre.

4.3. Calcule a concentração de iões H_3O^+ na solução de ácido clorídrico.

4.4. Das seguintes opções seleccione a que traduz o valor do pH da solução de HCl.

(A) 1,7 (B) 3,6 (C) 0,9 (D) 1,8

4.5. Considere que a amostra se encontra à temperatura de 20°C e que K_a , a essa temperatura, é $0,69 \times 10^{-4}$.

Selecione a opção que contém a expressão matemática que permite calcular o valor da concentração de OH^- em solução.

(A) $\frac{[\text{H}_3\text{O}^+]}{0,69 \times 10^{-4}}$ (C) $[\text{H}_3\text{O}^+] \times 0,69 \times 10^{-4}$

(B) $\frac{0,69 \times 10^{-4}}{[\text{H}_3\text{O}^+]}$ (D) $[\text{H}_3\text{O}^+] + 0,69 \times 10^{-4}$

4.6. Das seguintes afirmações seleccione a correta.

(A) A solução de vinagre é a que possui maior acidez dado apresentar maior valor de pH.

(B) A concentração de iões H_3O^+ é superior na solução de vinagre uma vez que é menor o seu grau de ionização.

(C) Sendo igual a quantidade de ácido dissolvido em cada uma das soluções, a acidez do vinagre é igual à acidez da solução de ácido clorídrico.

(D) A concentração de iões OH^- é maior na solução de vinagre do que na solução de ácido clorídrico, pelo facto de a concentração de H_3O^+ ser menor no vinagre.

4.7. Indique os pares ácido-base conjugados para cada uma das reações de ionização representados.

42

Questões

5 Na tabela ao lado apresentam-se valores das quantidades de ácido ionizado e das quantidades de um ácido monoprotónico dissolvido, num volume de 500 mL.

	$n_{\text{ionizado}}/\text{mol}$	$n_{\text{dissolvido}}/\text{mol}$
valores das	$3,70 \times 10^{-4}$	$5,00 \times 10^{-4}$
quantidades de ácido	$4,07 \times 10^{-4}$	$5,50 \times 10^{-4}$
ionizado e das	$4,44 \times 10^{-4}$	$6,00 \times 10^{-4}$
quantidades de um	$4,81 \times 10^{-4}$	$6,50 \times 10^{-4}$
ácido monoprotónico	$5,19 \times 10^{-4}$	$7,00 \times 10^{-4}$
dissolvido, num		
volume de 500 mL.		

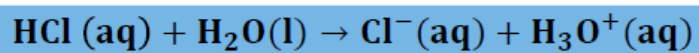
- 5.1. Utilizando a calculadora gráfica represente o gráfico que traduz a variação da quantidade de ácido ionizado em função da quantidade dissolvida e escreva a equação da reta obtida por regressão linear.
- 5.2. Indique o significado do declive da reta do gráfico.
- 5.3. Utilizando a equação da reta obtida na alínea 5.1., determine a concentração de íons H_3O^+ presentes na solução aquosa do ácido quando se dissolvem $8,0 \times 10^{-3}$ mol desse ácido.

43

Aula nº 4

44

Constantes de acidez e de basicidade



K_a muito grande!!

Ácido forte

$$K_a = \frac{[\text{Cl}^-]_e \times [\text{H}_3\text{O}^+]_e}{[\text{HCl}]_e}$$

Ácido forte: a constante de acidez é muito alta. A ionização é muito extensa. O ácido ioniza-se completamente.

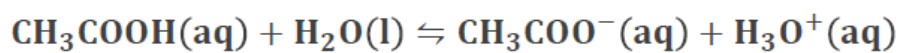
45

Constantes de acidez e de basicidade

Ácidos fortes		Ordem de grandeza da constante de acidez
H ₂ SO ₄	Ácido sulfúrico	10 ¹⁰
HI	Ácido iodídrico	10 ⁹
HCl	Ácido clorídrico	10 ⁷
HNO ₃	Ácido nítrico	10 ³

46

Constantes de acidez e de basicidade



$$K_a = \frac{[\text{CH}_3\text{COO}^-]_e \times [\text{H}_3\text{O}^+]_e}{[\text{CH}_3\text{COOH}]_e}$$

Ácido Fraco

Ácido Fraco: a constante de acidez é muito pequena; a ionização é parcial e pouco extensa.

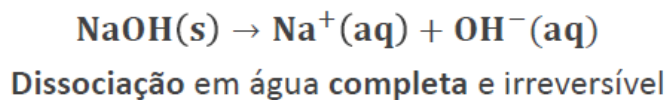
47

Constantes de acidez e de basicidade

Ácidos fortes		Constante de acidez
HF	Ácido fluorídrico	$6,8 \times 10^{-4}$
HNO ₂	Ácido nitroso	$5,2 \times 10^{-4}$
CH ₃ COOH	Ácido acético	$1,8 \times 10^{-5}$

48

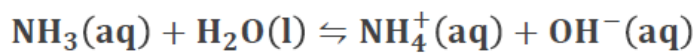
Constantes de acidez e de basicidade



Bases fortes	
LiOH	Hidróxido de lítio
NaOH	Hidróxido de sódio
Ba(OH) ₂	Hidróxido de bário

49

Constantes de acidez e de basicidade



$$K_b = \frac{[\text{NH}_4^+]_e [\text{OH}^-]_e}{[\text{NH}_3]_e}$$

Base Fraca



Base Fraca: a constante de basicidade é muito pequena. A ionização/dissociação é parcial e pouco extensa.

50

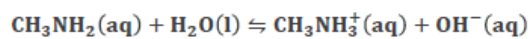
Constantes de acidez e de basicidade

Bases fracas		Constante de basicidade
CH ₃ NH ₂	Metilamina	5,5 x 10 ⁻⁴
NH ₃	Amoníaco	1,8 x 10 ⁻⁵
N ₂ H ₄	Hidrazina	1,8 x 10 ⁻⁷

51

Questões

1. A Metilamina sofre ionização em água de acordo com:



A constante de basicidade da metilamina é $5,5 \times 10^{-4}$, a 25°C.

a) Escreva a expressão da constante de basicidade da metilamina.

b) Calcule a concentração de CH_3NH_3^+ e de CH_3NH_2 no equilíbrio, numa solução de metilamina de pH=10,5.

52

Questões

2. Sejam duas soluções aquosas, a 25°C, uma de ácido clorídrico, HCl, $1,0 \times 10^{-4} \text{ mol dm}^{-3}$, e uma de ácido fluorídrico, HF de pH igual a 2,1.

$$K_a(\text{HF}) = 6,8 \times 10^{-4}$$

- Calcule o pH da solução de HCl, um ácido forte.
- Calcule a concentração de equilíbrio de HF, F^- e H_3O^+ na solução de HF.
- Calcule o pOH da solução de HF.
- Por que motivo é que a solução de HCl, um ácido forte, tem maior valor de pH do que a solução de HF, um ácido fraco?

53

Força relativa de ácidos e de bases

- os ácidos ou as bases são fortes:
 - a reação de ionização (ou de dissociação) é completa
 - o pH da solução depende
 - da concentração da solução
 - da estequiometria da reação.
- os ácidos ou as bases são fracos:
 - a ionização (ou dissociação) em água é incompleta
 - o pH da solução depende
 - da concentração da solução,
 - da estequiometria da reação
 - da constante de acidez, K_a , ou de basicidade, K_b .



Ácidos fracos

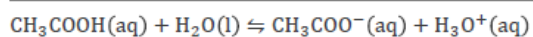
54

Força relativa de ácidos e de bases

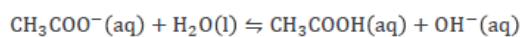
Ácido	Base conjugada
H ₂ SO ₄	HSO ₄ ⁻
HCl	Cl ⁻
HNO ₃	NO ₃ ⁻
H ₃ O ⁺	H ₂ O
HF	F ⁻
HNO ₂	NO ₂ ⁻
CH ₃ COOH	CH ₃ COO ⁻
HCN	CN ⁻
NH ₄ ⁺	NH ₃
H ₂ O	OH ⁻

55

Força relativa de ácidos e de bases



$$K_a = \frac{[\text{CH}_3\text{COO}^-]_e \times [\text{H}_3\text{O}^+]_e}{[\text{CH}_3\text{COOH}]_e}$$



$$K_b = \frac{[\text{CH}_3\text{COOH}]_e \times [\text{OH}^-]_e}{[\text{CH}_3\text{COO}^-]_e}$$

56

Força relativa de ácidos e de bases

$$K_a \times K_b = \frac{[\text{CH}_3\text{COO}^-]_e \times [\text{H}_3\text{O}^+]_e}{[\text{CH}_3\text{COOH}]_e} \times \frac{[\text{CH}_3\text{COOH}]_e \times [\text{HO}^-]_e}{[\text{CH}_3\text{COO}^-]_e}$$

$$K_a \times K_b = [\text{H}_3\text{O}^+]_e \times [\text{HO}^-]_e$$

$$K_a \times K_b = K_w$$

57

Questões

3. As constantes de acidez dos ácidos HF, HClO e HCOOH são, respetivamente, $6,8 \times 10^{-7}$, $2,8 \times 10^{-8}$ e $1,8 \times 10^{-4}$, a 25 °C.

- Ordene os ácidos por ordem crescente de acidez.
- Escreva a reação de ionização do ácido hipocloroso, HClO.
- Calcule o K_b do íão hipoclorito.
- Calcule a concentração do ácido hipocloroso existente em equilíbrio numa solução de pH = 3,2.

58

Simulação Acid-Base Solutions

The screenshot shows the PhET Acid-Base Solutions simulation. A central beaker contains a solution with a magnifying glass over it. A pH meter is positioned above the beaker. To the right, there are control panels for 'Solution' (with radio buttons for Water (H₂O), Strong Acid (HCl), Weak Acid (HAc), Strong Base (NaOH), and Weak Base (NH₃)), 'Views' (with checkboxes for Molecules, Solvent, Graph, and Real Views), and 'Tools' (with icons for a beaker, a test tube, a lightbulb, and a refresh button). Below the beaker, the chemical equation $2 \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_3\text{O}^+ + \text{OH}^-$ is displayed with corresponding molecular models.

Acid-Base Solutions

PhET

59

Anexo 32 – Apresentação de Apoio – *Reações Ácido-Base*(II)

Reações ácido-base

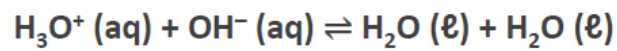
1

Aula nº5 (167/168)

Sumário: Titulação ácido-base: Neutralização, Ponto de Equivalência e Ponto Final; Indicadores ácido-base.

2

Neutralização



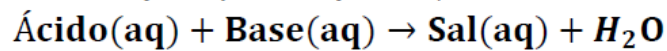
A 25°C:

$$K_c = \frac{1}{K_w} \Rightarrow K_c = \frac{1}{10^{-14}} = 10^{14}$$

3

Neutralização

Reação de neutralização: está associada à reação entre íões H_3O^+ e OH^- , originando água, além do sal formado. É uma reação **completa**. A solução obtida pode não ser neutra!!



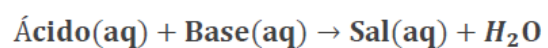
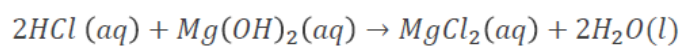
Por exemplo:



Ficamos então, apenas com $\text{Na}^+ (\text{aq})$ e $\text{Cl}^- (\text{aq})$, - uma solução aquosa do sal (cloreto de sódio), NaCl , ou seja, água salgada!

4

Neutralização



Suspensão de hidróxido de magnésio usado no tratamento da azia

5

Titulação ácido-base

- Numa titulação adiciona-se uma solução ácida (ou básica) de concentração conhecida – **titulante** – a uma solução básica (ou ácida) de concentração desconhecida – **titulado** – até se atingir o **ponto de equivalência**.

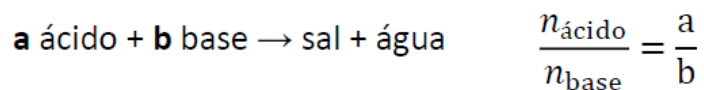
Ponto de Equivalência: situação em que nenhum dos reagentes (ácido e base) se encontra em excesso.



6

Titulação ácido base

Ponto de Equivalência: situação em que nenhum dos reagentes (ácido e base) se encontrem em excesso.



No caso particular do ácido e a base serem monopróticos:

$$n_{\text{ácido}} = n_{\text{base}} \Rightarrow c_{\text{ácido}} \times V_{\text{ácido}} = c_{\text{base}} \times V_{\text{base}}$$

7

Questões

1. A $20,0 \text{ cm}^3$ de uma solução aquosa de hidróxido de potássio, de concentração desconhecida, adicionaram-se $10,0 \text{ cm}^3$ de uma solução aquosa de ácido acético, de concentração $0,10 \text{ mol dm}^{-3}$, até ao ponto de equivalência.

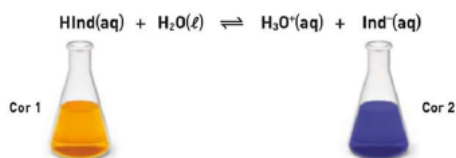
- Escreva a equação química que traduz a reação de neutralização que ocorreu e indique o nome do sal formado.
- Determine a concentração da solução de KOH.
- Considere que as soluções aquosas utilizadas eram de amoníaco e de ácido clorídrico. Interprete a neutralização com base na reação entre H_3O^+ e OH^- .

8

Indicadores ácido-base

O ponto final de uma titulação deteta-se no momento em que o indicador ácido-base muda de cor (geralmente não coincide com o ponto de equivalência).

Indicadores ácido-base: são substâncias possuidoras de um carácter ácido fraco ou base fraca, de fórmulas complexas, em que as formas ácida e básica são responsáveis por cores diferentes.



Reação ácido-base – indicador azul de bromotimol.

Os indicadores são apresentados de forma genérica pelo par conjugado HInd/Ind^- .

9

Indicadores ácido-base



Reação ácido-base – indicador azul de bromotimol.

10

Indicadores ácido-base

Zona de viragem de um indicador: intervalo de valores de pH em que coexistem as cores da forma ácida e da forma básica do indicador.

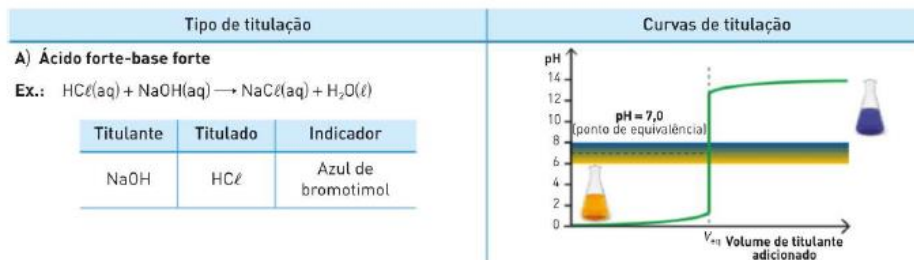


Fig. 1.26 Cores e zonas de viragem de indicadores ácido-base.

11

Indicadores ácido-base

Curva de titulação: gráfico do volume de titulante em função do gráfico da solução resultante.



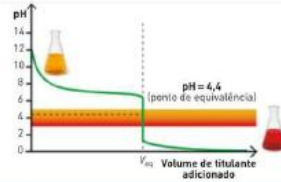
12

Indicadores ácido-base

B) Ácido forte-base fraca



Titulante	Titulado	Indicador
HCl	NH ₃	Alaranjado de metilo

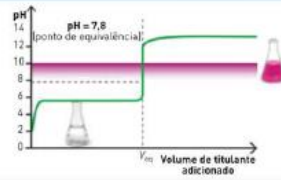


C) Ácido fraco-base forte



Titulante	Titulado	Indicador
NaOH	CH ₃ COOH	Fenolftaleína

Neste caso a zona de viragem do indicador não inclui o ponto de equivalência mas coincide com a zona brusca de variação do pH da titulação, logo, pode ser igualmente utilizado.



13

Questões

3. Num balão de Erlenmeyer colocaram-se 20,0 mL de uma solução aquosa de ácido clorídrico, HCl, e encheu-se a bureta com uma solução aquosa de hidróxido de sódio, NaOH, de concentração 0,200 mol dm⁻³.

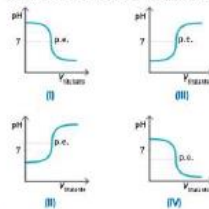


A medição de valor do pH da solução a titular permitiu a construção de uma curva de titulação e a utilização de um indicador adequado permitiu identificar o ponto de equivalência, que aconteceu após adição de 10,50 mL de solução aquosa de hidróxido de sódio.

- 3.1. Identifique o titulante e o titulado.
 3.2. Como se pode detetar o ponto final da titulação, de acordo com a situação descrita?
 3.3. Escreva a equação da reação de neutralização descrita e indique o nome do sal formado.

- 3.4. Calcule a concentração da solução aquosa de ácido clorídrico. Comece por calcular a quantidade (em mol) de NaOH utilizada.

- 3.5. Selecione o gráfico que traduz a curva de pH correspondente à titulação em causa, a 25 °C.



- 3.6. Calcule o valor do pH no ponto de equivalência, caso a temperatura em que decorreu a atividade fosse de 20 °C. Considere $K_a(20\text{ °C}) = 6,9 \times 10^{-10}$.

- 3.7. Caso se adicionasse água à solução inicial de HCl a titular, o volume de titulante gasto, até se atingir o ponto de equivalência, seria maior, menor ou igual a 10,50 mL? Justifique.

- 3.8. Considere os seguintes indicadores ácido-base, a respetiva zona de viragem e a cor apresentada.

Indicador ácido-base	Zona de viragem	Cor apresentada (ácido-base)
Vermelha de metilo	[4,2-6,3]	vermelho-amarelo
Azul de bromotimol	[6,0-7,6]	amarelo-azul
Fenolftaleína	[8,0-9,6]	incolor-carmim
Azul de timol	[1,2-2,8]	vermelho-amarelo

- 3.8.1. Com base na zona de viragem dos indicadores apresentados, justifique o facto de se ter utilizado o indicador azul de bromotimol.
 3.8.2. Selecione a opção que contém os termos que completam a seguinte frase.

O ponto de equivalência é assinado quando a cor da solução muda de _____ para _____.

- A) ... azul... amarelo
 B) ... amarelo... azul
 C) ... azul... azul-claro
 D) ... amarelo... vermelho

- 3.8.3. Das seguintes opções selecione aquela que justifica o facto de a fenolftaleína poder ser utilizada na deteção do ponto final da titulação de ácido clorídrico com o hidróxido de sódio.
 A) A zona de viragem do indicador é muito estreita.
 B) Apresento uma cor próxima do vermelho.
 C) A zona de viragem do indicador está localizada na zona abrupta da curva de titulação.
 D) É incolor na forma ácida.

14

Simulação – Titulação ácido-base

15

Aula nº 6 (172/173)

Sumário:

Acidez e basicidade de soluções aquosas de sais.

Aspetos Ambientais das reações ácido-base.

16

Acidez e basicidade em soluções aquosas de sais

Regras Gerais:

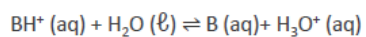
A - os cátions dos metais alcalinos ou metais alcalinoterrosos não sofrem hidrólise – são iões espectadores

B - um anião cujo ácido conjugado seja forte não se hidrolisa.

17

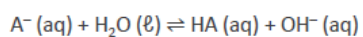
Acidez e basicidade em soluções aquosas de sais

C- Ácido conjugado, BH^+ , de **base fraca B** sofre hidrólise como ácido por ter $K_a > K_w$:



BH^+ é um ácido mais forte do que a água.

D - Base conjugada, A^- , de **ácido fraco HA** sofre hidrólise como base por ter $K_b > K_w$:



A^- é uma base mais forte do que a água.

18

Acidez e basicidade em soluções aquosas de sais

Os sais podem ser obtidos por reação de um ácido com uma base. Consoante a força relativa do ácido e da base, o sal formado irá ter um carácter químico diferente.

1. Sal proveniente de ácido forte e base forte.

Ex: NaCl, NaNO₃, CaCl₂

Nem os catiões (íons espectadores), nem os aniões (pares conjugados de ácidos fortes) se hidrolisam.

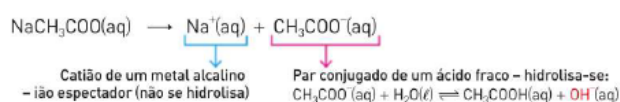
O sal resultante da adição de um ácido forte a uma base forte, em solução aquosa, origina uma **solução neutra**.

19

Acidez e basicidade em soluções aquosas de sais

2. Sal proveniente de ácido fraco e base forte.

Ex: NaCH₃COO, Na₂CO₃, KCN.



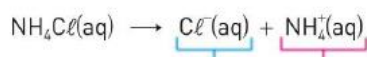
O sal resultante da adição de um ácido fraco a uma base forte, em solução aquosa, origina uma **solução básica**.

20

Acidez e basicidade em soluções aquosas de sais

3. Sal proveniente de ácido forte e base fraca

Ex: NH_4Cl ; NH_4NO_3



Par conjugado de um ácido forte - íon espectador (não se hidrolisa)

Par conjugado de uma base fraca - hidrolisa-se:
 $NH_4^+(aq) + H_2O(l) \rightleftharpoons NH_3(aq) + H_3O^+(aq)$

A acidez dos solos pode ser corrigida para valores de pH mais adequados a cada cultura.



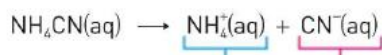
O sal resultante da adição de um ácido forte a uma base fraca, em solução aquosa, origina uma solução ácida.

21

Acidez e basicidade em soluções aquosas de sais

4. Sal proveniente de ácido fraco e base fraca

Ex: NH_4CH_3COO ; NH_4CN



Par conjugado de uma base fraca - hidrolisa-se:
 $NH_4^+(aq) + H_2O(l) \rightleftharpoons NH_3(aq) + H_3O^+(aq)$

Par conjugado de um ácido fraco - hidrolisa-se:
 $CN^-(aq) + H_2O(l) \rightleftharpoons HCN(aq) + OH^-(aq)$

O sal resultante da adição de um ácido fraco a uma base fraca, em solução aquosa, pode originar uma:

- **solução ácida**, se K_a (catião) $>$ K_b (anião);
- **solução básica**, se K_a (catião) $<$ K_b (anião);
- **solução neutra**, se K_a (catião) $=$ K_b (anião).

22

Questões

3 Considere as soluções representadas na figura.



Indique qual (ou quais) original(m) solução(es):

- 3.1. ácidas;
- 3.2. básicas;
- 3.3. neutras.
- 3.4. Justifique o carácter químico da solução de cianeto de amónio, sabendo que, a 25 °C, $K_b(\text{NH}_3) = 1,8 \times 10^{-5}$ e $K_a(\text{HCN}) = 6,0 \times 10^{-10}$.

5 O benzoato de sódio é um sal do ácido benzoico, $\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}$. Considere uma solução aquosa desse sal, de concentração $0,25 \text{ mol dm}^{-3}$.



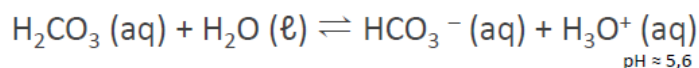
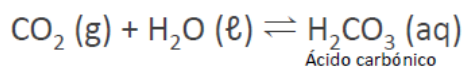
- 5.1. Escreva a equação de dissociação do sal em água.
- 5.2. Escreva a equação de ionização do ácido benzoico.
- 5.3. Justifique o facto de uma solução aquosa de benzoato de sódio ser básica.
- 5.4. Selecione a única opção que pode corresponder ao valor de pH da solução, a 25 °C.
(A) 1,0 (B) 4,0 (C) 7,0 (D) 8,8
- 5.5. Determine a constante de basicidade do anião benzoato, tendo em conta a resposta à alínea 5.4.
- 5.6. Calcule a constante de acidez do ácido benzoico.

23

Aspetos ambientais das reações ácido-base

Acidez da água da chuva

- O dióxido de carbono, CO_2 , é responsável pela ligeira acidez da água da chuva em ambientes não poluídos.



24

Aspetos ambientais das reações ácido-base

Poluentes atmosféricos e chuvas ácidas

- a chuva, em zonas onde a atividade vulcânica seja intensa, tem um pH inferior a 5,6, o mesmo se verificando em zonas de grande atividade industrial e tráfego rodoviário.
- O processamento de combustíveis fósseis e as erupções vulcânicas são responsáveis pela formação de óxidos de nitrogénio, NO_x , e de enxofre, SO_x .

	Fórmula	Nome
SO_x	SO_2	Dióxido de enxofre
	SO_3	Trióxido de enxofre
NO_x	NO	Monóxido de nitrogénio
	NO_2	Dióxido de nitrogénio

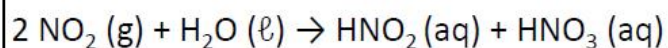
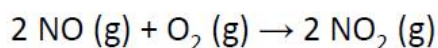
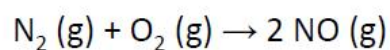


Poluição devido a tráfego rodoviário

25

Aspetos ambientais das reações ácido-base

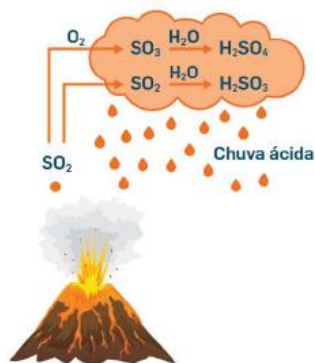
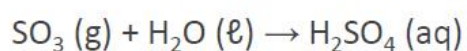
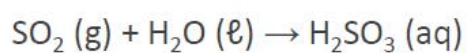
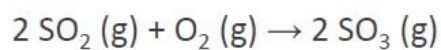
As altas temperaturas atingidas nos sistemas de combustão, em certas indústrias e nos meios de transporte que usam combustíveis fósseis, favorecem a formação de monóxido de nitrogénio:



Libertação de óxidos de azoto

26

Aspetos ambientais das reações ácido-base



27

Aspetos ambientais das reações ácido-base

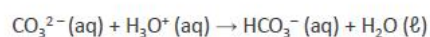
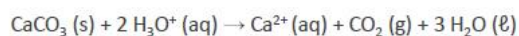
Água	Caráter ácido-base	Devido à dissolução de
Pura	Neutra	—
Chuva normal	Ligeiramente ácida, pH ≈ 5,6	CO ₂
Chuva ácida	Ácida, pH < 5,6	NO ₂ , SO ₂ e SO ₃

Tab. 11 Caráter ácido-base da água da chuva e principais gases responsáveis pela sua acidez.

28

Aspectos ambientais das reações ácido-base

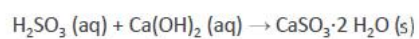
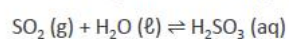
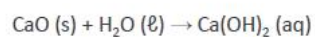
- O calcário e o mármore são essencialmente formados por carbonato de cálcio, CaCO_3 , uma substância iônica constituída por Ca^{2+} e CO_3^{2-} .



29

Aspectos ambientais das reações ácido-base

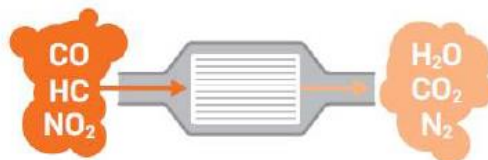
Redução da emissão de poluentes atmosféricos



30

Aspetos ambientais das reações ácido-base

Nos veículos automóveis usam-se catalisadores nos tubos de escape.



Anexo 33 – Notas de Apoio à lecionação – Reações Ácido-Base

Reações Ácido-Base – PPT

Notas de apoio à lecionação

1º PPT

Nº do Diapositivo	Notas de apoio
Aula 1	
1	-
2	-
3	(..)Rapidamente concluíram que existiam compostos que contendo hidrogénio, não apresentavam propriedades de ácidos, como, por exemplo, o amoníaco, NH ₃ , e o metano, CH ₄ .
4	Em 1887, Arrhenius apresentou uma definição de ácido e base, associando as propriedades ácidas à presença do ião H ⁺ em solução e as propriedades básicas à existência do ião OH ⁻ . Em 1903, recebeu o Prémio Nobel pelo seu trabalho sobre eletrólitos, no qual também concluiu que as soluções aquosas ácidas e básicas são boas condutoras da corrente elétrica.
5	À medida que os conhecimentos científicos foram evoluindo, a teoria de Arrhenius foi-se revelando muito restritiva (...)
6	(...)Para Brønsted, as definições de ácido e de base estavam profundamente ligadas, já que a manifestação do comportamento ácido (a libertação de um ião H ⁺) implicava a formação de uma base (uma espécie capaz de receber um ião H ⁺).
7	(...)A cedência de H ⁺ pelo ácido implica a rutura da ligação H-Cℓ na molécula, devido à interação com água que, por sua vez, estabelece uma ligação com o protão, originando o ião oxónio, H ₃ O ⁺ .
8	A reação anterior é muito mais extensa no sentido direto do que no sentido inverso. Nestas situações, as reações podem ser representadas com uma seta com um único sentido e não com uma dupla seta. NA reação apresentada o amoníaco aceita o protão cedido pela água (ácido). Como a reação é reversível, o ião amónio (ácido) cede também o protão ao ião hidróxido (base). A cedência de H ⁺ resulta da rutura de uma ligação H-O na molécula de água. Água – espécie química anfotérica!! Atentar
9	(...)Enquanto Arrhenius apenas explica o comportamento de ácido e bases em solução aquosa, a teoria de Brønsted e Lowry explica o comportamento de ácido e bases nouro tipo de soluções, com solventes que não a água e mesmo em fase gasosa.
10	(...)Indique qual o ácido e qual a base na 1ª reação.
11	-
12	Realizar: Exercício 2 da pag. 116 do manual - Alíneas a), b), f), g).
13	Nas análises realizadas a diversas misturas é habitual incluir-se a avaliação da acidez ou da basicidade. Trata-se de uma avaliação importante, uma vez que a qualidade de vida de organismos e ecossistemas depende da acidez, neutralidade ou alcalinidade de um meio.(...)
14	O pH é um parâmetro importante na caracterização das soluções aquosas. Tal como para medir a temperatura de um sistema, por exemplo, se usa a escala de Celsius, para medir a acidez ou a basicidade de uma solução usa-se uma

	escala de pH, conhecida por escala de Sorensen, em homenagem ao químico dinamarquês que a introduziu em 1909.
15	
16	
17	(...)A $[H_3O^+]$ chama-se concentração hidrogeniónica e $ H_3O^+ $ representa o respetivo valor adimensional, ou seja, sem unidades.
18	(...) Efetuar o mesmo procedimento com duas águas engarrafadas diferentes (pH ácido e alcalino). Pedir aos alunos que estimem o pH das mesmas. Perguntar se sabem de onde podem ser as águas.
19	(...)O aumento de três unidades no valor de pH, $\Delta pH = 3$, corresponde a uma diminuição de 1 000 vezes na $[H_3O^+]$.
20	Resolver Exercício 4, pag. 102 do manual
21	-
Aula 2	
22	-
23	Qualquer amostra de água no estado líquido, por mais pura que seja, contém sempre iões hidrónio ou oxónio, H_3O^+ , e iões hidróxido, OH^- . No laboratório escolar o mais próximo de água “pura” que conseguimos é a água destilada. (...) Como podemos ver no esquema, a primeira molécula de água compartase como base (aceita protões de outra molécula de água), enquanto a segunda molécula de água funciona como ácido (cede protões à primeira molécula de água, originando os iões H_3O^+ e OH^- , respetivamente). Questionar os alunos: que propriedade podem associar à molécula de água, já abordada na aula anterior? (espécie anfotérica)
24	Ainda que seja reversível, trata-se de uma reação muito pouco extensa, pelo que os iões H_3O^+ e OH^- existirão sempre em pequenas concentrações. Como referido, em água pura estabelece-se um equilíbrio químico descrito pela equação(...) A constante de equilíbrio para a autoionização da água, a que se chama produto iónico da água, K_w é definida como (...)
25	Sempre que se forma um ião H_3O^+ forma-se também um ião OH^- , de acordo com a estequiometria da reação, o que significa que a concentração de iões H_3O^+ é sempre igual à concentração de iões OH^- : (...)
26	Apresentado produto iónico da água, K_w , em função da concentração hidrogeniónica verifica-se que para uma solução neutra: (...)
27	Se aplicarmos o simétrico do logaritmo ao valor numérico da concentração do ião hidróxido, OH^- , podemos definir pOH : (...)
28	Da análise dos valores de pH e pOH conclui-se que a sua soma é igual a 14, para a temperatura de 25 °C, o que se relaciona diretamente com o valor do produto iónico da água: (...)
29	-
30	Na definição do carácter ácido, neutro ou básico de uma solução, compara-se a concentração hidrogeniónica, $[H_3O^+]$, com a concentração do ião hidróxido, $[OH^-]$. Questionar os alunos: as relações apresentadas dependem da temperatura?... A relação entre $[OH^-]$ e $[H_3O^+]$ é de proporcionalidade inversa, pois o seu produto, K_w , é constante. Um aumento da concentração de OH^- tem como consequência uma diminuição da concentração de H_3O^+ na mesma proporção.

31	Análise dos gráficos com os alunos. Questionar os alunos: 1º gráfico: $[H_3O^+][OH^-]=cte$ porquê a forma do 1º gráfico?... (função $Cte/[H_3O^+]$) 2º gráfico: $pH+pOH=cte$
32	(...) Evidenciar que a água em 2 pode não estar a 25 graus, o que inviabiliza o calculo.
33	O produto iónico da água, tal com outras constantes de equilíbrio, depende da temperatura. Independentemente da mesma, a ordem de grandeza deste valor é muito pequena, pelo que a reação é muito pouco extensa no sentido direto, e os iões OH^- e H_3O^+ existirão sempre em concentrações muito baixas. Como vemos na tabela, o produto iónico da água aumenta com o aumento da temperatura. Isto significa que aumenta a extensão da reação de Autoionização da água e, portanto, as concentrações de OH^- e H_3O^+ aumentam, sendo favorecido o sentido direto. Questionar os alunos: o que podemos concluir, com base no princípio de le Chatellier, quanto à variação de entalpia desta reação? Como a podemos classificar?...
34	(..)Realizar também: Exercício 4 da página 108 (e exercício 3 da pag 108, se houver tempo)
Aula 3	
35	-
36	A dissolução de certas substâncias na água, ou em soluções aquosas, pode causar uma variação da concentração de H_3O^+ , ou seja, pode provocar alterações no valor de pH de um meio. De uma forma geral, temos: -Ionização- para substâncias moleculares. -Dissociação- para substâncias iónicas (sais constituídos por metais e não metais).
37	Na reação entre o amoníaco e a água ocorre a transferência de um protão, H^+ , conforme se ilustra em seguida: Questionar os alunos: Trata-se de uma ionização ou dissociação?.. Base de Brønsted e Lowry, recebe um protão; Ácido de Brønsted e Lowry, cede um protão Questionar os alunos: Indique os pares conjugados ácido base na reação. A basicidade da solução aquosa de amoníaco, $NH_3(aq)$, deve-se à formação de OH^- durante a reação de ionização, resultando num aumento da concentração deste ião relativamente à concentração do mesmo ião em água pura. Questionar os alunos: quais as espécies em equilíbrio na solução? Numa solução aquosa de amoníaco também ocorre a autoionização da água, existindo em equilíbrio as seguintes espécies: NH_3 , H_2O , NH_4^+ , OH^- e H_3O^+ Questionar os alunos: Qual a relação entre o pH e pOH neste caso?
38	O cloreto de hidrogénio, HCl , uma substância molecular, sofre ionização quando dissolvido em água, originando soluções ácidas. Ácido de Brønsted e Lowry, cede um protão; Base de Brønsted e Lowry, recebe um protão Questionar os alunos: Indique os pares conjugados ácido base na reação A acidez da solução deve-se à formação de H_3O^+ durante a reação de ionização, de onde resulta um aumento da concentração deste ião relativamente à concentração do mesmo ião em água pura.

39	<p>(...) A dissolução de substâncias moleculares em água é qualitativamente diferente da dissolução de substâncias iônicas, por serem formadas por unidades estruturais diferentes.</p> <p>Ocorre a dissociação do sal, que se pode representar simbolicamente pela equação química:</p> <p>A solução assim obtida designa-se solução aquosa de hidróxido de sódio, NaOH (aq), na qual se verifica maior concentração de OH⁻ em solução do que em água pura, o que vai determinar a basicidade da solução.</p> <p>Questionar os alunos: Trata-se de uma reação ácido-base?..</p>
40	-
41	Designa-se por grau de ionização ou grau de dissociação (alfa) o quociente entre a quantidade química de substância composta ionizada (n ionizadas) ou dissociada (n dissociadas) e a quantidade química de substância composta inicialmente existente na solução (n inicial).
42	Realizar também: Exercício 4 do manual – página 117
43	Realizar também: Questão 5 do manual - página 117
Aula 4	
44	-
45	<p>Atentem na seguinte reação.</p> <p>Quando se dissolve ácido clorídrico em água, o ácido ioniza-se de acordo com a equação: (...)</p> <p>A extensão desta reação relaciona-se com a constante de equilíbrio chamada constante de acidez, K_a, que diz respeito à ionização do ácido em água:</p> <p>Na medida em que a água é o solvente utilizado, o valor da sua concentração é omitido na expressão da constante de equilíbrio.</p> <p>A reação de ionização do HCl é muito extensa, podendo considerar-se completa, ou seja, todas as moléculas de ácido se ionizam (seta um sentido). Como tal, o valor da constante de acidez para a reação de ionização do ácido clorídrico é muito elevado, e diz-se que o ácido clorídrico é um ácido forte.</p>
46	-
47	<p>Quando o ácido acético, CH₃COOH, se dissolve em água apenas algumas moléculas são ionizadas.</p> <p>Nestes casos equação química respetiva deve ser escrita sempre com a seta de equilíbrio químico.(...)</p> <p>Questionar os alunos: de forma semelhante à do ácido anterior, qual é agora a constante de equilíbrio? É elevada?..</p>
48	(...) Quanto maior for a constante de acidez, mais extensa é a ionização do ácido em água e mais forte é o ácido.
49	<p>O hidróxido de sódio, NaOH, é uma base forte, já que a sua dissociação em água é completa e irreversível.</p> <p>Trata-se de uma base iónica e, por isso, em água sofre dissociação. Todos os hidróxidos são bases que sofrem dissociação em água.</p> <p>O hidróxido de sódio, vulgarmente conhecido por soda caustica, é um sal cuja dissolução origina uma base muito forte. As soluções básicas corroem a matéria orgânica. Por esta razão, o NaOH é utilizado como desentupidor de canos. Deve ser manuseado com extremo cuidado pois é altamente corrosivo para a pele.</p>
50	O amoníaco é uma base fraca, pois quando é dissolvido em água apenas algumas moléculas se ionizam, estabelecendo-se o equilíbrio químico:

	A constante de equilíbrio chama-se neste caso, constante de basicidade, K_b e fornece-nos, à semelhança dos casos anteriores, informação sobre a extensão da ionização da base em água. Questionar: Qual é a constante de basicidade neste caso? (...) O valor da constante de basicidade para a reação de ionização do amoníaco é muito pequeno, indicando que a ionização é pouco extensa. Trata-se assim de uma base fraca.
51	(...) Recorrendo aos valores de K_a ou de K_b , e à estequiometria da reação de ionização (ou de dissociação) do ácido ou da base, pode determinar-se a concentração das várias espécies químicas em equilíbrio numa solução aquosa.
52	-
53	-
54	A força relativa dos ácidos permite explicar, por exemplo, a diferença no valor do pH de soluções de ácidos fortes e de ácidos fracos de igual concentração. (...) Soluções de ácidos fracos tem valores de pH mais elevados do que as soluções de ácidos fortes de igual concentração.
55	-
56	A equação da reação de ionização do ácido acético, CH_3COOH , em água e a expressão para K_a são: (...) A equação química que traduz a reação da base conjugada do ácido acético, que é CH_3COO^- , com a água: (...)
57	Multiplicando ambas as constantes, observamos que o produto das constantes de acidez e de basicidade para um par conjugado ácido-base é igual ao produto iónico da água. (...)
58	Realizar também ex. 3, pag 124 - se houver tempo
59	-

2º PPT

Nº do Diapositivo	Notas de apoio
Aula 5	
1	-
2	Estudámos já reações de ácido e bases com a água, bem como a reação de autoprotólise da água. Vamos agora abordar as reações entre ácidos e bases, denominadas reações de neutralização.
3	As soluções ácidas podem ser neutralizadas por adição de soluções básicas e as soluções básicas por adição de soluções ácidas. A neutralização acontece devido à formação de água. A reação de neutralização pode ser interpretada com base na reação entre os iões H_3O^+ e OH^- , precisamente a reação inversa da autoionização da água. Como K_c é muito elevado, qualquer que seja a temperatura, esta reação é muito extensa.
4	(...) Em rigor, a solução resultante só será neutra quando a $[\text{H}_3\text{O}^+]$ for igual à $[\text{OH}^-]$. Exemplo(...) A solução de HCl contém Cl^- (aq) e H_3O^+ (aq); pois $\text{HCl} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Cl}^- + \text{H}_3\text{O}^+$

	A solução de NaOH contém Na^+ (aq) e OH^- (aq), pois $\text{NaOH} \rightarrow \text{Na}^+ + \text{OH}^-$. Teremos então, neste caso, apenas Na^+ (aq) e Cl^- (aq), isto é, uma solução aquosa do sal (cloreto de sódio), NaCl , ou seja, água salgada!
5	Também ocorre uma reação de neutralização quando se toma medicamentos para o tratamento da acidez do estômago. Um exemplo desses medicamentos é o leite de magnésia, à base de hidróxido de magnésio, $\text{Mg}(\text{OH})_2$, que reage com o HCl presente no estômago.(...)
6	As reações de neutralização são bastante utilizadas em análise química, principalmente numa técnica denominada titulação (ou volumetria) ácido-base em que se determina a concentração desconhecida de um ácido (ou base) numa solução.(...) Questionar os alunos: Alguém sabe como se chamam os equipamentos de laboratório presentes na imagem?
7	No momento em que se atinge o ponto de equivalência, temos uma solução aquosa do sal que se formou na reação de neutralização. Nesta situação, a razão entre as quantidades de matéria, n, de ácido e de base coincide com a razão estequiométrica da reação de neutralização. A quantidade de matéria, n, relaciona-se com a concentração, c, e o volume, V, das soluções pela expressão $n = c \times V$. Conhecidos os volumes das duas soluções adicionadas e a reação de neutralização que ocorreu, é então possível determinar a concentração de uma das soluções realizando cálculos estequiométricos.
8	-
9	Quando realizamos uma titulação, é muito difícil detetar o momento em que é atingido o ponto de equivalência, dado que neste ponto se verifica uma mudança brusca de pH. No entanto, podemos detetar a proximidade do ponto de equivalência adicionando ao titulado umas gotas de uma substância cuja cor depende do pH do meio em que se encontra, chamada indicador ácido-base. Já vimos um desses indicadores na 1ª aula (couve roxa). Questionar os alunos: o que acontecia com ele em diferentes soluções?... Na proximidade do ponto de equivalência, a mudança brusca de pH desencadeia uma mudança súbita de cor. Essa mudança do indicador revela o ponto final da titulação.(...)
10	Vamos analisar melhor o caso do azul de bromotimol. Questionar os alunos; de acordo com o princípio de Le Chatellier, o que esperam que aconteça ao equilíbrio se o indicador for adicionado a um meio ácido?. Conforme previsto pelo princípio de Le Chatellier, se o indicador for adicionado um meio ácido, então a maior concentração de H_3O^+ favorecerá a reação inversa, ou seja, a formação da forma ácida, HIn e revela-se a cor amarela. Se o indicador for adicionado a um meio básico, verificar-se-á a diminuição da concentração de H_3O^+ (devido à neutralização pelos OH^-) e é favorecida a reação direta, ou seja, a formação da forma básica In^- , revelando-se a cor azul.
11	O indicador mais adequado a cada titulação é aquele que sofre alteração de cor para valores de pH próximos do ponto de equivalência. A figura seguinte apresenta as cores e as zonas de viragem de 3 indicadores ácido-base usados frequentemente em titulações: (...) A escolha do indicador mais adequado depende da força do ácido e da base usados na titulação, tal como em seguida ver.

12	(...)pode ser obtida através do registo dos valores sucessivos do medidor de pH, aquando uma titulação. Dependendo da força dos ácidos e bases envolvidos na reação, podemos ter diferentes perfis destas curvas: (...)
13	Deve escolher-se um indicador cuja zona de viragem esteja contida na região de variação brusca de pH que contém o ponto de equivalência que ocorre durante a titulação. Questionar os alunos: por que razão é o pH do ponto de equivalência diferente de 7 no 2º e 3º gráficos?
14	-
15	Questões a colocar na exploração da simulação: A. Que indicador utilizaria para cada combinação (titulado-titulante)? B. Que mudança de cor espera observar?... C. O pH no ponto de equivalência? (neutro, ácido ou básico) – relacionar com as constantes de acidez e basicidade (do ácido/base conjugado-quando fraco). Observar a simulação e tirar conclusões... Simular com as 4 combinações possíveis.
Aula 6	
16	-
17	Os sais, quando dissolvidos em água, podem originar soluções neutras, ácidas ou básicas. A reação de iões provenientes da dissociação de sais, com a água, designadas hidrólises, são reações ácido base que ocorrem por troca de iões H ⁺ com a água (...)
18	A extensão das reações dos iões do sal com a água, com a conseqüente formação de iões OH ⁻ ou H ₃ O ⁺ , determina o caráter ácido ou básico das soluções aquosas de sais. (...) Questionar os alunos: Exemplo C (NH ₄ ⁺); Exemplo D (Cl ⁻)
19	-
20	-
21	(...) A acidez dos solos pode ser corrigida para valores de pH mais adequados a cada cultura. Alguns adubos contêm nitrato de amónio, NH ₄ NO ₃ , que é um sal ácido, o qual diminui a basicidade do solo, favorecendo a cultura de certos alimentos (batata, cebola,...).
22	(...) Questionar os alunos: e no caso de um sal proveniente de um ácido fraco e base fraca? O que esperam que aconteça? A 25 graus $K_a(\text{NH}_4^+) < K_b(\text{CN}^-)$ (...)
23	-
24	Durante a precipitação, a água da chuva dissolve gases da atmosfera (...) A dissolução deste gás origina ácido carbónico, O ácido carbónico, H ₂ CO ₃ , é um ácido fraco que se ioniza segundo a equação: (...)
25	A água da chuva, a que chamamos «normal» para a melhor diferenciarmos da chamada “chuva ácida”, é ligeiramente ácida, com pH de aproximadamente 5,6 (...)
26	Numa atmosfera rica em oxigénio, O ₂ , o NO rapidamente se transforma num gás castanho-avermelhado, de dióxido de nitrogénio, NO ₂ : (...) O NO ₂ formado reage com a água presente na atmosfera, dando origem ao ácido nitroso, HNO ₂ , e ao ácido nítrico, HNO ₃ (um ácido forte): (...)
27	O dióxido de enxofre é um dos gases emitidos aquando uma erupção vulcânica. Quando queimado, o enxofre, S, contido nos combustíveis fósseis origina também dióxido de enxofre, SO ₂ : (...) Na presença de O ₂ , o SO ₂ converte-se em trióxido de enxofre, SO ₃ : (...)

	Os óxidos SO_2 e SO_3 , na presença de água, originam ácido sulfuroso, H_2SO_3 , e ácido sulfúrico, H_2SO_4 (um ácido forte): (...)
28	-
29	Em Portugal abundam o calcário e o mármore, pelo que muitas construções são feitas com estes recursos naturais (ex: Mosteiro da Batalha). A degradação desses monumentos pode ser explicada pelo efeito da chuva ácida sobre o CaCO_3 : (...) O ião carbonato, CO_3^{2-} comporta-se como base de Brønsted e Lowry e a reação com H_3O^+ pode representar-se, de forma a explicitar esse comportamento, através da equação: (...)
30	Na indústria, uma das formas de redução dos níveis de SO_2 consiste em conduzir esse gás através de torres de tratamento onde se faz passar um chuveiro de água sobre óxido de cálcio, CaO . 1. A água reage com o CaO formando uma base, o hidróxido de cálcio, Ca(OH)_2 . O dióxido de enxofre reage também com a água, originando ácido sulfuroso. 2. O Ca(OH)_2 , ao reagir com H_2SO_3 , resultante da reação de SO_2 com a água, forma sulfito de cálcio di-hidratado, $\text{CaSO}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$: Questionar os alunos: como podem classificar a última reação? (reação de neutralização).
31	(...) Estes facilitam a reação entre óxidos de nitrogénio, NO_x , monóxido de carbono, CO , e combustível por queimar, transformando-os em substâncias não poluentes: dióxido de carbono, CO_2 , água, H_2O , e nitrogénio, N_2 . Passar vídeo “chuvas ácidas” no final!!

Anexo 34 – Ficha de Exploração da Simulação – *Acid-Base Solutions*



Física e Química A – Ano Letivo 2018/ 2019

Ficha de Exploração da Simulação

Acid-Base Solutions

Nota: Assuma em todas as questões que se encontra a $T = 25^{\circ}\text{C}$.

Despenda algum tempo a explorando simulação, abrindo tanto o separador *Introduction* como o separador *My Solution*.

1.

- No separador *My Solution*, crie uma solução de um ácido forte;
- Desenha gráficos de barras (devidamente legendados) para as concentrações iniciais e de equilíbrio da solução;

Pistas: Não necessita de calculadora – utiliza a visualização *Graph*

Concentrações Iniciais

Concentrações no equilíbrio

2.

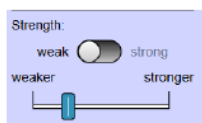
- Ainda no separador *My Solution*, crie uma solução de um ácido fraco.
- Desenhe gráficos de barras (devidamente legendados) para as concentrações iniciais e de equilíbrio da solução;

Concentrações Iniciais

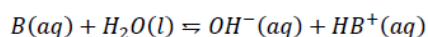
Concentrações de Equilíbrio

Março de 2019

3. Considera os resultados obtidos nas questões 2 e 3 consistentes com a definição de ácido forte e fraco? Justifique.
4. Experimente alterar a posição da barra *Strength* (força). Qual o efeito dessa alteração na simulação?



5. O que entende por força de um ácido? E de uma base?
6. De que forma é o pH de um ácido influenciado pela força do mesmo? E de uma base?
7. De que forma é o pH de um ácido influenciado pela sua concentração inicial? E de uma base?
8.
 - a. No menu *tools*, altere a visualização do modo pH para o modo lâmpada. Usando uma solução de ácido forte, coloque os elétrodos no interior da solução. Em seguida experimente efetuar o mesmo com uma ácido fraco. Que alterações observa?
 - b. Repita o procedimento da alínea *a*. usando uma base forte (e em seguida uma base fraca). Que propriedade dos ácidos e bases te permite explicar este fenómeno observado?
9. Considere a seguinte reação genérica de uma base fraca (B) em solução aquosa:



- 9.1. Identifique os 2 pares ácido-base conjugados.
- 9.2. Determine o valor de K_a de uma solução da base fraca (B) com concentração inicial igual a $0,001 \text{ mol.dm}^{-3}$, a partir dos dados do simulador, por seleção da base mais fraca possível.
10. Considere ainda a reação da questão anterior. Aumentou-se a concentração da solução alcalina para $0,1 \text{ mol dm}^{-3}$.
 - 10.1. Faça uma previsão quanto ao valor de K_b nesta nova solução, comparativamente ao valor de K_b da solução referida no exercício 3.
 - 10.2. Faça uma previsão do valor de pH nesta nova solução, comparativamente ao valor de pH da solução explorada no exercício anterior.
 - 10.3. Complete a tabela seguinte, a partir da exploração da simulação ou efetuando os cálculos que julgar convenientes.

Concentração inicial da solução	Valor de K_b	Valor de pH	Valor de pOH

11. É possível uma solução de um ácido fraco ter o mesmo pH que uma solução de um ácido forte? Usando a simulação, procure responder a esta questão, indicando os resultados obtidos e o processo efetuado.

Março de 2019

Anexo 35 – Ficha de Trabalho I – Reações Ácido-Base

Física e Química A – Ano Letivo 2018/ 2019

Ficha de trabalho I – Reações Ácido-Base

1. A uma temperatura próxima de 100°C, K_w é $1,0 \times 10^{-12}$. Qual é o pH e o pOH de uma solução neutra a esta temperatura?

2. As soluções aquosas A e B têm, à temperatura de 25°C, as seguintes concentrações:

A. $1,0 \times 10^{-11}$ mol dm⁻³ em OH⁻

B. $1,0 \times 10^{-4}$ mol dm⁻³ em OH⁻

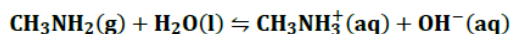
a) Qual é o pOH e o PH de cada solução?

b) Classifique como ácida ou básica cada uma das soluções, com base na relação entre pH e pOH.

3. No sumo de limão cerca de 5% (m/m) é ácido cítrico, responsável pelo valor de pH=2. A 100 mL de sumo de limão, adiciona-se água para preparar 1L de limonada. Determine a relação entre o pH da solução inicial e o pH da solução diluída.

4. As substâncias responsáveis pelo cheiro característico de alguns alimentos deteriorados são, na sua maioria, compostos orgânicos pertencentes à família das aminas. Uma dessas substâncias é a metilamina, CH₃NH₂, responsável pelo cheiro característico a peixe estragado.

A metilamina em solução aquosa apresenta carácter básico, que se pode traduzir pela seguinte equação química:



a) Calcule o pH da solução, sabendo que no equilíbrio, a 25°C, a concentração dos iões OH⁻(aq) é de $8,5 \times 10^{-5}$ mol dm⁻³

b) Para diminuir o cheiro desagradável que fica nas mãos, após o manuseio do peixe, é comum a utilização de limão. Explique porquê.

5. O ácido sulfuroso, H₂SO₃, e o sulfito de cálcio, CaSO₃ diferem nas respetivas unidades estruturais.

a) Indique qual das duas substâncias, quando dissolvida em água, sofre:

i) ionização

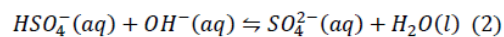
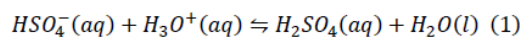
ii) dissociação

Justifique a sua resposta, com base na identificação das unidades estruturais de cada substância, e escreva as equações químicas respetivas, sabendo que as reações são pouco extensas.

b) Numa solução aquosa de H₂SO₃, também existem iões sulfito, SO₃²⁻. Indique, justificando, se estas duas espécies são um par conjugado ácido-base.

Março de 2019

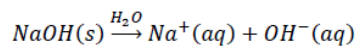
6. As equações (1) e (2) traduzem reações ácido-base:



a) De acordo com o comportamento em (1) e em (2), classifique o HSO_4^- como ácido ou como base, justificando.

b) Escreva os pares conjugados em (1) e (2).

7. O hidróxido de sódio é uma base, segundo a teoria de Arrhenius, sendo a sua dissociação em água traduzida pela seguinte equação química:



Determine a massa de hidróxido de sódio que deve ser dissolvida em 0,500 L de água para que a solução resultante tenha um pH igual a 12, a 25°C. A dissociação de NaOH em solução aquosa é completa e não há alterações de volume durante a dissolução.


Anexo 36 - A.L. 2.2. Titulação ácido forte-base forte

Física e Química A – Ano Letivo 2018/ 2019

A.L. 2.2. Titulação ácido forte-base forte

A – Calibração do sensor de pH

1. Coloque a unidade portátil no Lab Cradle.
2. Ligue o sensor de pH a um dos canais analógicos do Lab Cradle.
3. Ligue a calculadora. Se lhe aparecer o écran ao lado, escolha


o ícone 

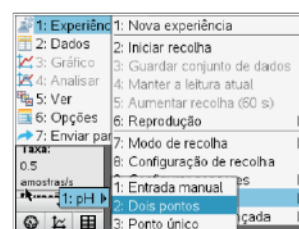


4. É comum o sensor ser logo reconhecido aparecendo algo semelhante ao seguinte écran (à sua direita).

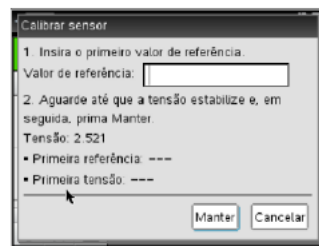


5. (Nota: o sensor nunca deve tocar no fundo do recipiente) Mergulhe o sensor dentro de uma solução tampão com pH=4 e clique na calculadora:

 → 1:Experiência → A:Calibrar → 1:pH → 2:dois pontos



- Quando o ecrã apresentado ao lado mostrar que o valor da diferença de potencial estabilizou, registre o valor 4 e escolha a opção “manter”. Lave cuidadosamente o sensor com água destilada e limpe-o com papel absorvente. Coloque agora o sensor dentro de uma solução tampão de pH=10 e quando o valor da diferença de potencial estabilizar registre o valor 10, escolhendo novamente “manter”.



B - Aquisição de dados na titulação/ obtenção da curva de titulação

- Como pretende ver a variação do pH em função do volume, prepare o programa para registar o pH para cada volume de base adicionado. Para o fazer proceda do seguinte modo:

→ **1**: Experiência → **7**: Modo de recolha → **2**: **Eventos com entrada**.

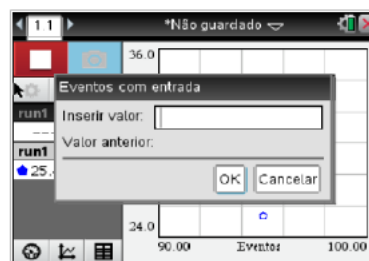
(Pode também pressionar no campo **Modo** e seleccionar **Eventos com entrada**.)

- Pressione o botão e no ecrã que surge marque como eventos “volume” e indique a unidade de medida a utilizar.

- Inicie a experiência pressionando o botão iniciar

- Ao adicionar um mL de base registre o volume de titulante

clicando no ícone . Deverá observar uma janela semelhante à da figura à direita.



- Quando pretender terminar pressione o botão vermelho

- Se quiser repetir o ensaio sem apagar os dados anteriores pressione o botão

C - Registo de Dados

Pipeta Volumétrica	Bureta		Medidor de pH
Incerteza inscrita na pipeta	Menor valor da Escala	Incerteza inscrita na Bureta	Menor Valor da Escala

V adicionado de titulante	pH	V adicionado de titulante	pH
---------------------------	----	---------------------------	----

Anexo 37 - A.L. 2.1. Constante de acidez

Física e Química A – Ano Letivo 2018/ 2019

A.L. 2.1. Constante de acidez

Questão problema: Como determinar uma constante de acidez por medição do pH de soluções aquosas de um ácido fraco?

Questões pré-laboratoriais:

1. Na preparação desta atividade laboratorial, foi necessária a preparação, por diluição, de 4 soluções de ácido acético, de concentrações: $0,200 \text{ mol.dm}^{-3}$; $0,100 \text{ mol.dm}^{-3}$; $0,050 \text{ mol.dm}^{-3}$ e $0,010 \text{ mol.dm}^{-3}$, respetivamente. Para tal partiu-se de uma solução de ácido acético de concentração $1,000 \text{ mol.dm}^{-3}$.

Determine o volume de ácido acético que foi necessário retirar da solução inicial para a preparação de cada uma das soluções diluídas. Cada uma das soluções foi preparada utilizando um balão volumétrico de 200 mL, aferido até ao traço.

2. Para calcular a constante de acidez, K_a , do ácido fórmico, HCOOH, um ácido monoprotico fraco, mediu-se o pH de soluções de diferentes concentrações. Na tabela ao lado estão registados os valores obtidos. Apresente uma tabela onde registe, para cada valor de concentração inicial, os valores das concentrações de H_3O^+ , HCOO^- e HCOOH no equilíbrio, bem como o K_a do ácido fórmico para cada uma das soluções.

[HCOOH] (mol.dm^{-3})	pH
0,100	2,38
0,050	2,53
0,010	2,86

Material e reagentes:

-3 gobelés de 100 mL;

-Esguicho com água destilada

-Labcradle

-Solução previamente preparada de ácido acético ($0,200$; $0,100$; $0,050$ ou $0,010 \text{ mol.dm}^{-3}$)

-Sensor de temperatura


-Eléctrodo de pH

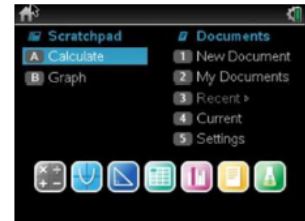
-Calculadora gráfica TI Nspire.

Nota: na medida em que a calibração do sensor foi já efetuada aquando a A.L. 2.2., a mesma não será repetida desta vez.

Abril de 2019

Procedimento:

1. Coloque a calculadora no Lab Cradle.
2. Ligue o sensor de pH e o sensor de temperatura a dois dos canais analógicos do Lab Cradle.
3. Ligue a calculadora. Se lhe aparecer o écran ao lado, escolha o ícone 



4. É comum o sensor ser logo reconhecido, não sendo necessário efetuar o passo anterior.
5. Encha até meio dois gobelés com a solução de CH_3COOH que lhe foi fornecida. Encha também, até meio, um terceiro gobelé com água destilada.
6. Enxague o elétrico de pH, primeiro com água destilada e depois mergulhando-o num dos copos com a solução de ácido acético.
7. Meça o pH da solução que se encontra no outro copo, com o medidor de pH, e a sua temperatura, com o sensor de temperatura.
8. Peça aos restantes grupos, os valores de pH e temperatura medidos, usando as soluções de ácido acético de diferentes concentrações.
9. Registe nas tabelas 1 e 2 os dados recolhidos.
10. Calcule o valor da constante de acidez, K_a , do ácido em estudo a partir dos dados da tabela.

Registo de Dados:**Tabela 1**

Temperatura ($^{\circ}\text{C}$)		pH	
Valor Medido	Incerteza do Sensor	Valor Medido	Incerteza do Sensor

Tabela 2

$[\text{CH}_3\text{COOH}]$ (mol. dm^{-3})	pH	$[\text{H}_3\text{O}^+]_e$	$[\text{CH}_3\text{COO}^-]_e$	$[\text{CH}_3\text{COOH}]_e$	K_a

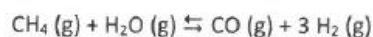
Abril de 2019

Nota: Tabela de valores tabelados do K_a do ácido acético na página 18 do caderno de laboratório.

Questões pós-laboratoriais:

1. Compare os valores de K_a obtidos para as 4 soluções. Comente diferenças, se as houver.
2. Compare os valores obtidos para a constante de acidez com o valor tabelado e calcule o erro relativo associado ao valor determinado.

2. Alguns investigadores defendem que uma das fontes de energia mais viáveis para substituir a combustão de compostos de carbono seja a utilização de hidrogénio. Uma das formas de o obter é a partir da chamada “reforma” do metano com vapor de água.



Em sistema fechado, a reação não é completa, mas em condições de otimização pode ocorrer com rendimentos relativamente elevados.

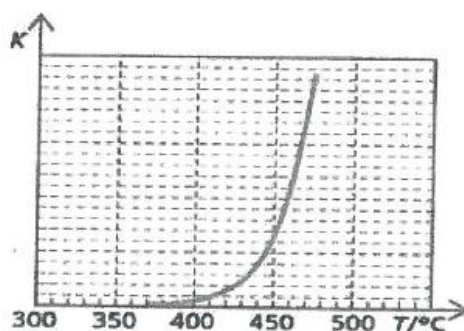
- 2.1. Introduziram-se 0,10 mol de CH_4 e 0,10 mol de H_2O num reator de 2,0 L de capacidade, criando-se as condições para que se convertesse 80 % da quantidade inicial. Calcule a constante de equilíbrio desta reação nas condições referidas. Apresente todas as etapas de resolução.

- 2.2. Selecione a opção que completa corretamente a seguinte frase.

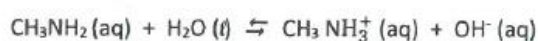
O equilíbrio químico é um estado de equilíbrio dinâmico porque ...

- (A) ... diminuem as concentrações dos reagentes e aumentam as concentrações dos produtos de reação.
(B) ... as concentrações dos reagentes são iguais às concentrações dos produtos de reação.
(C) ... as reações no sentido direto e no sentido inverso ocorrem à mesma velocidade.
(D) ... as concentrações de todas as substâncias presentes no equilíbrio não variam.

- 2.3. O gráfico mostra a variação da constante de equilíbrio da reação entre o metano e a água com a temperatura. Com base nos dados do gráfico, classifique, justificando, a reação inversa da “reforma” do metano como endotérmica ou exotérmica.



3. O cheiro característico do peixe é causado por uma substância orgânica denominada metilamina (CH_3NH_2). O carácter básico dessa substância está indicado no seguinte equilíbrio químico:



A sabedoria popular recomenda que, logo, após o manuseamento do peixe, se use limão para remover o cheiro que ficou nas mãos.

3.1. Aplicando o Princípio de Le Châtelier, justifique se a sabedoria popular tem razão de ser.

3.2. O pH de uma solução de metilamina de concentração $0,010 \text{ mol dm}^{-3}$ é 11,3, a 25°C .

Determine, apresentando todas as etapas de resolução, a percentagem de metilamina não ionizada, nessa solução.

3.3. Considere a base piridina, $\text{C}_5\text{H}_5\text{N}$, cuja constante de basicidade, a 25°C , é inferior à constante de basicidade da metilamina à mesma temperatura.

Selecione a opção que contém a sequência de termos que completam corretamente a frase seguinte.

* A ionização da piridina em água é um processo _____ extenso que a ionização da metilamina, pelo que o seu ácido conjugado reage com a água _____ extensamente que o ácido conjugado da metilamina.

- (A) ... mais ... mais ...
- (B) ... menos ... menos ...
- (C) ... mais ... menos ...
- (D) ... menos ... mais ...

3.4. A molécula de metilamina é constituída por átomos de carbono, hidrogénio e nitrogénio.

A tabela seguinte apresenta os valores de energia dos níveis $n = 1$, $n = 2$, $n = 3$ e $n = 4$ do átomo de hidrogénio.

n	E_n / J
1	$-2,18 \times 10^{-18}$
2	$-5,45 \times 10^{-19}$
3	$-2,42 \times 10^{-19}$
4	$-1,40 \times 10^{-19}$

3.4.1. No átomo de hidrogénio, a variação de energia associada à transição do eletrão do segundo estado excitado para o estado fundamental pode ser traduzida pela expressão

- (A) $(-2,18 \times 10^{-18} + 5,45 \times 10^{-19})$
- (B) $(-2,42 \times 10^{-19} + 2,18 \times 10^{-18})$
- (C) $(-2,18 \times 10^{-18} + 2,42 \times 10^{-19})$
- (D) $(-5,45 \times 10^{-19} + 2,18 \times 10^{-18})$

3.4.2. Selecione a opção que completa corretamente a frase seguinte.

Se, sobre um átomo de hidrogénio no estado fundamental, incidir radiação cujos fotões têm energia superior a $2,18 \times 10^{-18}$ J...

- (A) ... o eletrão é removido do átomo e fica com um valor nulo de energia cinética.
- (B) ... o eletrão não é removido do átomo e permanece no mesmo nível.
- (C) ... o eletrão é removido do átomo e fica com um valor não nulo de energia cinética.
- (D) ... o eletrão não é removido do átomo e transita para um nível energético superior.

3.4.3. Relativamente ao elemento químico nitrogénio, N, selecione a opção que permite obter uma afirmação correta.

No átomo de nitrogénio no estado fundamental, existem ...

- (A) ... cinco eletrões de valência, distribuídos por duas orbitais.
- (B) ... três eletrões de valência, distribuídos por quatro orbitais.
- (C) ... cinco eletrões de valência, distribuídos por quatro orbitais.
- (D) ... três eletrões de valência, distribuídos por uma orbital.

3.4.4. Tendo em conta as configurações eletrónicas dos elementos nitrogénio e carbono, no estado fundamental, compare o raio atómico destes dois elementos.

Apresente, num texto estruturado e com linguagem científica adequada, a explicação solicitada.

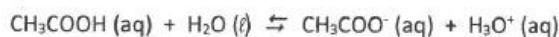
3.4.5. O enxofre, S, encontra-se no período a seguir ao do nitrogénio. A energia de ionização do átomo de enxofre, isolado e em fase gasosa, é a energia mínima necessária para que, a partir do átomo no estado fundamental, se forme o ião

- (A) S^- (g)
- (B) S^{2-} (g)
- (C) S^+ (g)
- (D) S^{2+} (g)

Grupo II

1. Com o objetivo de determinar o valor da constante de acidez do ácido acético, CH_3COOH (aq), um grupo de alunos preparou um conjunto de soluções aquosas que foram diluídas por um fator de 10 vezes desde $1,00 \times 10^0 \text{ mol dm}^{-3}$ até $1,00 \times 10^{-4} \text{ mol dm}^{-3}$.

A tabela abaixo apresenta os valores das concentrações de $[\text{CH}_3\text{COOH}]_e$ e do produto de concentrações $[\text{CH}_3\text{COO}^-]_e \times [\text{H}_3\text{O}^+]_e$ a 25°C . O ácido acético é um ácido monoprotónico fraco, cuja ionização em água pode ser traduzida pela seguinte equação:



$[\text{CH}_3\text{COOH}]_e$ (mol dm^{-3})	$[\text{CH}_3\text{COO}^-]_e \times [\text{H}_3\text{O}^+]_e$ (mol dm^{-3}) ²
$1,00 \times 10^0$	$1,72 \times 10^{-5}$
$1,00 \times 10^{-1}$	$1,74 \times 10^{-6}$
$1,00 \times 10^{-2}$	$1,74 \times 10^{-7}$
$1,00 \times 10^{-3}$	$1,73 \times 10^{-8}$
$1,00 \times 10^{-4}$	$1,75 \times 10^{-9}$

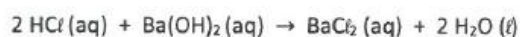
- 1.1. Determine o erro relativo, em percentagem, do valor experimental da constante de acidez do ácido acético, a 25°C . Utilizando a calculadora gráfica, comece por obter o valor experimental da constante de acidez do ácido acético, a partir da equação da reta que melhor se ajusta ao conjunto de valores apresentados na tabela. Considere que o valor tabelado da constante de acidez é $1,8 \times 10^{-5}$.
Apresente todas as etapas de resolução.

- 1.2. Da solução mais concentrada para a solução mais diluída, verifica-se que a concentração hidrogeniónica diminui cerca de

- (A) 100 vezes
- (B) 10 000 vezes
- (C) 9830 vezes
- (D) 1000 vezes

2. O ácido clorídrico, HCl (aq), é um dos ácidos mais utilizados em laboratórios de Química, nomeadamente, em volumetrias de ácido-base. Numa atividade laboratorial, um grupo de alunos realizou uma titulação, com o objetivo de determinar a concentração de uma solução de hidróxido de bário, $\text{Ba}(\text{OH})_2$ (aq).

A reação de neutralização que ocorre é a seguinte:



Os alunos titularam 25,00 mL de solução aquosa de hidróxido de bário, com uma solução padrão de ácido clorídrico de $\text{pH} = 0,60$, tendo-se gasto 18,20 mL desta solução até ao ponto de equivalência.

2.1. Determine a concentração da solução aquosa de hidróxido de bário.

Apresente todas as etapas de resolução.

2.2. Indique o nome do instrumento de medida utilizado para medir com rigor o volume da solução de hidróxido de bário a titular.

2.3. Num outro ensaio, a solução de titulante foi substituída por uma solução de ácido sulfúrico, H_2SO_4 (aq), com a mesma concentração que a solução de ácido clorídrico, HCl (aq).

Refira, justificando, a relação entre os volumes de ácido clorídrico e de ácido sulfúrico adicionado.

2.4. Suponha que em vez de um indicador, se utilizava um sensor de pH, o que permitiria obter o gráfico do pH em função do volume de titulante adicionado. Apresente o esboço da curva de titulação que seria obtido, assinalando as coordenadas do ponto de equivalência.

FIM

Cotações

1.1	1.2	1.3.1	1.3.2	2.1	2.2	2.3	3.1	3.2	3.3	3.4.1	3.4.2	3.4.3	3.4.4	3.4.5	1.1	1.2	2.1	2.2	2.3	2.4	Total
7	7	16	14	12	7	12	12	16	7	7	7	7	12	7	12	7	12	4	8	7	200

Anexo 39 – Ficha de Planificação – Da escola à universidade...um percurso químico



VISITA DE ESTUDO "Da escola à universidade...um percurso químico"

FICHA DE PLANIFICAÇÃO

Ano Letivo: 2018/2019

I. IDENTIFICAÇÃO DINAMIZADORES	
Departamento(s) Curricular(es): Matemática e Ciências Experimentais	Grupo(s) disciplinar(res): 510
Professor(es) Responsável(is): Paula Branquinho	Professor(es) Acompanhante(s): Estagiário de Física e Química - Mário Gomes

II. IDENTIFICAÇÃO DOS DESTINATÁRIOS		
Alunos <input checked="" type="checkbox"/>	Anos: 11º	Turmas: E
Outros <input type="checkbox"/>	Quais?	

III. PREVISÃO DE ENCARGOS		
Transporte <input type="checkbox"/>	Alimentação <input type="checkbox"/>	Bilhetes/espetáculos <input type="checkbox"/>
€	€	€
Outros <input type="checkbox"/>	Soma da previsão de encargos:	€
€		

IV. ITINERÁRIO DISCRIMINADO
Escola Secundária Infanta D. Maria -Rua dos Combatentes - Av. Dias da Silva - Rua Larga (Universidade de Coimbra)-Escola Secundária Infanta D. Maria

V. CALENDARIZAÇÃO		
Data(s) prevista(s):	5 de Junho de 2019	
Horário previsto:	Partida da escola	10:15 horas
	Chegada à escola	13:30 horas

VI. ENQUADRAMENTO		
a) Integrada no plano anual de atividades aprovado em Conselho Geral	Sim <input type="checkbox"/>	Não <input checked="" type="checkbox"/>
b) Para desenvolvimento de uma ou várias unidades de ensino	Sim <input checked="" type="checkbox"/>	Não <input type="checkbox"/>

VII. NATUREZA DA VISITA	
• Visita/trabalho de campo, orientado(a) pelo(s) professor(es) responsável(veis)	<input checked="" type="checkbox"/>
• Visita guiada por pessoa(s) estranha(s) à escola	<input checked="" type="checkbox"/>

VIII. OBJETIVOS DA VISITA
A visita em questão tem por objetivo a aplicação dos conhecimentos de Química obtidos na disciplina de Física e Química A (no 10º e 11º) através de uma abordagem eminentemente experimental e observacional, focada na exploração de variados lugares de interesse (químico) no percurso entre a Escola Secundária Infanta D.Maria e a Reitoria da Universidade de Coimbra. Para além deste percurso, esta saída de campo incluirá também uma visita a alguns espaços históricos icónicos da Universidade de Coimbra, nomeadamente: Paço Real; Paço das Escolas e Biblioteca Joanina.

IX. QUESTÕES ADMINISTRATIVAS / ORGANIZATIVAS						
a) Data da reunião com encarregados de educação: --						
b) Tratamento da informação recolhida na visita de estudo: <table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="text-align: right;">Exposição de materiais</td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td style="text-align: right;">Relatório</td> <td style="text-align: center;"><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td style="text-align: right;">Avaliação através de teste escrito</td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> </tr> </table>	Exposição de materiais	<input type="checkbox"/>	Relatório	<input checked="" type="checkbox"/>	Avaliação através de teste escrito	<input type="checkbox"/>
Exposição de materiais	<input type="checkbox"/>					
Relatório	<input checked="" type="checkbox"/>					
Avaliação através de teste escrito	<input type="checkbox"/>					
c) Plano de ocupação / proposta de atividades para os alunos não participantes na visita de estudo e cujos professores se encontram integrados na visita: --						
d) Outros aspetos que considere relevantes:						

X. CONHECIMENTO DO(S) DIRETOR(ES) DE TURMA
Assinatura(s):

XI. CONHECIMENTO DO(A) COORDENADOR(A) DO DEPARTAMENTO CURRICULAR
Assinatura:

Anexo 40 – Textos explicativos - Da escola à universidade...um percurso químico

Da escola à universidade...um percurso químico

Textos explicativos

1. Química na Farmácia

Começamos o nosso percurso químico junto a uma Farmácia. Muito poderia falar-se quanto à química dos diversos medicamentos aí vendidos, mas vamos antes focar-nos no seu exterior.

A placa com o nome da farmácia encontra-se iluminada através do uso de gases raros. Para obter este tipo de iluminação, é aplicada uma tensão elevada, num tubo onde o gás raro se encontra a baixa pressão. Esta descarga leva à excitação de eletrões do gás, levando-os a ocupar orbitais de maior energia. Ao voltarem ao estado fundamental, libertam essa energia sob a forma de fótons, cujo comprimento de onda é proporcional à diferença de energia entre os dois estados.

Desta forma, cada elemento fornecerá luz de comprimentos de onda característicos, aquando a excitação dos seus eletrões. As lâmpadas de néon fornecem geralmente luz de cor vermelho-alaranjado, no caso das cores do verde ao azul usam-se lâmpadas de árgon ou xénon, como no caso desta farmácia. Para obter a cor lilás, podemos usar o Kriptón.

Referências:

[1] <https://cosmosmagazine.com/chemistry/how-noble-gases-give-us-neon-lights> (acedido 29/05/2019)

[2] Sérgio Rodrigues “(PQ-CC) Néon e outros gases”, Percursos Químicos, Fevereiro de 2010

2. Química na Lavandaria

Estamos agora em frente a uma lavandaria, ocasião adequada para abordar o tema da *química da limpeza*.

Para remover nódoas, podemos usar diversos processos. As nódoas de ferro podem ser removidas através de reações de complexação, se se tratarem de nódoas de gordura, o mais adequado será a dissolução das mesmas, através de solventes orgânicos (ex: tetracloretileno); outras nódoas podem também ser removidas através de branqueadores, tais como a lixívia (hipoclorito de sódio) e a água oxigenada (peróxido de hidrogénio).

Já certamente terão visto em diversas lavandarias a expressão *Limpeza a Seco*. Neste processo, usam-se solventes orgânicos em vez de água, de forma a não danificar certas roupas. Ainda assim, é usada uma pequena quantidade de água, de forma a remover sujidades solúveis nesse solvente.

As composições de sabões e detergentes são bastante complexas, sendo muitas delas consideradas segredos industriais, pelo que é vulgar encontrar a descrição *5% de agentes tensioactivos aniónicos (ou algo semelhante)* na parte do rótulo referente à sua composição. No entanto, todos eles possuem químicos que baixam a tensão superficial da água, de nominados agentes tensioativos, o que permite “molhar” de forma mais eficiente os materiais e descolar a sujidade. Estes agentes formam estruturas muito pequenas, denominadas micelas, nas quais a sujidade é incorporada, de forma a ser posteriormente removida no processo de enxaguamento. A utilização destes químicos exige alguns cuidados. Os detergentes das máquinas de lavar loiça e roupa e as lixívias são muito básicos, sendo por isso muito agressivos para a pele e tóxicos por ingestão. Também não devemos misturar detergentes, pois essa mistura pode dar origem a reações químicas potencialmente perigosas. Se misturarmos lixívia com detergentes

amoniacaais, por exemplo, provocamos a libertação de amoníaco, gás bastante tóxico para os seres humanos...

Nota: texto adaptado, com o consentimento do autor, a partir da referência [1]

Referências:

[1] Sérgio Rodrigues "(PQ-CC)-Química na Lavandaria", Percursos Químicos, Maio de 2010

[2]<https://www.cnet.com/news/appliance-science-the-clean-chemistry-of-laundry-detergents/> (acedido a 29/05/2019)

3. Química e Física do céu

Após a subida, paremos um pouco...e olhemos para o céu. Por que razão é ele azul?..

Ainda que transparentes à radiação visível, os gases que constituem a atmosfera, difundem a radiação solar em todas as direções, sendo essa difusão maior para os comprimentos de onda correspondentes ao violeta e ao azul.

Trata-se de um efeito físico denominado dispersão de Rayleigh, de acordo com o qual a intensidade da radiação difundida é inversamente proporcional à 4ª potência do comprimento de onda. Desta forma, a radiação visível de cor azul (menor comprimento de onda) sofre muito maior difusão que a radiação de cor vermelha (maior comprimento de onda). Durante o dia olhamos para a radiação difundida pelas moléculas de ar desde um ângulo relativamente grande em relação ao Sol, percebendo o céu como azul.

Ao nascer e pôr-do-sol, a radiação solar atravessa uma maior camada de moléculas do ar, as quais difundem preferencialmente a radiação azul (de menor comprimento de onda) da direção do feixe de radiação, pelo que as radiações próximas do vermelho (menos difundidas) se mantêm em maior intensidade. Sendo que nessas alturas já estamos a olhar aproximadamente na direção do Sol, a cor que mais percebemos será próxima do vermelho.

E as nuvens? Porque serão elas brancas? As gotículas de água difundem todos os comprimentos de onda múltiplas vezes, levando-nos assim a observar essa cor. A coloração cinzenta que por vezes apresentam deve-se ao mesmo efeito, em circunstâncias em que lhes chega menos radiação solar.

Referências:

[1] Sérgio Rodrigues "(PQ-UC) Há química no ar e no céu", Percursos Químicos, Julho de 2009

[2]https://www.researchgate.net/post/Why_color_of_sky_is_blue_and_why_it_is_red_in_the_morning_and_evening2 (consultado a 26/06/2019)

[3]https://pt.wikipedia.org/wiki/Dispers%C3%A3o_de_Rayleigh (consultado a 26/05/2019)

4. Química das pastilhas elásticas

Ao longo do percurso, já devem ter reparado nos círculos negros que se encontram colados às pedras do passeio e à estrada que o ladeia. Tratam-se de pastilhas elásticas...a sujidade que está no ar e no chão tornam-nas negras, e a remoção das mesmas não é um processo nada fácil, na medida em que os polímeros que as constituem não são solúveis em água, nem as mesmas são biodegradáveis...

A pastilha elástica consiste numa borracha aromatizada e açucarada, originalmente natural, mas atualmente sintética. A goma que serve de substrato base é predominantemente hidrofóbica. A hidrofobicidade da base permite que os ingredientes responsáveis pelo sabor se liguem mais

fortemente à goma, resultando numa libertação mais lenta do sabor e numa menor intensidade do mesmo. Uma consequência adversa deste facto, é que não adianta tentar remover as pastilhas com água...

A origem das pastilhas provêm de etapas muito iniciais do desenvolvimento da humanidade, quando as pessoas começaram a apreciar mastigar substâncias de origem vegetal. Estes utilizadores iniciais de pastilhas, para além do prazer associado ao ato de mastigar, terão também beneficiado das propriedades antissépticas das substâncias que mastigavam.

Com a popularização das pastilhas, e para maior deleite dos consumidores, começou a ser adicionado açúcar às mesmas. Ainda que mais doces, o consumo frequente destas pastilhas aumentou a incidência de caries, pelo que se tornou necessário desenvolver alternativas...

Um dos substitutos encontrados, de forma a manter o sabor doce das mesmas foi o Xylitol. As primeiras pastilhas com este substituto foram produzidas na Finlândia, nos anos 70 e surgiram por ocasião de ensaios clínicos, onde era testado o efeito de dietas à base de sucrose, frutose e xylitol. Após este estudo, a popularidade destas pastilhas foi crescendo, particularmente impulsionada por campanhas de saúde oral, na medida em que foram também verificados efeitos positivos do Xylitol a nível da prevenção das caries.

Com vimos, os químicos conseguiram resolver o problema do açúcar nas pastilhas. E as pastilhas coladas no chão?... O civismo por si só poderia bastar, mas também nisso os químicos deram uma ajuda.

Em 2007, Terence Cosgrave e os seus colegas da universidade de Bristol, no Reino Unido, anunciaram a criação de uma nova goma de pastilha elástica que poderia ser facilmente removida das superfícies com água e detergentes convencionais. Esta nova goma é constituída por co polímeros anfífilicos, ou seja, que possuem uma parte hidrofílica e uma hidrofóbica, os quais não só mantêm as características da pastilha elástica, como se degradam em 6 meses, quando na presença de água. Nos Estados Unidos esta pastilha já é comercializada desde de 2010 (não temos dados quanto a Portugal).

Referências:

- [1] Sérgio Rodrigues “(PC-CC) Pastilhas elásticas: a culpa não é da química...”, Percursos Químicos, Janeiro de 2010.
- [2]<https://www.chemistryworld.com/news/non-stick-chewing-gum-hits-market/3002961.article> (consultado a 27/05/2019)
- [3] Raychelle Burks “What's That Stuff? Chewing Gum”; Chemical & Engineering News: Science & Technology, 2007
- [4] W.P. Edwards “SWEETS AND CANDIES | Sugar Confectionery”; Encyclopedia of Food Sciences and Nutrition (Second Edition), 2003
- [5] Robert Sobel, Chin-Ping Su “Novel Concepts and Challenges of Flavor Microencapsulation and Taste Modification” ;Microencapsulation in the Food Industry, 2014
- [6] K.K. Mäkinen Authorised EU health claims for xylitol and sugar-free chewing gum (SFCG); Foods, Nutrients and Food Ingredients with Authorised Eu Health Claims, 2014

5. Química dos Eucaliptos

Paralelamente à avenida lateral do botânico podemos encontrar 3 eucaliptos, de duas espécies diferentes, facilmente identificáveis pelo cheiro das suas folhas. Recolhe folhas destas árvores e experimenta sentir o seu odor. Lembra-te algo?...

O cheiro a eucalipto é dado por uma mistura de compostos, dos quais o mais importante é o eucaliptol. Este composto é um terpeno de fórmula empírica $C_{10}H_{18}O$.

Mas há no Jardim Botânico um eucalipto cujas folhas têm um cheiro *parecido ao* do limão! Embora o cheiro seja devido a uma mistura de compostos, o mais importante é o citronelal, um isómero (molécula com o mesma fórmula empírica mas estrutura diferente) do eucaliptol. Aqueles a quem o cheiro parecer semelhante ao de um detergente da loiça têm razão: o citronelal é muito usado nestes detergentes[1].

Temos ainda um outro isómero do eucaliptol e do citronelal, que apresenta um cheiro característico. Trata-se do geraniol, o qual é bastante usado em perfumes, tendo um odor semelhante às rosas, para além de possuir também propriedades repelentes.

Referências:

[1] Sérgio Rodrigues "(PQ-UC) Um eucalipto que cheira a limão", Percursos Químicos, Fevereiro de 2011

[2] <https://pt.wikipedia.org/wiki/Geraniol> (consultado a 27/05/2019)

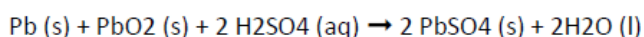
6. Química do chumbo

O chumbo é um metal pouco reativo e de moldagem relativamente fácil. Muitas vezes podemos encontra-lo em calhas de escoamento de águas de casa antigas, bem como em campas de cemitério, onde é usado nas inscrições. O Chumbo está também presente nas baterias utilizadas para iniciar os motores dos veículos a gasolina.

Este metal tem uma cor cinzenta, sendo facilmente riscado por uma moeda, o que revela a cor brilhante do metal por baixo da superfície. Consequência do seu ponto de fusão relativamente baixo (328°C), no passado, o chumbo era também utilizado com outra finalidade. Em vedações de ferro, como aquelas que podemos encontrar à nossa esquerda, o chumbo fundido foi usado na fixação das grades de ferro aos suportes de pedra. Esta forma de fixação pode trazer alguns problemas a longo prazo, na medida em que temos 2 metais em contacto de diferente reatividade. O metal mais reativo (o ferro) oxida-se, sendo corroído. Quando se forma ferrugem, o volume do ferro aumenta substancialmente, provocando um aumento da pressão do metal sobre a pedra, o que provoca a separação da grade de ferro.

Observa as grandes à tua esquerda e encontra uma onde o fenómeno se verifique!

Quando a bateria está em modo de descarga – o qual fornece energia ao veículo – ocorre a seguinte reação:



Trata-se da combinação de duas reações: uma reação de oxidação que ocorre na placa de chumbo da bateria e uma reação de redução que ocorre na placa de óxido de chumbo da bateria. Na placa de chumbo, o chumbo é oxidado a sulfato de chumbo perdendo $2e^-$. Estes eletrões são libertados no circuito, providenciando a energia necessária para o motor funcionar.

Se bombearmos eletrões para o sistema, a partir de alguma fonte exterior, podemos inverter ambas as reações apresentadas. A bateria vai ficando carregada à medida que a corrente flui até ela. Isto acontece (por exemplo) quando o carro está a ser conduzido. Pelo menos quando as baterias são novas. Com o passar do tempo, os iões sulfato tendem a formar cristais insolúveis na superfície dos elétrodos que não permitem que as reações inversas ocorram, desta forma, as baterias de chumbo deixam de poder ser carregadas.

Referências:

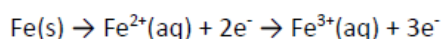
- [1] Sérgio Rodrigues “(PQ-CC) Chumbo na cidade”, Percursos Químicos, Novembro de 2010
- [2] Peter Borrows; “Chemistry Outdoors”; School Science Review, 2006
- [3] Michael Tinneland; “Drivers, Start your electric engines”, Chemmatters, 2013

7. Química na estufa de ferro.

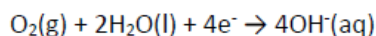
O ferro tem-se revestido de grande importância na história da humanidade. Desde utensílios, passando pelo armamento, máquinas e construção de edifícios, a presença do ferro tem sido uma constante.

O ferro forjado, já usado na idade média, era obtido diretamente do minério, sendo mais maleável. Com ele executaram-se obras de grande beleza, como o portão principal do Jardim Botânico. Por sua vez, o ferro fundido, saturado de carbono e silício, começou a ser usado em armamento no final da idade média, alcançando um grande êxito com a revolução industrial que superou o do ferro forjado: era mais barato, mais forte e podia ser moldado. Uma das construções mais icónicas de ferro fundido que possuímos na cidade é a estufa Grande do Jardim Botânico, cuja construção começou em 1859, sendo um dos edifícios mais antigas de arquitetura de ferro em Portugal.

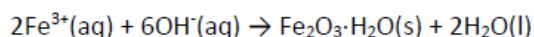
O ferro é um metal muito sensível à degradação por corrosão, na medida em que a camada de óxidos de ferro (ferrugem) não forma uma superfície protetora que impossibilite a continuação da degradação. A oxidação do ferro ocorre caso haja água, ou soluções aquosas em contacto com o ferro, bem como uma zona relativamente protegida do ar que funcione como ânodo [2]:



Os eletrões libertados nesta reação fluem pelo metal, para as zonas mais expostas ao ar e água onde ocorre a reação de redução (cátodo):



Os iões hidróxido e ferro (III) difundem-se pela solução e acabam por formar um precipitado de óxido de ferro (III) hidratado (a *ferrugem*),



Uma das técnicas mais eficazes e simples de prevenir a formação da ferrugem é a aplicação de tinta, criando uma camada que protege o ferro do contacto com o ar e a água e prevenindo a sua corrosão, tal como foi feito nesta estufa.

Referências:

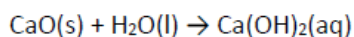
- [1] Sérgio Rodrigues “(PQ-PN) Esculturas de ferro no Parque das Nações”, Percursos Químicos, Maio de 2013
- [2] Sérgio Rodrigues “(PQ-UC) Química da Porta Férrea e das Pedras que a rodeiam”, Percursos Químicos, Maio de 2010
- [3] https://www.uc.pt/jardimbotanico/noticias_01/abertura-estufa (consultado a 28/05/2019)
- [4] José Amado Mendes “O ferro na história: das artes mecânicas às Belas-artes”; 2000

8. Química nos Arcos do Jardim

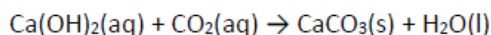
Os Arcos do Jardim, parte do Aqueduto de S. Sebastião, são uma construção do final do século XVI, recentemente restaurada e que merece alguma atenção. Um pormenor que possivelmente vos poderá ter escapado, é a existência de pequenas estalactites no arco mais próximo do departamento de matemática!

Elas resultam de processo químico muito comum que pode envolver betão, cimento, ou cal e reações ácido-base.

O betão é constituído a partir de uma mistura água com cimento, areia e pequenas pedras. A água resultante das chuvas penetra lentamente o betão, sendo que algum óxido de cálcio presente no cimento reage com a água, originando hidróxido de cálcio. Este hidróxido dissolve-se, dando origem a uma solução de hidróxido de cálcio.



O hidróxido de cálcio pode pingar desde superfícies de betão como arcos e pontes, reagindo com o dióxido de carbono da atmosfera e deixando para trás um depósito de carbonato de cálcio que vai progressivamente crescer e dar origem às estalactites.



Os Arcos aparentam ter sido restaurados de forma tradicional, usando argamassas à base de cal (que contém hidróxido de cálcio) e por isso verifica-se a formação de manchas brancas e estalactites de carbonato de cálcio de acordo com a reação acima. Estas estalactites crescem de forma bastante mais rápida do que aquelas que surge de forma natural, por exemplo nas grutas[1].

Nas grutas, a rocha calcária dissolve-se em água com dióxido de carbono formando bicarbonato de cálcio a partir do qual vai formando de novo carbonato de cálcio de acordo com o equilíbrio $\text{CaCO}_3\text{(s)} + \text{CO}_2\text{(aq)} + \text{H}_2\text{O(l)} \leftrightarrow \text{Ca(HCO}_3)_2\text{(aq)}$.

Referências:

- [1] Sérgio Rodrigues “(PQ-UC) Estalactites nos arcos do jardim”, Percursos Químicos, Março de 2010
- [2] Peter Borrows; “Chemistry Outdoors”; School Science Review, 2006

9. Química dos gases de arrefecimento e refrigeração

Dentro da área vedada à nossa frente podemos observar equipamentos que utilizam diferentes gases, uns para aquecimento, outros para arrefecer.

Alguém sabe que gás está nas botijas azuis? Trata-se de propano, o qual se encontra no estado líquido, na forma de um gás de petróleo liquefeito (GPL). Este gás, tal como o butano não tem cheiro, o vulgar cheiro que atribuímos ao gás vem de compostos de enxofre, geralmente etanodiol[1].

Por cima das botijas, podemos encontrar caixas brancas, parte de sistemas de ar-condicionado. Estes aparelhos utilizam compostos dentro de um mecanismo estanque, comprimidos no exterior da habitação, passando do estado gasoso para líquido, aquecendo o meio exterior. No interior da habitação estes compostos são expandidos, passando do estado líquido a vapor, arrefecendo em consequência a casa.

No fim dos anos 20 (do século XX), Thomas Midgley Jr. começou a produzir clorofluorocarbonetos (CFC's), compostos não tóxicos e muito estáveis que melhoravam a refrigeração. Atendendo a que são tão estáveis próximo do solo, os cientistas demoraram décadas a começar a ver sinais de problemas com o ozono, nas camadas altas da atmosfera. Foi apenas nos 70 que os químicos descobriram que os CFC's se separam, libertando átomos de cloro quando expostos a radiação UV intensa, proveniente do sol. Cada átomo de cloro destrói duas moléculas de ozono e é regenerado no processo, podendo reagir desta forma um sem número de vezes, destruindo milhares de moléculas de ozono. Como resultado do uso generalizado de CFCs, a camada de ozono foi sendo progressivamente empobrecida.

Juntando resultados decorrentes de experiências e de observações, os cientistas conseguiram explicar aos políticos e empresas por que razão seria necessário parar a produção destas substâncias. Estes diálogos levaram em 1987, ao Protocolo de Montreal. Um tratado internacional que estabelece metas temporais para os países reduzirem e eventualmente terminarem a venda e produção de CFCs.

Ainda que os diferentes países tenham acordado o fim da utilização destes químicos, a natureza demorará ainda algum tempo a recuperar.

Já viram que por vezes os níveis de ozono são referidos nas previsões meteorológicas? Trata-se do mesmo Ozono?

Para os seres vivos no planeta Terra existe bom e mau ozono. O facto de a molécula ser benéfica ou prejudicial está essencialmente relacionado com a sua localização.

A maior parte do ozono encontra-se na estratosfera, cerca de 5 a 10 km acima da superfície da Terra. A esta altitude, as moléculas de ozono absorvem e dispersam a radiação UV proveniente do Sol. Ao nível do solo, por outro lado, valores elevados de ozono representam uma má notícia... Este ozono é geralmente associado ao SMOG e forma-se em consequência de combustões incompletas – tanto de florestas a arder e campos, como pela combustão incompleta de combustíveis fósseis. A radiação solar “cozinha” os químicos poluentes no ar, catalisando as reações químicas que levam à produção de ozono.)

Referências:

[1] Sérgio Rodrigues “(PQ-UC) Gases que usamos para nos aquecer e arrefecer”, Percursos Químicos, Julho de 2009

[2] Mike Carlowicz; “The Ozone Layer: Our Global Sunscreen”; Chemmatters, 2013

[3]https://cen.acs.org/environment/greenhouse-gases/Rise-CFC-emissions-threatens-ozone/96/i21?utm_source=feedburner&utm_medium=feed&utm_campaign=Feed%3A+cen_

atestnews+%28Chemical+%26+Engineering+News%3A+Latest+News%29 (consultado a 28/05/2019)

10. Química dos carros elétricos

Nos últimos anos temos visto um número crescente de veículos elétricos em circulação, consequência das crescentes preocupações ambientais e limitações ao uso de combustíveis fósseis. Razão pela qual começam a surgir estações como esta para o carregamento dos veículos. Mas desengane-se quem pensa que os carros elétricos são uma novidade!... Na verdade, no início do sec XX, já existia meia dúzia de fabricantes destes veículos. Nesta época, tal como na atualidade, estes carros estavam limitados pela sua autonomia e pela ausência de infraestruturas para o carregamento de baterias. À medida que se foram construindo melhores autoestradas, os condutores exigiam carros com uma maior autonomia. A produção em massa baixou o custo dos veículos, melhorando a qualidade dos veículos a gasolina. Por volta dos anos 30, os carros elétricos poderiam considerar-se extintos...até ao seu ressurgimento nas últimas décadas!

As baterias de chumbo são demasiado pesadas para ser usadas nos carros elétricos atuais. As baterias dos carros elétricos modernos são baterias de iões de lítio. A química por detrás das mesmas é semelhante à das baterias de chumbo, com diferentes elementos em jogo e uma diferente performance.

As baterias de iões de lítio consistem em 3 componentes principais: um elétrodo positivo, um elétrodo negativo e uma solução eletrolítica. O elétrodo positivo é feito de algum tipo de óxido de lítio (em camadas), tal como o Óxido de Lítio-Cobalto (LiCoO_2). O elétrodo negativo é feito de grafite. O eletrólito é uma solução não aquosa de um sal de lítio. Quando a bateria é utilizada para fornecer energia ao carro, os iões de lítio movem-se desde o ânodo de grafite, atravessando o eletrólito em direção ao cátodo. Neste processo, os átomos de lítio são oxidados no ânodo, o que deixa eletrões livres para trás, os quais podem viajar através do circuito elétrico.

Mas por que razão é isto uma melhoria em relação às baterias de chumbo? Em primeiro lugar, elas são muito mais leves. O chumbo é um dos metais (comuns) mais densos, enquanto o lítio é um dos mais leves. Outra razão é o facto de o lítio ser muito mais reativo que o chumbo. Desta forma, podemos armazenar uma grande densidade de carga nas baterias de iões de lítio.

Para além disso, as baterias de iões de lítio mantêm a carga muito melhor do que outros tipos, perdendo apenas 5% da carga por mês. Estas baterias podem ser carregadas e descarregadas centenas de vezes sem que seja necessário que a bateria se descarregue completamente, para ser novamente carregada.

Os principais contras para o carro elétrico parecem ser somente a sua autonomia, a qual limita o seu uso a distâncias relativamente pequenas, bem como o facto da maior parte da energia elétrica produzida em muitos países resultar de fontes não-renováveis. No entanto, estes problemas serão certamente solucionados nos próximos anos com o desenvolvimento de baterias de iões de lítio mais eficientes e menos dispendiosas e a conversão energética dos vários países a fontes de energia renováveis.

Referências:

[1] Michael Tinneland "Drivers, Start your electric engines", Chemmatters, 2013

"Common cathode material are Lithium Cobalt Oxide (or Lithium Cobaltate), Lithium Manganese Oxide (also known as spinel or Lithium Manganate), Lithium Iron Phosphate, as well as Lithium Nickel Manganese Cobalt (or NMC)** and Lithium Nickel Cobalt Aluminum Oxide (or NCA)."

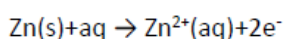
https://batteryuniversity.com/learn/archive/understanding_lithium_ion

https://en.wikipedia.org/wiki/Lithium_cobalt_oxide

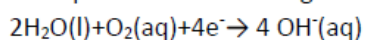
11. Química numa caleira

O Zinco é um metal consideravelmente mais reativo que o ferro. Por essa razão, podemos encontra-lo no revestimento de baldes do lixo (de ferro), carris e caleiras de escoamento de água, tal como aquelas que aqui vemos, junto à parede da antiga Faculdade de Medicina. Este processo de proteção no qual o metal mais reativo, o zinco, oxida em lugar do ferro, denomina-se galvanização.

O Zinco sofre assim a oxidação:



Na superfície do material galvanizado, ocorre a reação:



No processo de galvanização, o ferro é geralmente mergulhado em zinco fundido, ficando uma camada fina de zinco agarrada à superfície do ferro, a qual cristaliza à medida que arrefece. Um arrefecimento mais rápido leva a cristais mais reduzidos, enquanto um arrefecimento lento produz padrões de cristais de maiores dimensões e variadas formas.

Referências:

[1] Peter Borrows; "Chemistry Outdoors"; School Science Review, 2006

12. Química dos Painéis Fotovoltaicos

Neste ponto do nosso percurso, vamos falar um pouco de células fotovoltaicas, cujos materiais absorvem radiação solar, transformando-a numa corrente elétrica passível de aproveitamento em diversas aplicações, como fornecer energia a este parquímetro, por exemplo. Existe muita química por detrás destes equipamentos!

As células fotovoltaicas são constituídas por 2 tipos de semicondutores, chamados semicondutor tipo p e tipo n. O semicondutor tipo p é produzido através da adição de átomos, como o Boro, que têm um eletrão a menos na camada de valência comparativamente ao silício, a um monocrystal desta substância. Na medida em que o boro tem menos um eletrão do que o necessário para estabelecer ligações com os átomos de silício em redor, cria-se uma lacuna. O semicondutor tipo-n é produzido através da inclusão no de silício, de átomos que têm um eletrão a mais na camada de valência comparativamente a ele, como o fósforo. O fósforo pode assim ligar-se aos átomos de silício vizinhos, mas um dos eletrões não se envolve na ligação, ficando livre para se mover no interior da estrutura cristalina.

A célula solar consiste numa camada de silício tipo-p colocada junto a uma camada de silício tipo n. Na camada tipo-n, existe um excesso de eletrões, e na camada tipo-p um excesso de lacunas. Próximo da junção existe uma área denominada zona de depleção, na qual os eletrões de um lado preenchem as lacunas do outro. Quando todas as lacunas são preenchidas pelos eletrões, na zona de depleção, os dois lados da junção possuem cargas opostas, criando-se um campo elétrico interno que impede os eletrões da camada tipo-n de preencherem as lacunas na camada tipo-p.

Se a radiação solar atinge a célula fotovoltaica, são ejetados eletrões no silício, formando-se lacunas. Nesta situação, o campo elétrico move os eletrões para a camada tipo-n, criando lacunas na camada tipo-p. Se ligarmos as camadas tipo n e tipo p com um fio condutor, os

elétrões deslocam-se da camada tipo-n para a camada tipo-p atravessando a zona de depleção e regressam pelo fio exterior à camada tipo-n. Desta forma cria-se uma corrente elétrica! Agrupando estas células em conjuntos, podemos obter voltagens e correntes úteis, armazenando a energia produzida através de baterias ou de pilhas.

Referências:

[1]<https://www.acs.org/content/acs/en/education/resources/highschool/chemmatters/past-issues/archive-2013-2014/how-a-solar-cell-works.html> (consultado a 28/05/2019)

[2] Sérgio Rodrigues “(PQ-CC) Painéis solares e química”, Percursos Químicos, Dezembro de 2012

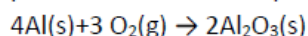
13. Química do alumínio e do vidro

Chegámos agora à entrada do departamento de Física, Neste lugar, 2 materiais encontram-se em destaque o alumínio e o vidro.

O alumínio é usado numa grande variedade de produtos, tais como latas, utensílios de cozinha, eletrodomésticos, caixilhos de janelas e portas, como aquela que temos diante de nós. A sua grande versatilidade de usos resulta das suas propriedades químicas e físicas. Tem uma baixa densidade, uma excelente resistência à corrosão e pode ser facilmente fundido e moldado. É o segundo metal mais maleável e o sexto mais dúctil. Trata-se também do metal mais abundante na crosta terrestre (8,1%), mas raramente é encontrado na natureza em forma pura, na medida em que é bastante reativo.

No final do século XVIII, já era sabido que o óxido de alumínio continha um metal, mas ainda não tinha sido possível extrai-lo. A primeira pessoa a conseguir extrair alumínio foi Oersted, em 1825, através do aquecimento de cloreto de alumínio com potássio.

Por ser bastante reativo, o alumínio reage rapidamente com o oxigénio do ar formando o óxido de alumínio, Al_2O_3 , que é muito pouco reativo. Assim, forma-se sobre o alumínio uma película protetora deste óxido que o protege:



Quando o alumínio é usado em construção, esta camada de óxido é reforçada de forma artificial, denominando-se o material alumínio anodizado.

Os vidros nem sempre foram fabricados pelo homem. Os chamados vidros naturais podem ser formados quando algumas rochas são fundidas a elevadas temperaturas e, em seguida, solidificadas rapidamente. Tal situação pode, por exemplo, ocorrer nas erupções vulcânicas. Os vidros naturais assim formados permitiram aos humanos na Idade da Pedra produzir ferramentas de corte para uso doméstico e defesa. As características destes vidros fizeram com que alcançassem um grande valor, a ponto dos egípcios os considerarem como material precioso.

Plínio, naturalista romano, nascido no ano 23 d.C., atribui aos fenícios a obtenção dos vidros. Segundo os seus relatos, ao desembarcarem nas costas da Síria, cerca de 7000 anos a.C., os fenícios improvisaram fogões usando blocos de salitre sobre a areia. Observaram que passado algum tempo de fogo vivo, escorria uma substância líquida e brilhante que se solidificava rapidamente. Os primeiros estudos sobre vidros foram realizados por Michael Faraday, em 1830, o qual definiu vidros como sendo materiais “mais aparentados a uma solução de diferentes substâncias do que um composto em si”.

Os vidros convencionais são produzidos através de um método de fusão e arrefecimento de uma mistura de sílica e carbonatos de sódio e cálcio. Quando as matérias-primas de um vidro se encontram fundidas, as suas estruturas apresentam grandes semelhanças com as de um líquido (tal como observado por Faraday!). Durante o processo de cristalização, é necessário algum tempo para que as unidades estruturais se orientem e atinjam as posições adequadas para

formar o cristal. Por esse motivo, um arrefecimento rápido faz com que as unidades percam a mobilidade antes de se ordenarem. A temperatura a que estas unidades estruturais perdem a mobilidade, fixando-se os átomos em determinadas posições denomina-se temperatura de transição vítrea, formando-se o vidro quando abaixo dessa temperatura!

Referências:

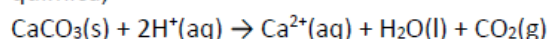
- [1] Sérgio Rodrigues "(PQ-UC) Portas de alumínio e vidros", Percursos Químicos, Julho de 2009
- [2] <http://www.rsc.org/periodic-table/element/13/aluminium>
- [3] Eduardo Peixoto "Alumínio" Química Nova na Escola, 2001
- [4] Oswaldo Alves, Iara Gimenez e Italo Mazali, "Vidros", 2001

14. Química da Porta Férrea e das pedras que a rodeiam

Como já vimos num outro ponto do passeio, o ferro é um metal muito sensível à degradação por corrosão, na medida em que a camada de óxidos de ferro (ferrugem) não forma uma superfície protetora que impossibilite a continuação da degradação, contrariamente ao alumínio. A Porta Férrea já tem quase quatrocentos anos e não se nota que esteja muito corroída. Porquê?

Uma das explicações é que o ferro exposto ao ar e mantido seco, não sofre corrosão significativa. Para haver corrosão é necessário, para além do oxigénio do ar, que haja água e ainda que existam zonas do ferro relativamente protegidas do ar. Sendo uma porta que deixa passar as *correntes de ar*, mesmo quando fechada, está também mais protegida da corrosão. Outra possível explicação, (indicada pelo Professor Victor Lobo), será a presença de fósforo e arsénico na composição do *ferro* da porta, a qual poderá ser devida aos processos de produção deste material à época. A presença destes elementos contribuiria para a maior resistência à corrosão. O ferro sofre corrosão significativa em zonas pouco oxigenadas e portanto normalmente pouco visíveis, mas que poderão ser as zonas por debaixo da ferrugem que já se formou. No caso da presença de fósforo, poderá haver formação de uma camada protetora de $\text{FePO}_4 \cdot \text{H}_3\text{PO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ entre o metal (com fósforo) e a *ferrugem* à superfície.

Debrucemo-nos agora quanto à Pedra onde a Porta assenta. Trata-se de uma rocha calcária denominada *pedra de Ançã*. É uma pedra relativamente mole, constituída em grande percentagem por carbonato de cálcio, muito porosa e particularmente sensível à degradação. Embora a erosão física causada pelo vento e pela chuva seja importante, a erosão química causada pelas chuvas ácidas e pelos gases emitidos pelos carros terá tido um efeito ainda mais nefasto. De facto os ácidos provocam a degradação rápida do calcário de acordo com a reação química,



Nota: Texto adaptado, com o consentimento do autor, a partir da referência [1]

Referências:

- [1] Sérgio Rodrigues "(PQ-UC) Química da porta férrea e das pedras que a rodeiam", Percursos Químicos, Setembro de 2009

Anexo 41 – Fotografias do Percurso Químico

Fotografias do percurso químico

Fotografia de Grupo



Ponto 1 – Química na Farmácia



Ponto 2 – Química na Lavandaria





Ponto 3 – Química e Física do Céu



Ponto 4 – Química das pastilhas elásticas



Ponto 5 – Química dos eucaliptos





Ponto 6 – Química do Chumbo



Ponto 7 – Química na Estufa de Ferro



Ponto 8 – Química nos Arcos do Jardim





Ponto 9 - Química dos gases de arrefecimento e refrigeração



Ponto 10 – Química dos carros elétricos



Ponto 12 e 13 – Química do Alumínio e Vidro e Química dos painéis fotovoltaicos

Nota: Devido a constrangimentos temporais, os pontos 12 e 13 foram abordados aquando a mesma paragem, na medida em que também existia um painel fotovoltaico na paragem de autocarro ao lado do Departamento de Física (Ponto 13). Na medida em que o professor Sérgio Rodrigues, autor das fotografias do percurso não se encontrava junto do grupo aquando a paragem no ponto 11, não existem fotos dessa paragem.



Ponto 14 – Química da Porta Férrea



Visita à Universidade





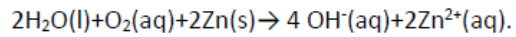
Anexo 42 – Questionário: Percurso Químico: Da escola à universidade

Questionário

Percurso Químico: Da escola à universidade

1. Quando usamos os gases raros na iluminação, como na Farmácia onde passámos, os eletrões excitados pela tensão aplicada no tubo, voltam em seguida ao estado fundamental, libertando fotões de comprimento de onda proporcional à diferença de energia entre os 2 estados. Qual é a constante de proporcionalidade se nesta relação?
2. Na paragem da Lavandaria, referiu-se que a maior parte dos detergentes apresentam na composição “5% de agentes tensoativos aniónicos” (ou catiónicos). Por que razão não existem formulações envolvendo detergentes catiónicos e aniónicos?
3. Quando uma bateria de chumbo está em modo de descarga, ocorre a seguinte reação:
$$\text{Pb(s)} + \text{PbO}_2\text{(s)} + 2\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow 2\text{PbSO}_4\text{(s)} + 2\text{H}_2\text{O(l)}$$
Indique a opção correta:
(A) O Pb é reduzido e o PbO₂ é oxidado
(B) O Pb é oxidado e o PbO₂ é reduzido
(C) O Pb é oxidado e o H₂SO₄ é reduzido
(D) O Pb é reduzido e o H₂SO₄ é oxidado.
4. O Ferro é um metal muito sensível à degradação. Indique duas técnicas utilizadas para proteger este metal da corrosão.
5. Que condições ambientais são necessárias para que possa ocorrer a corrosão do Ferro?
6. Que vantagens apresentam as atuais baterias de lítio relativamente às baterias de chumbo? Indique duas.
7. Sabendo que o CFC-12 é constituído por 2 átomos de cloro, 2 de Fluor e 1 de Carbono, qual seria o seu nome segundo a nomenclatura IUPAC?

8. Nas caleiras revestidas a Zinco, como aquela que observámos junto à antiga Faculdade de Medicina, verifica-se a seguinte reacção:



Indique a opção correta:

- (A) O oxigénio é oxidado, passando o seu nºox. de -2 a 0
- (B) O oxigénio é reduzido, passando o seu nºox. de 0 a -2
- (C) O hidrogénio é reduzido, passando o seu nºox de +1 a -1.
- (D) O hidrogénio é oxidado, passando o seu nºox de 0 a 1

9. No poste revestido a Zinco vimos um exemplo de cristalização. Em que rocha (bastante conhecida) podemos encontrar indícios evidentes de uma cristalização lenta, com formação de cristais de diferentes minerais.

10. Oersted foi o primeiro a conseguir extrair alumínio. No entanto tornou-se célebre em consequência dos seus contributos na Física. Que descoberta no campo do eletromagnetismo protagonizou Oersted?

Anexo 43 – Inquérito pós-percurso



Física e Química A – Ano Letivo 2018/ 2019

Inquérito

Atividade “Da escola à universidade...um percurso químico”

Responda às questões, assinalando a opção que melhor corresponde à sua opinião quanto às afirmações apresentadas, referentes à atividade desenvolvida dia 5 de Junho e aos recursos nela utilizados.

1. Os diversos conteúdos foram abordados com clareza e exatidão.

- Discordo Fortemente
- Discordo
- Nem discordo nem concordo
- Concordo
- Concordo plenamente

2. O professor encorajou os alunos a participar ativamente na atividade realizada.

- Discordo Fortemente
- Discordo
- Nem discordo nem concordo
- Concordo
- Concordo plenamente

3. O professor conseguiu prender o meu interesse ao longo da atividade desenvolvida.

- Discordo Fortemente
- Discordo
- Nem discordo nem concordo
- Concordo
- Concordo plenamente

4.Os conteúdos abordados enquadram-se no programa da disciplina de Física e Química A.

- Discordo Fortemente
- Discordo
- Nem discordo nem concordo
- Concordo
- Concordo plenamente

5.Os conteúdos abordados proporcionam acesso a conhecimentos atualizados e relevantes para a compreensão da Química (e Física).

- Discordo Fortemente
- Discordo
- Nem discordo nem concordo
- Concordo
- Concordo plenamente

6.A duração da atividade foi adequada aos objetivos propostos.

- Discordo Fortemente
- Discordo
- Nem discordo nem concordo
- Concordo
- Concordo plenamente

7.A divisão dos alunos em grupos facilitou a realização das atividades propostas

- Discordo Fortemente
- Discordo
- Nem discordo nem concordo
- Concordo
- Concordo plenamente

8.Os materiais utilizados (modelos, imagens e produtos químicos) foram os adequados à atividade.

- Discordo Fortemente
- Discordo
- Nem discordo nem concordo
- Concordo
- Concordo plenamente

9.Recebi orientação adequada para a utilização das aplicações.

- Discordo Fortemente
- Discordo
- Nem discordo nem concordo
- Concordo
- Concordo plenamente

10.As aplicações utilizadas (*Socrative* e *Geotourist*) são fáceis de ser utilizadas.

- Discordo Fortemente
- Discordo
- Nem discordo nem concordo
- Concordo
- Concordo plenamente

11. A resposta ao questionário utilizando a aplicação *Socrative* trouxe vantagens comparativamente à resposta a um questionário em papel.

- Discordo Fortemente
- Discordo
- Nem discordo nem concordo
- Concordo
- Concordo plenamente

12.A minha avaliação geral da atividade é boa.

- Discordo Fortemente
- Discordo
- Nem discordo nem concordo
- Concordo
- Concordo plenamente

Observações:

Anexo 44 – Ata de Eleição do Delegado/a e Subdelegado/a de Turma (10ºE)



ATA DA ELEIÇÃO DOS/AS DELEGADO/A E SUBDELEGADO/A DE TURMA

Aos vinte e sete dias do mês de Setembro de dois mil e dezoito, pelas dezasseis horas e 40 minutos, na presença do Professor Estagiário e dos/as alunos/as da turma E do 10.º ano, procedeu-se à eleição dos/as respetivos/as Delegado/a e Subdelegado/a.-----

Previamente, o professor estagiário sublinhou a importância dos cargos em questão, chamando a atenção para a seriedade do ato a realizar. De seguida, passou-se à votação, tendo-se apurado os seguintes resultados:-----

Número de votos válidos: vinte e seis -----

Número de votos em branco: um -----

Número de votos nulos: zero -----

Número de votantes: vinte e sete -----

Com catorze votos, foi eleito o Delegado de Turma a aluna Carolina Sofia Baptista, n.º 5. Seguiu-se com seis votos, o aluno Rui Daniel Baptista, n.º 26, o qual não se mostrou interessado em assumir o cargo, pelo que o aluno Pedro Afonso Santos, nº22, o terceiro mais votado, com 2 votos, assumirá o cargo de Subdelegado de Turma.-----

Nada mais havendo a tratar, deu-se por encerrada a eleição, sendo elaborada a presente ata, que depois de lida e aprovada, vai ser assinada.-----

Diretora de Turma: _____

Secretária: _____

Delegado: _____

Subdelegada: _____

Aprovado em reunião de conselho pedagógico realizado em 20.02.2013



Anexo 46 – Dia Aberto – Fotografias dos Cartazes

Fotos dos Cartazes – Dia Aberto

Black Snake

Já viste uma cobra negra e esponjosa?...
Observa o que acontece após aproximarmos um fósforo à areia no cadinho.

A areia está impregnada com álcool isopropílico, o qual entra em combustão na proximidade de um fósforo:

$$2C_3H_7OH(l) + 9O_2(g) \rightarrow 6CO_2(g) + 8H_2O(g)$$

Quando o bicarbonato de sódio é aquecido até uma dada temperatura, devido à combustão do álcool, forma-se dióxido de carbono. A pressão criada pela libertação do dióxido de carbono leva a cobra de açúcar a crescer. A cobra negra consiste maioritariamente em carbono, decorrente da combustão incompleta do açúcar, razão pela qual a cobra é negra.

Quando a mistura de açúcar e bicarbonato de sódio é aquecida ocorrem as seguintes reações:

1- Decomposição térmica do bicarbonato de sódio:


$$2NaHCO_3(s) \rightarrow Na_2CO_3(s) + H_2O(g) + CO_2(g)$$

O bicarbonato de sódio é adicionado de forma a produzir dióxido de carbono e vapor de água, os quais ajudam a tornar a cobra leve e espumosa.

2- Combustão do açúcar:

$$C_{12}H_{22}O_{11}(s) + 12O_2(g) \rightarrow 12CO_2(g) + 11H_2O(g)$$

No entanto, como a parte interior da pilha de açúcar está tapada, ocorre uma combustão incompleta, levando à formação da serpente (de carbono) enquanto produto final da experiência.



Dinheiro em chamas


O que achas que aconteceria se colocasses uma nota em chamas? Certamente queimaria... Mas será que temos alguma forma de a conseguir salvar?

Quando uma nota é impregnada numa solução de álcool-água (1:1), as moléculas de água infiltram-se na nota, enquanto o álcool se mantém à superfície. Quando aproximamos uma chama da nota, é o álcool o que realmente queima. A temperatura a que o álcool entra em combustão não é suficientemente para evaporar a água e queimar a nota. Desta forma, após o álcool ter queimado, a nota ainda está ligeiramente húmida e o fogo extingue-se.

Uma aplicação deste princípio são os pratos e sobremesas flamejantes servidas muitas vezes em alguns restaurantes. A reação de combustão (com etanol) será:

$$C_2H_5OH(l) + 4O_2(g) \rightarrow 2CO_2(g) + 3H_2O(g)$$

No caso da presente demonstração, para facilitar uma melhor visibilidade da chama do álcool, usamos álcool isopropílico para ensopear a nota (numa proporção de 1:1 em relação à água), sendo a reação de combustão a seguinte:

$$2C_3H_7OH(l) + 9O_2(g) \rightarrow 6CO_2(g) + 8H_2O(g)$$


Pasta de dentes do elefante

Uma proveta com um pouco de líquido no seu fundo...nada parece acontecer...
E se juntarmos um pouco de pó branco?...

Um catalisador é uma substância que acelera uma dada reação química, sem que seja consumido durante a mesma. Neste caso usamos o iodo de potássio como catalisador, o qual acelera a decomposição do peróxido de hidrogênio, levando à formação de oxigênio.

O peróxido de hidrogênio decompõe-se espontaneamente em água e oxigênio gasoso, o qual é capturado sob a forma de espuma, mas normalmente esta reação é demasiado lenta para ser observada ou medida.


$2\text{H}_2\text{O}_2(\text{aq}) \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}(\text{l}) + \text{O}_2(\text{g}) + \text{energia}$

O detergente captura o oxigênio em bolhas, sendo este processo visível através da espuma formada.

Uma reação que liberta energia sob a forma de calor, tal como esta, é denominada exotérmica. Atenção, a espuma produzida é quente!!

O peróxido de hidrogênio usado aqui é semelhante àquele que poderão encontrar em casa, no entanto é muito mais forte. O peróxido de hidrogênio que encontra na farmácia é de apenas 3%, enquanto o peróxido de hidrogênio usado na experiência é de 30%. Por este facto, é necessário usar luvas e óculos aquando a realização da experiência.

O Ião Iodeto, proveniente do Iodo de potássio, atua como catalisador, aumentando a velocidade da reação sem que seja consumido, sendo novamente quimicamente libertado no processo da reação. O Ião Iodo altera o mecanismo através do qual a reação ocorre.

$$\begin{aligned} \text{H}_2\text{O}_2 + \text{I}^- &\rightarrow \text{H}_2\text{O} + \text{IO}^- \\ \text{H}_2\text{O}_2 + \text{IO}^- &\rightarrow \text{H}_2\text{O} + \text{O}_2 + \text{I}^- \\ 2\text{H}_2\text{O}_2 &\rightarrow 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2 \end{aligned}$$


Segurança:



- Usar sempre luvas de proteção ao trabalhar com o peróxido de hidrogênio (30%), tendo o máximo cuidado ao trabalhar com esta substância. Ela irá queimar a tua pele se te tocar!
- Usar sempre óculos de proteção aquando a realização da experiência. A espuma pode atingir alturas bastante grandes ao sair da proveta, atingindo o risco de atingir a face de alguém.
- Após a experiência, espere algum tempo antes de manipular o cilindro. O cilindro fica quente após a reação, sendo difícil de manipular.

Reação Endotérmica

Demasiado calor?... Baixemos a temperatura com uma reação química!

Uma reação endotérmica é aquela em que a energia total (entalpia) dos seus produtos é maior que a de seus reagentes, ou seja, ela absorve energia da vizinhança (na forma de calor).

Um exemplo deste tipo de reações pode ser conseguido fazendo reagir 2 sólidos = hidróxido de bário e nitrato de amónio. A temperatura da mistura desce aproximadamente 45°C, atingindo uma temperatura suficientemente baixa para congelar a água por debaixo do recipiente onde ocorre a reação, fixando a madeira ao góbiel.

$$\text{Ba}(\text{OH})_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}(\text{s}) + 2\text{NH}_4\text{NO}_3(\text{s}) \rightarrow \text{Ba}(\text{NO}_3)_2(\text{aq}) + 2\text{NH}_3(\text{aq}) + 10\text{H}_2\text{O}(\text{l})$$

Respiração Mágica

Experimenta soprar na garrafa através da palhinha e observa o que acontece!! Magia?... Nem tudo é o que parece...

A fenolftaleína é um indicador ácido-base. É incolor na forma ácida e carmim na forma básica. Uma solução de hidróxido de cálcio, Ca(OH)_2 , uma base, foi adicionada à água contida num recipiente. Sendo esta substância uma base, se a adicionarmos fenolftaleína à solução, a mesma tornar-se-á carmim.

Ca(OH)_2 – Hidróxido de cálcio

Quando expiramos através da palhinha mergulhada na solução, o dióxido de carbono emitido na nossa respiração reage com a água, formando ácido carbónico.


$\text{CO}_2(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightarrow \text{H}_2\text{CO}_3(\text{aq})$ – Ácido Carbónico

Quando se forma ácido carbónico em suficiente quantidade, este neutraliza o hidróxido de cálcio em solução, tornando-a ácida.

$\text{H}_2\text{CO}_3(\text{aq}) + \text{Ca(OH)}_2(\text{aq}) \rightarrow \text{CaCO}_3(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l})$


(neutralização)

Desta forma, a cor da fenolftaleína desaparece, na medida em que a solução apresenta um carácter ácido. Se continuares a soprar, levarás a um excesso de iões de hidrogénio, aumentando o carácter ácido da solução.



Semiáforo


Outra garrafa... Experimenta agita-la e observa as mudanças de cor!!



O Índigo Carmim tem 3 formas – reduzida (verde), parcialmente oxidada (amarelo) e totalmente oxidada (vermelha). Foi feita na demonstração da garrafa azul, quando agita a garrafa a solução mistura-se na solução, oxidando o Índigo Carmim. Quando em repouso, o indicador reduz-se novamente.

Garrafa Azul

A garrafa não tem cor? Experimenta agita-la um pouco. E agora!...




Uma solução básica de glucose atua como agente redutor, reduzindo o azul-de-metileno oxidado em azul de uma forma incolor. A agitação da solução leva ao aumento da concentração de oxigênio na mistura, o qual oxida o azul-de-metileno de volta à sua forma azul. Quando o oxigênio molecular tiver sido consumido, o azul-de-metileno é novamente reduzido de volta à sua forma incolor, pelo glucose ainda existente em solução. Este ciclo pode ser repetido inúmeras vezes, repetindo a agitação.

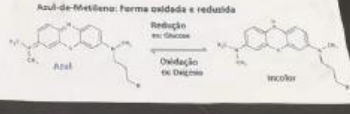
O azul-de-metileno é um indicador redox. Incolor quando na forma reduzida, e de cor azul quando oxidado.

Quando agita a garrafa, o oxigênio mistura-se na solução, e azul-de-metileno oxidz e o líquido torna-se azul. Quando para a agitação, o glucose reduz o azul-de-metileno e a solução torna-se novamente incolor.

Forma reduzida, parcialmente oxidada e completamente oxidada do Índigo Carmim



Azul-de-Metileno: Forma oxidada e reduzida



O Índigo Carmim é usado como corante alimentar (E132) e como o indicador de pH. Os médicos usam-no também no estudo do funcionamento dos rins e da bexiga – injetam-no na corrente sanguínea e observam quanto tempo a urina demora a ficar verde.

O azul-de-metileno é usado como indicador redox, sendo usado pelos biólogos para tratar a ADMG nuclear. A nível médico tem sido usado no tratamento da márcia, a um caso de envelhecimento por produção de carbono e por clareza, podendo mesmo ser usado futuramente no tratamento de cancro. Como efeito secundário, o azul-de-metileno torna azul a parte branca dos olhos dos pacientes.

Anexo 47 – Dia Aberto – Fotografias da Atividade

Experiências Dia Aberto – Fotografias

Início:



Blue Bottle e Semáforo:



Cobra Negra:



Pasta de Dentes Elefante:



Jardins Químicos:



(Nota em Chamas)



(Reação Endotérmica)



(Respiração Mágica)



(Outras exp.)



Tabela Periódica Humana:

