

Sílvia Bernardes Pacheco Marques

Licenciada em Engenharia Química

**Relatório de Atividade Profissional e
uma Comparação do Estudo da
Conservação de Energia Através de um
Sensor de Movimento e de Análise de
Vídeo**

Relatório para obtenção do Grau de Mestre em Ensino
da Física e da Química

Orientador: Professor Doutor Vítor Teodoro, Faculdade
de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de
Lisboa

Presidente: Prof. Doutor Vítor Manuel Neves Duarte Teodoro
Arguente: Prof. Doutora Ana Maria Ferreira da Costa Lourenço
Vogal: Prof. Doutor Grégoire Marie Jean Bonfait



Março, 2014

**Relatório de Atividade Profissional e Comparação do Estudo da Conservação da Energia
Através de um Sensor de Movimento e de Análise de Vídeo**

Copyright © 2014 by Sílvia Bernardes Pacheco Marques, FCT/UNL, UNL

A Faculdade de Ciências e Tecnologia e a Universidade Nova de Lisboa têm o direito, perpétuo e sem limites geográficos, de arquivar e publicar esta dissertação através de exemplares impressos reproduzidos em papel ou de forma digital, ou por qualquer outro meio conhecido ou que venha a ser inventado, e de a divulgar através de repositórios científicos e de admitir a sua cópia e distribuição com objetivos educacionais ou de investigação, não comerciais, desde que seja dado crédito ao autor e editor.

Agradecimentos

Em primeiro lugar dedico este trabalho aos meus familiares que me apoiaram e incentivaram na realização do mesmo, sendo compreensivos relativamente ao tempo que lhe dediquei.

Agradeço ao professor Doutor Vítor Duarte Teodoro, pela sua disponibilidade como meu orientador de mestrado, pela atenção dispensada, pela partilha do seu amplo conhecimento, pelas sugestões para um aprimoramento deste trabalho e pelos desafios propostos que me fizeram aprender mais.

A todos os alunos que colaboraram, de modo imprescindível, quer respondendo aos questionários quer na realização das atividades laboratoriais, o que tornou possível este trabalho.

Resumo

A apresentação do presente relatório visa a obtenção do Grau de Mestre em Ensino de Físico Química de acordo com o estabelecido no regulamento para Licenciados “Pré-Bolonha”, que abrange as licenciaturas de cinco anos com, pelo menos, cinco anos de experiência profissional.

O percurso acadêmico e profissional permitiram a aquisição de conhecimentos, tanto na Física como na Química, e um conjunto de aptidões como a capacidade organizacional, a capacidade de trabalhar em equipa e competências sociais.

A constante vontade em atualizar conhecimentos e adquirir novas competências têm sido um incentivo para continuar a frequentar cursos de formação, seminários, workshops conferências dedicadas a esta área, assim como às do ensino.

O presente trabalho é composto por duas partes. Na primeira parte, encontra-se a descrição da minha atividade profissional. Na segunda parte, encontra-se a apresentação detalhada do estudo da atividade laboratorial da bola saltitante por dois processos diferentes: utilizando um sensor de movimento e usando a análise de vídeo através do software Tracker.

Palavras-chave: energia, energia mecânica, conservação de energia, dissipação de energia.

Abstract

The present report aims to obtain the Degree of Master in Teaching Physical Chemistry in accordance with the provisions of Regulation for Licensed " Pre - Bologna ", which includes degrees in five years with at least five years of professional experience.

The educational and professional background enabled the acquisition of knowledge, both in physics and in chemistry, and a set of skills such as organizational capacity, capacity for teamwork and social competences .

The constant desire to upgrade knowledge and acquire new skills have been an incentive to continue to attend training courses , seminars , conferences, workshops dedicated to this area , as well as to education .

This paper consists of two parts. Is at the discretion of my professional activity in the first half. Is a detailed presentation of the study of laboratory activity of the bouncing ball by two different processes in the second part: using a motion sensor and video analysis with Tracker software.

Keywords: energy, mechanical energy, energy conservation, energy dissipation.

Índice

Agradecimentos	I
Resumo	II
Abstract.....	III
Índice	1
Índice de tabela	4
Índice de gráfico	5
PARTE I	6
1 Relatório de atividade profissional	7
1.1 Introdução.....	7
Quando o professor é colocado.....	7
No início do ano letivo.....	8
Como membro do conselho de turma	9
As reformas do sistema educativo	10
1.2 Percurso profissional	11
Pós-Graduação em Engenharia Sanitária.....	11
Profissionalização em serviço.....	11
Atividade profissional desenvolvida.....	12
A primeira fase da carreira.....	15
Algumas dificuldades	17
A profissionalização	17
Novos desafios	18
Atividades com os pais	19
Percurso alternativo	20

Novos cargos.....	21
Ensino profissional	23
Projeto “Eu e os outros”.....	24
A vantagem das tecnologias na sala de aula	25
Momentos menos bons	26
Visitas de estudo	27
“2 dedos de ciência”	28
1.3 Ações de formação realizadas	28
1.4 Reflexão final da Parte I.....	29
PARTE II.....	31
2 Comparação do estudo da conservação de energia através de um sensor de movimento e análise de vídeo	32
2.1 Introdução e revisão da literatura	32
A motivação e o processo ensino-aprendizagem	32
O ensino das Ciências	34
O ensino da Energia.....	36
“Síntese sobre energia”	39
A análise de vídeos no ensino da física	40
2.2 Metodologia	40
Limitações do estudo	41
“Misconceptions”	42
2.3 Atividade laboratorial.....	50
2.4 Resultados e análise dos resultados.....	51
Pré-teste	52
Pós-teste	54
Comparação entre o pré e o pós-teste	61

2.5 Considerações finais.....	66
Referências.....	68
Anexo I: Teste sobre energia	70
Anexo II: Síntese sobre energia	72
Anexo III: Preparação da atividade laboratorial	83

Índice de tabela

Tabela 1- Resumo da atividade profissional no ensino estatal.....	13
Tabela 2- Resumo da atividade profissional no ensino particular.....	15
Tabela 3 - Ações de formação realizadas	29
Tabela 4- Metodologia.....	41
Tabela 5- Itens e referências da categoria A- Energia.....	42
Tabela 6- Itens e referências da categoria B- Energia potencial gravítica	44
Tabela 7 - Itens e referências da categoria C- Energia potencial elástica	44
Tabela 8 - Itens e referências da categoria D - Energia cinética	44
Tabela 9 - Itens e referências da categoria E - Conservação de energia	45
Tabela 10 - Itens e referências da categoria F - Trabalho	45
Tabela 11 - Itens selecionados para o pré-teste	46
Tabela 12- Tratamento dos resultados do pré-teste	51
Tabela 13- Tratamento dos resultados do pós-teste.....	54
Tabela 14- Resultados do pré e pós teste por item por aluno.....	57
Tabela 15- Comparação entre o pré e o pós-teste por aluno.....	62
Tabela 16- Análise em função dos métodos utilizados.....	65

Índice de gráfico

Gráfico 1- Respostas dos alunos no pré teste	58
Gráfico 2- Respostas dos alunos no pós teste.....	59
Gráfico 3 – comparação das respostas dos alunos no pré e pós teste	60
Gráfico 4- Melhoria do pré para o pós teste em %	61
Gráfico 5- Respostas certas por item no pré e pós teste	61
Gráfico 6- Comparação do Índice de Facilidade do sensor e do tracker.....	64

PARTE I

1 Relatório de atividade profissional

1.1 Introdução

Education is not the learning of facts, but the training of the mind to think.

Albert Einstein

Durante os vários anos de prática docente tive a feliz oportunidade de sentir o que exponho neste trabalho e que vai de encontro à frase de Einstein. No entanto, a experiência mostra-me que é sempre possível fazer mais e melhor, reforçar e qualificar as minhas iniciativas. Assim, a temática deste relatório surgiu naturalmente do contexto profissional em que me encontro.

Ao longo dos anos de ensino, tenho refletido sobre a minha prática letiva. Tenho dialogado e comparado com colegas, de modo a melhorar e garantir o desenvolvimento de competências dos alunos para atingirem o sucesso escolar.

Quando o professor é colocado

Aconselho qualquer professor a ler com atenção, no momento da sua colocação, o regulamento interno e o projeto educativo da escola em que ficou colocado, para saber o regime de funcionamento da mesma. No Cap. II, Art.º 9 do Decreto-Lei n.º 137/2012, de 2 de julho, faz-se a seguinte referência: O projeto educativo, o regulamento interno, os planos anual e plurianual de atividades e o orçamento constituem instrumentos do exercício da autonomia de todos os agrupamentos de escolas e escolas não agrupadas.

O regulamento interno que tem como objeto definir o regime de funcionamento do estabelecimento de ensino, de cada um dos seus órgãos de administração e gestão, das estruturas de orientação e dos serviços de apoio educativo, bem como os direitos e deveres dos membros da comunidade escolar.

O projeto educativo de escola, consagra a orientação educativa da escola, elaborado e aprovado pelos órgãos de administração e gestão para um horizonte de três anos, no qual

se explicitam os princípios, os valores, as metas e as estratégias segundo os quais a escola se propõe cumprir a sua função educativa.

No início do ano letivo

Deste modo, no início de cada ano letivo traço os meus objetivos individuais tendo em conta o projeto educativo da escola e preparo as minhas atividades letivas com orientação nas planificações a longo e médio prazo definidas em grupo disciplinar e realizando uma avaliação diagnóstica a todos os meus alunos no sentido de identificar grosseiramente as maiores dificuldades e caracterizar as turmas. Procuo identificar os alunos com necessidades educativas especiais e sempre que necessário ajustar as planificações de acordo com as necessidades e os ritmos de aprendizagem dos mesmos. Devido à especificidade de cada aluno presto um apoio mais individualizado sempre que os alunos demonstram mais dificuldades na aquisição de conhecimentos, tanto dentro como fora da sala de aula. Tive sempre a preocupação de apoiar individualmente os alunos com mais dificuldades e estimular os alunos com mais capacidades, motivando-os de forma a trabalharem mais autonomamente e esclarecendo dúvidas.

Na primeira aula de cada ano, informo os alunos sobre os temas que iremos abordar, sobre as minhas regras de sala de aula, critérios de avaliação a serem aplicados, em que mostro as minhas grelhas de registo de avaliação.

No ensino básico, refiro que no início de algumas aulas, um aluno fará o resumo da aula anterior para lembrar a matéria lecionada e no final realizarão uma questão aula com duas ou três perguntas sobre a matéria lecionada no próprio dia, de modo a estarem com atenção nas aulas. Solicito também que me mostrem o material de estudo no dia do teste (resumos efetuados, exercícios resolvidos, etc.), que façam um portfólio de modo a terem tudo organizado, e que realizem uma “entrevista” por período sobre um cientista por mim atribuído (um por cada cinco alunos, em que a entrevista mais completa é lida à turma). No início de cada período, entrego a cada aluno, um documento que têm de colar no caderno diário, com o referido anteriormente e as respetivas datas de entrega e apresentação. Informo também que deverão realizar um trabalho de pesquisa e apresentá-lo à turma, sobre as temáticas abordadas durante o ano.

Relativamente ao ensino secundário, refiro que em algumas aulas realizarão uma Aplicação Prática em Sala de Aula (APSA) sobre qualquer matéria lecionada durante o ano, de modo a terem a matéria sempre presente e não se esquecerem quer para o teste intermédio quer para o exame nacional. Informo também da importância da preparação das aulas laboratoriais, de modo a facilitar o desenvolvimento das mesmas. Alerto para a importância da colocação das unidades nos cálculos pois é sempre uma grande falha dos alunos quando vêm do ensino básico.

Tenho tido também o objetivo de aumentar a literacia científica dos alunos, assim como fazer a ponte entre os conteúdos aprendidos e a sua utilização/compreensão do nosso dia-a-dia, de modo a não dizerem que “não precisam dessa matéria para nada”, comentários frequentes dos alunos.

Procuro também, criar um clima de responsabilidade, de respeito mútuo e de entreajuda dentro e fora da sala de aula, formar cidadãos autónomos e responsáveis, reduzir a taxa de abandono escolar e de insucesso, e combater a indisciplina. Tento descobrir os interesses escolares e pessoais dos meus alunos, de modo a ir ao seu encontro e motivar a aprendizagem pelas ciências e tecnologias.

Como membro do conselho de turma

Não podemos esquecer que o professor é um membro dos conselhos de turma. Também aí empenho-me no cumprimento das minhas funções, como por exemplo:

- Identificar dificuldades, ritmos de aprendizagem e outras necessidades dos alunos, colaborando com os serviços de apoio existentes na Escola nos domínios psicológico e socioeducativo;
- Colaborar em atividades culturais e desportivas que envolvam os alunos e a comunidade escolar, de acordo com o projeto educativo/plano anual de atividades;
- Analisar situações de indisciplina ocorridas com alunos da turma e propor medidas educativas adequadas;
- Propor medidas de recuperação / melhoria das aprendizagens;

- Elaborar o Plano de Turma que, que visa a planificação e orientação do trabalho a realizar com a turma, tendo como referência as aprendizagens e capacidades a desenvolver;

- Elaborar os planos de acompanhamento pedagógico e respetivos relatórios.

As reformas do sistema educativo

Não posso deixar de referir que passei por diversas reformas no sistema educativo, ao longo desses anos. No que diz respeito à Lei de Bases do Sistema Educativo: Lei n.º 46/86, de 14 de Outubro, em que estabelece o quadro geral do sistema educativo pelo qual se concretiza o direito à educação-Lei de Bases do Sistema Educativo; Lei n.º 115/97, de 19 de Setembro; Lei n.º 49/2005, de 31 de agosto e Lei n.º 85/2009, de 27 de agosto.

Relativamente ao estatuto da carreira docente: Decreto-Lei 139A/90, de 28 de Abril - Aprova o Estatuto da Carreira dos Educadores de Infância e dos Professores dos Ensinos Básico e Secundário que inclui disposições relativas a toda a vida profissional do docente, desde o momento do seu recrutamento até à cessação de funções; o Decreto-Lei n.º 1/98, de 2 de Janeiro; Decreto-Lei 15/2007, de 19 de Janeiro; o Decreto-Lei n.º 270/2009, de 30 de Setembro; Declaração de Rectificação n.º 84/2009; Decreto-Lei n.º 75/2010, de 23 de Junho; Decreto-Lei n.º 41/2012, de 21 de Fevereiro e Lei n.º 7/2014, de 12 de Fevereiro.

1.2 Percurso profissional

Vejo no profissional da Educação a mais célebre das missões!

Francisco Martins Silva

O professor medíocre conta. O bom professor explica. O professor superior demonstra. O grande professor inspira.

William Arthur Ward

Os alunos comem o que os professores digerem.

Karl Kraus

Sou docente do grupo 510 Física Química e comecei a lecionar no ano letivo 96/97. Desde aí tenho passado por diferentes escolas encontrando diversas metodologias e distintos modos de encarar o ensino e o sucesso dos alunos. Todas foram importantes pontos de aprendizagem para mim, sobre o que se deve ou não fazer no ensino.

Pós-Graduação em Engenharia Sanitária

Realizei uma Pós-graduação em Engenharia Sanitária na FCT-UNL no ano letivo 97/98, abordando os aspetos ambientais, sociais, económicos, tecnológicos e legais de gestão de águas, águas residuais e resíduos, que me permitiu aceitar o desafio de dar formação a alunos completamente desmotivados e alguns mais velhos do que eu. Foi de tal modo enriquecedor que por minha iniciativa resolvi fazer a Formação Pedagógica de Formadores.

Foi com muita pena minha que tive de deixar de dar formação, pois com o acumular das aulas no ensino estatal, poucas horas sobravam para o meu filho que ainda era bebé.

Profissionalização em serviço

Fiz a profissionalização em serviço pela Escola Superior de Educação de Lisboa, tendo sido concluída em 2003 que também me enriqueceu a nível pedagógico.

A profissionalização em serviço realizou-se em dois anos escolares, tendo compreendido duas componentes: ciências da educação, no 1.º ano, e o projeto de formação e ação pedagógica, que só pode ser realizado após aprovação no 1.º ano, como

referido no Decreto-Lei n.º 287/88 de 19 de Agosto. A formação em ciências da educação desenvolveu-se por módulos correspondentes às áreas da Psicologia da Educação, Sociologia da Educação e Organização Escolar, Desenvolvimento Curricular, Didáctica Específica e Tecnologia Educativa. O projeto de formação e ação pedagógica correspondeu a um plano de atuação pedagógica que integrou os conhecimentos e aptidões desenvolvidos no 1.º ano de formação e a minha experiência profissional. O dito projeto incluiu, a identificação dos objetivos de ensino, o diagnóstico das características e necessidades dos alunos face aos objetivos definidos, a seleção de estratégias e métodos adequados aos objetivos e aos alunos, a planificação do ensino, a seleção dos materiais auxiliares, a avaliação do ensino, o dossier da direção de turma que me foi atribuída, o relato da minha participação no projeto educativo da escola e ainda a planificação e a realização de uma unidade de ensino, “as colisões”, devidamente supervisionada por um membro do corpo docente da Escola Superior de Educação de Lisboa e por outro da minha escola.

Essa formação foi um estímulo numa perspetiva crítica e reflexiva, que implicou um investimento pessoal na construção de um percurso que não deve ser feito apenas de acumulação de cursos/formação, de conhecimentos ou técnicas mas também de um trabalho de reflexividade crítica sobre as práticas pedagógicas.

A autoavaliação é muito importante assim como a troca de experiências e a partilha de saberes. Compreendi a importância do diálogo entre os colegas do meu grupo para consolidar saberes resultantes da prática profissional.

Esta formação passa pela troca de experiência, inovação e pelo ensaio de novos métodos de trabalho pedagógico numa procura de melhores percursos para a transformação da escola numa vertente de ensino-aprendizagem.

Essa mudança educacional depende de nós, professores, e isso foi bem referenciado no estágio.

Atividade profissional desenvolvida

O Decreto-Lei 139A/90, de 28 de Abril, sobre o Estatuto da Carreira dos Educadores de Infância e dos Professores dos Ensinos Básico e Secundário, refere no art.º 2, que os professores são docentes certificados para a docência nos ensinos básico e secundário e

são portadores de qualificação profissional, certificada pelo Ministério da Educação, para o desempenho de funções de educação ou de ensino com carácter permanente. Essa qualificação profissional provém de uma licenciatura. Licenciado significa: tem diploma para aprender. Tenho verificado isso claramente nos desafios que me têm surgido, pois tenho lecionado matérias que nunca tinha aprendido na faculdade. São apenas alguns exemplos: a astronomia que faz parte do programa do 7.º ano; o ozono na estratosfera e respetivas reações assim como a arquitectura do universo lecionados no 10º ano; viagens com GPS e comunicação de informação a longas distâncias lecionados no 11º ano.

O professor de físico-química não é apenas professor de físico-química, estuda, aprofunda conhecimentos para poder ensinar noutras áreas, como por exemplo: Ciências do Ambiente, Controlo e Qualidade Alimentar, Tecnologias Químicas e Análises Químicas.

Apresento nas tabelas seguintes o resumo das disciplinas lecionadas e cargos por mim ocupados em cada escola em que fui colocada no estatal e no privado.

Tabela 1- Resumo da atividade profissional no ensino estatal

Ano letivo	Escola	Disciplinas lecionadas	Cargos atribuídos
1996/1997	Escola Secundária da Moita	9.º Ciências Físico-Químicas 10.º Técnicas Laboratoriais de Química	
1997/1998	Escola Secundária do Monte da Caparica	8.º Ciências Físico-Químicas 12.º Indústria Alimentar	Diretora de Turma
1998/1999	Escola Secundária Elias Garcia- Cacilhas	10.º Técnicas Laboratoriais de Química 11.º Física Química-A Ciências do Ambiente (Unidades Capitalizáveis do Recorrente Diurno)	
1999/2000	Escola Básica Integrada 1,2,3 de Peniche	7.º e 9.º Ciências Físico-Químicas	Diretora de Turma
2000/2001 2001/2002	Escola Básica 2.º e 3.º ciclos D. Luís de Ataíde - Peniche	7.º, 8.º e 9.º Ciências Físico-Químicas	Diretora de Turma
2002/2003	Escola Secundária de Peniche	7.º e 8.º Ciências Físico-Químicas 11.º Física Química-A	Diretora de Turma

Ano letivo	Escola	Disciplinas lecionadas	Cargos atribuídos
2003/2004	Escola Secundária de Bombarral	7.º e 8.º Ciências Físico-Químicas Área de projeto 7.º	Diretora de Turma
2004/2005	Escola Secundária c/ 3.º ciclo Henriques Nogueira- T. Vedras	8.º Ciências Físico-Químicas 10.º Física Química-A	Diretora de Turma
2005/2006	Agrupamento de Escolas S. Gonçalo- T. Vedras	7.º, 8.º e 9.º Ciências Físico-Químicas Estudo acompanhado 7.º	Secretária
2006/2007 2007/2008 2008/2009	Escola Básica 1,2,3 de Peniche Agrupamento Vertical de Escolas de Peniche	7.º, 8.º e 9.º Ciências Físico-Químicas Área de projeto 7.º e 8.º 7.º e 8.º Ciências Físico-Químicas do Percurso Curricular Alternativo	Secretária Representante de disciplina Diretora de Instalações Júri do exame de equivalência à frequência 9.º Ciências Físico-Químicas Membro do Conselho Geral Transitório
2009/2010 2010/2011 2011/2012 2012/2013	Escola Secundária c/ 3.º ciclo Henriques Nogueira- T. Vedras	9.º Ciências Físico-Químicas 10.º Física Química-A 10.º, 11.º e 12.º FQ do Profissional Técnico de Instalações Elétricas 10.º Tecnologias químicas do Profissional Técnico de Análises Laboratoriais 10.º Física Química do Profissional Técnico de Auxiliar de Saúde 10.º Controlo e Qualidade Alimentar do Profissional Técnico de Processamento e Controlo de Qualidade Alimentar 12.º Análises Químicas do Profissional Técnico de Análises Laboratorial Área de projeto 7.º e 9.º	Diretora de Turma Secretária Júri do exame de equivalência à frequência 9.º Ciências Físico-Químicas Júri do exame nacional Física Química-A Orientadora das Provas de Aptidão Profissional e da Formação em Contexto de Trabalho
2013/2014	Agrupamento de Escolas Madeira Torres	8.º Ciências Físico-Químicas 10.º Física Química-A	

Tabela 2- Resumo da atividade profissional no ensino particular

Ano letivo	Escola	Disciplinas lecionadas
1997/1998 1998/1999 1999/2000	Escola Profissional Tasso de Figueiredo- Cruz Vermelha Portuguesa	1.º, 2.º e 3.º ano de Ciências do Ambiente

Desempenhei todos os cargos para os quais fui designada, sempre com o máximo de empenho e profissionalismo. Dinamizei e colaborei em atividades, envolvendo e motivando os alunos para uma participação empenhada. Desenvolvi trabalho interdisciplinar em diversos contextos.

A primeira fase da carreira

No ano letivo 96/97, foi o meu primeiro ano a lecionar, tendo sido fundamental para perceber que era mesmo o que eu queria, ensinar! Gostei muito da experiência, da relação com os alunos, com os colegas e principalmente de transmitir com entusiasmo e sentir que os alunos “bebiam” do mesmo.

Em 97/98 fui pela primeira vez diretora de turma, e de duas direções de turma no mesmo ano. Tive de tomar conhecimento dos deveres do diretor de turma (Portaria n.º 921/92) e pôr os mesmos em prática. Seguem-se algumas competências do diretor de turma:

- Promover um acompanhamento individualizado dos alunos, divulgando junto dos professores da turma a informação necessária à adequada orientação educativa dos alunos e fomentando a participação dos pais e encarregados de educação na concretização de ações para orientação e acompanhamento;
- Assegurar a adoção de estratégias coordenadas relativamente aos alunos da turma;
- Presidir às reuniões de conselho de turma;
- Manter atualizado o registo de faltas dos alunos e informar os encarregados de educação;

- Apreciar ocorrências de insucesso disciplinar, decidir da aplicação de medidas imediatas no quadro das orientações do conselho pedagógico em matéria disciplinar e solicitar ao diretor a convocação extraordinária do conselho de turma;

- Promover junto do conselho de turma a realização de ações conducentes à aplicação do projeto educativo da escola, numa perspectiva de envolvimento dos encarregados de educação e de abertura à comunidade;

- Assegurar a participação dos alunos, professores, pais e encarregados de educação na aplicação de medidas educativas decorrentes da apreciação de situações de insucesso disciplinar;

- Coordenar o processo de avaliação formativa e sumativa dos alunos;

- Coordenar a elaboração do plano de recuperação do aluno decorrente da avaliação sumativa extraordinária e manter informado o encarregado de educação;

- Propor aos serviços competentes a avaliação especializada de determinado aluno, após solicitação do conselho de turma;

- Garantir o conhecimento e o acordo prévio do encarregado de educação para a programação individualizada do aluno com necessidades educativas especiais;

- Propor, na sequência da decisão do conselho de turma, medidas de apoio educativo adequadas e proceder à respectiva avaliação;

- Apresentar ao coordenador de ano dos diretores de turma o relatório elaborado pelos professores responsáveis pelas medidas de apoio educativo;

- Apresentar ao director o relatório da direcção de turma.

Se o ano anterior tinha sido entusiasmante, este ainda foi mais pois lecionei também duas disciplinas do Curso de Quimicotecnia. Foi delirante, uma vez que gosto muito de atividades laboratoriais. Estava mais do que decidido, seria para continuar no ensino.

Nesse mesmo ano resolvi fazer uma pós-graduação pois já sentia saudades de estudar. Foi em Engenharia Sanitária, na FCT-UNL (Faculdade de Ciências e Tecnologias da Universidade Nova de Lisboa), para aprofundar os meus conhecimentos na área das águas. Não tive dificuldades em gerir a preparação das aulas a lecionar com as minhas aulas na faculdade, antes pelo contrário, andava muito animada. Foi uma mais-valia, pois

fui convidada para dar formação em Ciências do Ambiente na Escola Profissional Tasso de Figueiredo na Cruz vermelha.

Algumas dificuldades

Em 98/99 foi um pouco mais difícil, pois tive uma turma de 11.º ano complicada a nível de comportamento. Porém, fui compensando essa dificuldade com um novo desafio: o Ensino Recorrente Diurno. Exigiu da minha parte uma grande organização de modo a gerir convenientemente as várias unidades capitalizáveis a decorrerem ao mesmo tempo na minha sala de aula. Foi de extrema importância os ensinamentos dos meus pais, o lutar por aquilo que quero e trabalhar até conseguir atingir os meus objetivos. Nessa turma do ensino recorrente tinha alunos com graves problemas de assiduidade e de comportamento. Alguns eram vigiados pela polícia que esporadicamente tinha de vir à escola. Dei-lhes muita atenção, falava-lhes como se de um nível etário mais baixo se tratasse. Levava o tempo que fosse necessário para lecionar a matéria e comecei a motivar estes alunos difíceis, o que me entusiasmou ainda mais e levou-me a atuar de maneira diferente com a outra turma complicada. Deixei de ser tão severa e consegui, a meio do ano, melhorar o meu relacionamento com estes alunos que nada mais queriam do que chamar à atenção, pois grande parte pertenciam a famílias desestruturadas.

Em 1999/2000, sendo diretora de turma, apercebi-me bem de perto da problemática do abandono escolar dentro da escolaridade obrigatória. Fiz inúmeros contactos com uma Encarregada de Educação, com a Assistente Social, com a Escola Segura e tudo em vão pois nunca cheguei a conhecer a aluna que não tinha sequer ido uma única vez à escola nesse ano letivo.

A profissionalização

Felizmente em 2001/2002 comecei a profissionalização em serviço. Um novo desafio avançava na minha direcção. A vontade de melhorar a minha prática letiva, aumentar os meus conhecimentos a nível pedagógico, levaram-me com entusiasmo à Escola Superior de Educação de Lisboa.

Em 2002/2003 foi o ano das aulas assistidas. Confesso que tive algum receio de ter maus hábitos instalados, pois tinha só a minha experiência e a formação pedagógica de

formadores, mas tudo correu lindamente. Relembro com orgulho um episódio que se passou numa das minhas aulas assistidas. Tinha preparado na véspera, uma montagem de um plano inclinado, calhas e carrinhos para realizar uma atividade laboratorial sobre colisões, numa sala onde não haveria aulas senão no dia seguinte, sendo eu a primeira a lecionar na mesma. Para meu espanto, quando chego à sala com a turma, a professora orientadora da escola e o professor orientador da Escola Superior de Educação, estava tudo desmontado. Percebi que tal tinha acontecido para testar a minha capacidade de resolver esse tipo de problemas e sem *stress*, montei tudo de novo. Expliquei aos alunos o que estava a fazer e qual seria a finalidade da montagem e correu tudo muito bem.

Novos desafios

Em 2003/2004 deparei-me com uma realidade totalmente diferente: alunos muito pobres, muito humildes e alguns casos de alcoolismo. Eram alunos muito especiais, ternurentos, carentes que acompanhavam-me à sala dos professores ou até ao portão da escola. Falavam-me dos seus problemas e das suas alegrias. E desde esse ano que oiço tudo o que os meus alunos me querem dizer. Muitas vezes ficam na sala de aula no intervalo, e desabafam, pedem conselhos e sinto-me feliz porque ser professora não é só “debitar” matéria. Concordo com a metáfora do professor jardineiro de Elizabeth Tunes (2005): o professor fertiliza o solo, semeia, mantém o solo húmido, protege os rebentos das pragas, para que possa crescer saudável e mostrar os seus frutos. Não se interfere na planta, é necessário apenas protege-la das adversidades para que possa desenvolver em plenitude as suas potencialidades naturais.

Lecionei ainda Área de projeto onde me senti um pouco perdida. Tal levou-me a procurar ajuda em alguns livros sobre o tema, o que me ajudou a desenvolver projetos muitos giros com os alunos. Tratava-se de uma área curricular não disciplinar que visava a conceção, realização e avaliação de projetos, através da articulação de saberes de diversas áreas curriculares, em torno de problemas ou temas de pesquisa ou de intervenção de acordo com as necessidades e os interesses dos alunos. Tinha como finalidade o desenvolvimento da capacidade de organizar a informação, pesquisar e intervir na resolução de problemas e compreender o mundo atual através do desenvolvimento de projetos que promovam a articulação de saberes de diversas áreas curriculares. Atualmente, já não há Área de projeto. Penso que meramente por contenção

de despesas pois assim reduziram algumas horas nos horários dos professores, mas considero que pelo menos no ensino secundário deveria voltar a existir, pois seria uma mais-valia para os alunos.

Fiz parte de um projeto da Ciência Viva que constou da apanha da bolota de sobreiro e de carvalho-cerquinho, com o objetivo de reflorestar uma zona da mata. A reflorestação realizou-se no dia da árvore.

Atividades com os pais

Realizamos, no meu grupo, uma noite de observação de estrelas, a que a comunidade escolar aderiu em força, inclusivamente os pais dos alunos. Estas atividades são importantes, pois além de motivar os alunos, ainda trazem os pais à escola. É importante que os pais percebam a importância de acompanhar os filhos e que deixem de pensar na escola como “um depósito de crianças”. Os pais têm o dever de participar na vida escolar dos seus filhos. De acordo com a Lei nº 30/2002, com as alterações introduzidas pela Lei nº 3/2008, aos pais e encarregados de educação incumbe o dever de dirigirem a educação dos seus filhos e educandos, no interesse destes, e de promoverem ativamente o desenvolvimento físico, intelectual e moral dos mesmos, acompanhar ativamente a vida escolar do seu educando e promover a articulação entre a educação na família e o ensino escolar. Devem incumbir aos filhos os deveres de assiduidade, de correto comportamento e de empenho no processo de aprendizagem, cooperar com os professores no desempenho da sua missão pedagógica, em especial quando para tal forem solicitados, colaborando no processo de ensino e aprendizagem dos seus educandos e comparecer na escola sempre que julgue necessário e quando para tal for solicitado. Também é importante que conheçam o estatuto do aluno, o regulamento interno da escola e não assinar apenas a declaração anual de aceitação do mesmo e de compromisso activo quanto ao seu cumprimento integral, sem saber o que lá consta.

Em 2004/2005 correu tudo tão bem que queria ficar nesta escola. Os alunos eram interessados, a escola era grande e com muito bom ambiente e tão perto de casa.

2005/2006 mostrou-me novas realidades. Alunos muito snobes, demonstrando arrogância e superioridade nas suas atitudes. Não esperava encontrar este tipo de jovens,

mas consegui lidar bem com a situação. Tentava tocar-lhes no coração e usava muitas vezes o lema da Benetton: todos diferentes, todos iguais.

Fui também secretária pela primeira vez, tendo a função de elaborar as atas das reuniões dos conselhos de turma, ajudar o diretor de turma no lançamento das notas, bem como no preenchimento de documentos e verificação das pautas.

Percurso alternativo

2006 a 2009 continuaram a ser anos de aprendizagem, pois todos os anos aprendo algo com as turmas e os colegas que tenho. Foram anos muito serenos com desafios interessantes como o convite que tive da Coordenadora do Percurso Alternativo para inserir o conselho de turma e lecionar a alunos com grande risco de abandono escolar.

Quanto mais difíceis parecem ser estas turmas, mais vontade tenho de com elas trabalhar. Fui alertada para a necessidade de os motivar de modo a não quererem abandonar a escola e que não seria turma para pedir trabalhos para casa ou para estudarem. Depois de muito pensar, adotei a seguinte metodologia: no final de cada tempo letivo, entregar quatro perguntas sobre a matéria lecionada nesse tempo, quer de escolha múltipla, de completar ou de resposta curta, em troca de não haver trabalhos de casa nem testes. Resultou muito bem. Só tinham de estar com atenção e tinham boas notas sem as “chatices” de ter de estudar para os testes. Resultou de tal maneira que ainda hoje utilizo este método das questões de aulas para obrigar os alunos a estarem atentos e acompanharem a matéria.

Tínhamos reuniões quinzenais para troca de experiências e vários colegas passaram a adotar o meu método a pedido dos alunos. Porém algo de inesperado aconteceu. Gostando tanto das atividades laboratoriais, e considerando ser de extrema importância para consolidar conhecimentos, bem como para motivar os alunos, estes recusaram-se a mexer no material e realizar a primeira atividade laboratorial porque iriam partir o material de laboratório pois eram desajeitados, diziam eles. Pela primeira vez tinha alunos que pediam apenas aulas expositivas. Era mais um desafio, fazer com que percebam que não são desajeitados, que conseguem trabalhar no laboratório e que até é bastante interessante. Depois de uma grande conversa com eles, levei-os de novo ao laboratório e começaram a medo a utilizar o material de vidro. Consegui introduzir

matéria através de atividades laboratoriais, em que chegavam sozinhos às conclusões e perceberam que afinal tinham capacidades mas que a desmotivação fora em tempos superior.

Particpei também no jornal da escola com a rubrica “Química divertida” para que os alunos percebessem que também nos podíamos divertir com anedotas, palavras cruzadas e cruzadex de química.

Elaborei também com algumas colegas da escola de outras disciplinas, um “peddy paper” no final de cada ano letivo, mais uma vez com o objetivo de mostrar que nos podemos divertir com a Física, Química, Geografia, Educação Física e Ciências Naturais. Houve uma grande adesão por parte dos alunos, com direito a prémios condizentes às respetivas disciplinas, como bússolas, kits de química e de ciências.

Com a minha colega de grupo realizei em cada ano lectivo, o “Laboratório Aberto” que se estendia a todos os alunos da escola, de forma a cativar mais alunos para as Ciências Físico-químicas. Os alunos que nos visitavam realizavam as experiências sob a nossa orientação.

Novos cargos

Fui representante de disciplina pela primeira vez. Como tal, consultei o regulamento do meu departamento para estar ciente das minhas obrigações:

- Veicular as informações relativas ao seu subdepartamento;
- Convocar e orientar as reuniões do subdepartamento;
- Cumprir e fazer cumprir as decisões dos órgãos de gestão e administração da escola;
- Assegurar a coordenação das orientações curriculares e dos programas de estudo, promovendo a adequação dos seus objetivos e conteúdos à situação concreta da escola;
- Propor ao Conselho Pedagógico a adoção de medidas destinadas a melhorar as aprendizagens dos alunos;
- Promover a elaboração dos critérios específicos de avaliação dos alunos;
- Promover a colaboração dos docentes do subdepartamento na elaboração e execução do plano anual de atividades;

- Inventariar as necessidades da disciplina;

- Organizar um arquivo contendo: a relação nominal dos professores do subdepartamento, por disciplina, curso e ano; a cópia dos horários dos professores do subdepartamento; a relação dos manuais adotados, por disciplina, curso e ano; as planificações; exemplares de todas as provas de avaliação escrita, realizadas durante o ano; as convocatórias das reuniões; as atas das reuniões e a lista de presenças dos docentes nas reuniões de Subdepartamento;

- Apresentar ao Diretor, no final do ano letivo, um relatório breve, evidenciando os constrangimentos sentidos e as propostas de melhoria/recomendações.

Fui, também pela primeira vez, diretora de instalações, em que não tive necessidade de encomendar material ou reagentes, pois no ano anterior tinham comprado uma grande quantidade de material de vidro e de reagentes e estava tudo ainda encaixotado num dos laboratórios. Como a escola possuía dois laboratórios, acabei por diferenciá-los como Laboratório de Física e Laboratório de Química. Separei os materiais de química e de física nos respetivos laboratórios. Tinham-me entregue um chaveiro com inúmeras chaves não identificadas, o que torna impossível o bom funcionamento do laboratório. Como tal, numerei os armários, identifiquei as chaves e elaborei um inventário para cada laboratório com o objetivo de facilitar rapidamente a localização de determinado material. Coloquei os reagentes na sala dos reagentes, elaborando também um inventário depois de ter separado os ácidos das bases e sais, e identifiquei as prateleiras para uma rápida identificação dos reagentes.

Fui membro do Conselho Geral Transitório como professora representante do terceiro ciclo, em que aprovamos o plano de atividades, o regulamento interno e projeto educativo da escola e elegemos o diretor do agrupamento. O conselho era composto pelo director, representantes do pessoal docente e não docente, representante dos pais e encarregados de educação e um representante do município. Eram reuniões um pouco conturbadas com o representante dos pais e encarregados de educação em discordância com todos porque queria alterar sempre as propostas, com o objetivo de mostrar a sua presença e bem como a sua importância.

Ensino profissional

Em 2009/2010 consegui voltar para a escola que tinha gostado mais e deram-me a escolher horário com ou sem cursos profissionais. Pensei imediatamente que gosto sempre de novos desafios e disse logo que sim aos cursos profissionais e não me arrependi. Foi uma experiência espetacular. De novo alunos desmotivados que não conseguem alcançar sucesso no ensino regular e após dois ou mais anos de reprovações, resolvem experimentar os cursos profissionais. Outros que vêm já de Cursos de Educação e Formação de jovens (CEF) através de um percurso ajustado para obterem o 9.º ano, alguns dos quais sem terem tido Ciências Físico-Químicas.

Os programas das disciplinas dos cursos profissionais, na componente de formação sociocultural e científica são os estabelecidos pelo Ministério da Educação e Ciência (Decreto-Lei n.º 139/2012, de 5 de julho) assim como a respectiva carga horária das componentes. Neste momento já existem alguns manuais para estes cursos, mas na altura não. Tinha o trabalho suplementar de reunir a informação para dar aos alunos, sob a forma de sebatas.

Quando a falta de assiduidade do aluno é devidamente justificada, os formadores têm de assegurar o desenvolvimento de mecanismos de recuperação, tendo em vista os objectivos da aprendizagem das aulas a que o aluno faltou assim como o cumprimento das horas de formação, o que acresce o nosso trabalho... Quando o formador falta, deve repor em horário a combinar com os alunos, as horas de formação em falta.

Fui professora orientadora da Prova de Aptidão Profissional (PAP) e da formação em contexto de trabalho (FCT) do curso Profissional Técnico de Análises Laboratoriais, sob a orientação do diretor de curso. Os professores orientadores são os professores com maior carga horária das disciplinas da formação técnica.

A PAP consiste na apresentação e defesa, perante um júri, de um projeto e respetivo relatório final de realização e apresentação crítica, demonstrativo de saberes e competências profissionais adquiridos ao longo da formação do aluno.

Como tal, orientei os alunos, seguindo a portaria n.º 74-A/2013 de 15 de fevereiro, na escolha do projeto a desenvolver, na sua realização e na redação do relatório final e verifiquei se os relatórios estavam em condições de ser presentes ao júri. Quando os relatórios não atingiam os objetivos considerados necessários, deviam ser reformulados

tendo em conta as minhas indicações definindo um novo prazo para entrega. Mantive o diretor de curso devidamente informado do desenvolvimento dos projetos.

Fiz parte do júri de avaliação da PAP composto pelo diretor de curso que preside; pelo professor orientador do projecto e por um representante das associações empresariais ou das empresas de sectores afins do curso.

Como professora orientadora da FCT, formação em contexto de trabalho, articulei com o diretor de curso a planificação das atividades que visam a aproximação ao mundo do trabalho, acompanhei a execução do plano de trabalho dos alunos, nomeadamente através de deslocações aos locais em que a mesma se realizou e acompanhei os alunos na elaboração dos relatórios da FCT.

Nestes cursos lecionei disciplinas como Tecnologias químicas (abordando entre outros conteúdos: Dinâmica de Fluidos, Transferência de calor , Transferência de massa, Reactores Químicos – mistura e agitação, Transferência de fluidos e compressão de gases, Geradores e permutadores de calor.), Análises Químicas (abordando entre outros conteúdos: Análise Quantitativa, Volumetria Ácido- base, Volumetria de Precipitação, Volumetria Redox, Potenciometria, Métodos Cromatográficos) e Controlo e Qualidade Alimentar (abordando entre outros: Colheita de amostras para análise, Controlo da qualidade das embalagens para géneros alimentícios, Controlo da qualidade da água, Controlo da qualidade da carne e produtos cárneos).

É gratificante ver que se consegue dar a volta à desmotivação desses alunos e vê-los terminar o curso com vontade de inserir o mundo do trabalho.

Projeto “Eu e os outros”

Fiz uma formação nesse ano letivo que me permitiu fazer algo completamente diferente em Área de projeto, que me entusiasmou muito, assim como aos alunos. O Projeto “Eu e os Outros” do Instituto da Droga e Toxicodependência, foi desenhado por uma equipa técnica ligada à Linha Vida SOS Droga e surgiu integrado no desenvolvimento do site juvenil “Tu Alinhas?”. Este projeto tinha por objetivo promover a reflexão em grupo sobre temas do desenvolvimento ligados à adolescência, criando uma dinâmica de grupo geradora de crescimento pessoal e social. Constituía-se como um instrumento promotor de processos de tomada de decisão, confrontação no seio do grupo

e exploração de informação dirigido a grupos de jovens entre os 10 e os 18 anos, tendo por base 8 histórias em suporte eletrónico.

Cada história abordava temas ligados ao desenvolvimento pessoal e social. Os alunos tinham como objetivo de jogo conduzirem um grupo de personagens, mediante um conjunto de decisões partilhadas em turma, na resolução de problemas do dia-a-dia. Como nada acontece por acaso, tinha alunos já dependentes das drogas numa turma do 7.º e que deram testemunhos perante a turma, o que levou a grandes debates. Foi de tal maneira positivo que ainda consegui ter uma turma com área de projeto no ano letivo seguinte, nos mesmos moldes, ou seja projetando a sua vida. Porém foi o último ano em que houve área de projeto.

Colaborei também no Projeto de Educação Sexual, tendo realizado alguns “Role Play” (uma forma de jogo em que os jogadores muitas vezes fingem ser outra pessoa) com alunos do ensino secundário, de modo a que os alunos refletissem e compreendessem comportamentos sociais, experienciando conflitos e desempenhando papéis uns dos outros, sobre a temática da gravidez na adolescência. Esta experiência superou as minhas expectativas, com uma forte participação dos alunos que levava a grandes debates.

Continuei a lecionar os cursos profissionais até ao ano letivo 2013/14 em que mudei novamente de escola e fiquei de novo com o ensino regular.

A vantagem das tecnologias na sala de aula

O lado positivo desta mudança: os sumários digitais, logo um computador por sala acompanhado de um projetor. Que maravilha não ter de andar carregada com o livro de ponto, o meu portátil, a minha pasta e um projetor, nem ficar dependente da requisição deste último que existiam sempre em número tão reduzido. O benefício que é poder alterar um sumário sem ter de riscar, poder projetá-lo para os alunos copiarem para os seus cadernos, poder encontrar rapidamente o sumário do dia anterior ou pesquisar um determinado sumário assim como faltas dos alunos, que minimiza o tempo que se perde no início da aula, além de não termos de ir a correr buscar o livro de ponto em cada intervalo. Para além do peso e volume do portátil e projetor, estarem à disposição na sala de aula, torna-a mais enriquecedora pelo facto de podermos projetar algo mesmo que não tivesse sido programado mas apenas porque surgiu a necessidade com o decorrer da aula,

até mesmo para tirar uma dúvida ou porque nos lembramos de algo que temos na pen ou que sabemos existir na internet.

Tive oportunidade de fazer parte do Centro de Aprendizagem, no ensino básico, que é um serviço educativo que visa o sucesso dos alunos promovendo o apoio ao estudo e esclarecimento de dúvidas aos alunos, a realização dos trabalhos de casa e o apoio em pequenos grupos.

Outra novidade para mim, foi o Reforço de Aprendizagem aos alunos do 10.º ano na disciplina de Física-química A. Trata-se de uma medida educativa que visa a promoção do sucesso educativo dos alunos e a melhoria dos seus resultados escolares. Como professora da turma assegurei esse reforço com a resolução de exercícios da matéria lecionada durante a semana para consolidação dos conteúdos programáticos, esclarecimento de dúvidas e preparação para os exames nacionais.

Nessa turma do 10.º ano deparei-me por vezes com a falta de empenho por parte de alguns alunos, que se traduzia na falta de rendimento da aula, realizando os exercícios com muita lentidão. Para combater esse problema servi-me da “gamificação” para tornar a aula mais atrativa e eficiente para o processo de ensino-aprendizagem. Por exemplo, numa aula, de turnos, a seguir a Educação Física, em que os alunos vinham muito cansados, sem vontade de resolver exercícios, dividi-os em dois grupos. Um de rapazes e o outro de raparigas, e como se de um concurso se tratasse, tiveram de resolver os exercícios em grupo de modo a ver qual terminaria primeiro. Foi de tal maneira entusiasmante que, de tempos em tempos, pedem para repetir. Defini tempos cada vez mais curtos para resolução dos exercícios e premiei algumas vezes os alunos mais rápidos, tornando a resolução dos mesmos numa competição saudável.

Momentos menos bons

Relato de seguida alguns momentos menos bons, onde não quis identificar as respectivas escolas:

Um dia, no papel de diretora de turma, recebo um telefonema duma Assistente Social a comunicar que uma das minhas alunas trabalhava num restaurante e como tal tínhamos que a deixar “ganhar algum dinheiro”.

Afinal para que serve a escolaridade obrigatória? E a exploração infantil é permitida em Portugal?

Nesse mesmo ano fui confrontada com uma realidade ainda nunca vista por mim. Vinham ordens do Conselho Executivo para haver no máximo 5% de reprovações no 9.º ano, pois tinham de “despachar” os alunos para o ensino secundário. Então para que serve a avaliação continua se no fim os alunos tinham de seguir obrigatoriamente para o secundário, quer estivessem em condições ou não de transitar? Que ensino é este? Que país é este que permite tal coisa? A autonomia das escolas serve para isso? Fiquei perplexa mas não alterei uma única nota. Estava em causa o meu trabalho, as minhas avaliações e a justiça para quem se esforçou durante o ano e pela primeira vez vi uma nota minha ser votada para ser cumprida a meta estabelecida pelo Conselho Executivo.

Outra situação que por mim se tornou incomodativa foi, certo ano, o facto de no meu grupo haver pessoas que não cumpriam os critérios de classificação e inflacionavam as notas, o que fazia que os meus alunos soubessem de alguns casos e diziam ser uma injustiça o facto de eu cumprir os mesmos. Tentei dentro do meu grupo chegarmos a um consenso mas em vão. Quando nos critérios o nível quatro seria atribuído a partir dos 70% no ensino básico, havia quem resolvia atribuir esse nível a partir dos 65%, outros a partir dos 62% e não nos conseguimos entender. Quem estava na coordenação do grupo respondia que, como era tudo muito subjetivo, cada um fizesse o que a sua consciência lhe ditasse. Tudo isto devido à luta no pódio pela melhor percentagem de sucesso. Será mesmo melhor professor aquele que atribuiu melhores classificações e teve nos três períodos 100% de sucesso? Por isso vemos depois as disparidades entre as classificações internas e as finais com notas de exame tão miseráveis.

Até agora, todos os obstáculos foram superados com sucesso e das partes menos boas, tirei daí algum ensinamento.

Visitas de estudo

Realizei uma visita de estudo por ano, organizada pelo meu grupo, com a minha participação, da qual se destacam: Central Termoelétrica do Pego, ETAR de Fernão Ferro, ETAR de Chelas, Fábrica Cozinha Pronta, Industria de queijo Montiqueijo, Matadouro Mercarnes, Museu da Eletricidade, Central de Tratamento de Resíduos

Sólidos Urbanos de S. João da Talha, Centro de compostagem de Setúbal, Centro de Ciência Viva do Alviela – Carsoscópio, Pavilhão do Conhecimento – Ciência Viva e Museu da Ciência da Universidade de Lisboa.

“2 dedos de ciência”

Como professora na área das ciências, aceitei outro desafio como membro do ATV – Académico de Torres Vedras. No ano letivo 2011/2012, uma amiga pediu-me para em conjunto dinamizarmos a seção da ciência. O ATV é uma associação de utilidade pública sem fins lucrativos, e um dos seus lemas é proporcionar a todas as faixas etárias a preservação do gosto pelas atividades desportivas, científicas e culturais. O "2 dedos de ciência" está inserido num projeto de formação e divulgação de ciência baseando-se em conversas sobre temas em que a ciência se cruza com o nosso dia-a-dia, num ambiente descontraído e num tom informal, que se realiza ao sábado à noite quatro vezes por ano e com workshop de ciência no stand do ATV na Feira de S. Pedro em Torres Vedras, com o objetivo de motivar quer os alunos, quer os pais, quer a comunidade em geral. É gratificante quando em dia de “2 dedos de ciência” vemos a sala encher aos poucos com gente de formação e interesses diversos, que deixam o lar ao sábado à noite para uma sessão de ciência. No ano letivo corrente assumi sozinha a responsabilidade de dar continuidade ao projeto.

1.3 Ações de formação realizadas

O Decreto-Lei n.º 22/2014, de 11 de Fevereiro, estabelece o regime jurídico da formação contínua de professores e define o respetivo sistema de coordenação, administração e apoio. No Cap. I, Art.º 3, refere que a formação contínua é uma promoção da melhoria da qualidade do ensino e dos resultados do sistema educativo e valorização da dimensão científica e pedagógica. Na secção III- Art.º 18, o DL menciona que os professores devem participar de forma empenhada nas ações de formação contínua consideradas prioritárias para a concretização do projeto educativo da escola e para o desenvolvimento do sistema educativo.

Destacam-se as ações de formação mais importantes por mim realizadas:

Tabela 3 – Algumas das ações de formação realizadas

Data	Ação	Duração (h)	Entidade Promotora
2014	Laboratório e modelação com a calculadora gráfica	20	CFETVL
2014	Jornadas pedagógicas: (Re)construir a inclusão em contexto escolar	15	CFETVL
2011	A calculadora gráfica nas aulas de matemática e físico-química	25	CFETVL
2011	Quadros interativos multimédia no ensino/aprendizagem das ciências experimentais	15	CFAETVL
2009	Eu e os outros	15	IDT
2008	A Prática da Avaliação no Desempenho Profissional	15	CFPP
2005	Moodle – uma ferramenta de excelência na gestão do processo ensino aprendizagem	50	CFETVL
1998	Curso de Gestão da qualidade	60	CEV
1998	Curso de Gestão de risco	50	CEV
1997	Criação de uma página WEB	15	IST

1.4 Reflexão final da Parte I

Licenciei-me em Engenharia Química, sem preparação prévia para o exercício docente, e como tal os meus primeiros anos de ensino foram reproduções dos meus antigos professores. Foram imitações daquelas que eu considerei experiências positivas de quando fui aluna. Todos os anos aprendo algo que sinto que contribui para ser melhor professora e sei que tenho ainda mais para aprender nos anos que ainda se avizinham e que aguardo com entusiasmo.

Há uma incessante evolução técnico-científica que devemos acompanhar procurando formação adequada. O ensino é um processo de construção ainda em construção!

A experiência mostra-me que é sempre possível fazer mais e melhor, reforçar e qualificar as minhas iniciativas.

Ao longo dos anos de ensino, tenho refletido sobre a minha prática letiva. Tenho dialogado e comparado com colegas, de modo a melhorar e garantir o desenvolvimento de competências dos alunos para atingirem o sucesso escolar.

No início de cada ano letivo traço os meus objetivos individuais tendo em conta o projeto educativo da escola e preparo as minhas atividades letivas com orientação nas planificações a longo e médio prazo definidas em grupo disciplinar e realizando uma avaliação diagnóstica a todos os meus alunos no sentido de identificar grosseiramente as maiores dificuldades e caracterizar as turmas.

Procuo identificar os alunos com necessidades educativas especiais e sempre que necessário ajustar as planificações de acordo com as necessidades e os ritmos de aprendizagem dos mesmos. Devido à especificidade de cada aluno presto um apoio mais individualizado sempre que os alunos demonstram mais dificuldades na aquisição de conhecimentos, tanto dentro como fora da sala de aula. Tive sempre a preocupação de apoiar individualmente os alunos com mais dificuldades e estimular os alunos com mais capacidades, motivando-os de forma a trabalharem mais autonomamente e esclarecendo dúvidas.

Na primeira aula de cada ano, informo os alunos sobre os temas que iremos abordar, sobre as minhas regras de sala de aula, critérios de avaliação a serem aplicados, em que mostro as minhas grelhas de registo de avaliação.

Tenho tido também o objetivo de aumentar a literacia científica dos alunos, e fazer a ponte entre os conteúdos aprendidos e a sua utilização/compreensão do nosso dia-a-dia, de modo a não dizerem que “não precisam dessa matéria para nada”, comentários frequentes dos alunos.

Procuo também, criar um clima de responsabilidade, de respeito mútuo e de entreajuda dentro e fora da sala de aula, formar cidadãos autónomos e responsáveis, reduzir a taxa de abandono escolar e de insucesso, e combater a indisciplina. Tento descobrir os interesses escolares e pessoais dos meus alunos, de modo a ir ao seu encontro e motivar a aprendizagem pelas ciências e tecnologias.

PARTE II

2 Comparação do estudo da conservação de energia através de um sensor de movimento e análise de vídeo

2.1 Introdução e revisão da literatura

Esta parte tem como finalidade proceder à contextualização e apresentação do estudo desenvolvido.

Este estudo propôs o uso de um método de ensino e aprendizagem em que o aluno participe mais ativamente na construção do conhecimento, contrariando o ensino das ciências que de uma maneira geral se tem centrado na transmissão de conhecimentos.

Deste modo, os objetivos consistiram em:

- Implementar na sala de aula um método de ensino e aprendizagem numa perspectiva *hands-on/mind-on* das ciências;
- Usar novas metodologias no ensino das ciências;
- Fomentar nos alunos o gosto pela ciência;
- Contribuir para a motivação, estudo e melhoria da educação nas ciências.

A motivação e o processo ensino-aprendizagem

Como fazer um aluno interessar-se e chegar às suas próprias conclusões nas aulas de Ciências Físico-Químicas? Como “passar conhecimento” de forma experimental em vez de simplesmente “transmitir as informações” do programa escolar? Esses são alguns desafios com que se debate o professor que não se contenta apenas em cumprir o programa.

A palavra *motivação* é uma das mais usadas pelos professores para justificar, quer o insucesso quer o sucesso dos alunos. Muitos professores colocam a alegada “falta de motivação” dos alunos como primeiro obstáculo à compreensão e aprendizagem dos

conteúdos escolares. Curiosamente, grande parte das dificuldades do professor tem também origem na sua própria motivação e na difícil tarefa de diagnosticar os interesses e necessidades dos alunos, bem como em ter em conta as diferenças individuais e outros problemas e condicionantes de aprendizagem (Campos, 1986).

A motivação escolar constitui uma área de investigação que permite, com alguma relevância, explicar, prever e orientar a conduta do aluno em contexto escolar (Gutiérrez, 1986). “Nos contextos de aprendizagem, a motivação pode ser inferida por meio de comportamentos observáveis dos alunos, os quais incluem o iniciar rapidamente uma tarefa e empenhar-se nela com esforço, persistência e verbalizações” (Printrich, 2003, p. 95).

Quando os alunos têm como objetivo pessoal o domínio dos conteúdos, e não apenas a conclusão de tarefas ou o conseguir nota suficiente, irão empenhar-se, investir tempo e esforço em determinadas atividades mentais. A importância de fazer interagir as dimensões cognitiva e afetiva na aquisição de conhecimentos será mais pertinente na modificação de atitudes e valores do que propriamente na obtenção de melhores resultados, pois favorece melhores conhecimentos. A tomada de consciência da natureza do saber e do facto de cada um ter um potencial para aprender que pode aumentar com o envolvimento da sua própria personalidade suscita nos alunos a auto-confiança e a valorização de si próprios, necessárias a qualquer desenvolvimento e aprendizagem. Não é possível ensinar a pensar adequadamente se não se trabalhar a motivação e vice-versa. Querer e saber pensar são condições pessoais que permitem a aquisição e aplicação de conhecimentos quando necessário (Tapia, 1997).

O ensino das ciências em Portugal tem-se caracterizado, de uma maneira geral, pela transmissão passiva de conhecimentos, com o professor a “debitar matéria”, solicitando a memorização de fatos e leis, onde o manual e o professor, são muitas vezes as únicas fontes de informação e em que predominam as metodologias tradicionais, centradas na transmissão de conhecimentos (Costa, 1999).

O ensino das ciências em Portugal tem-se caracterizado, por um lado, pela fraca utilização de trabalho experimental e, por outro, pela predominância de demonstrações e verificações experimentais em que na maior parte das vezes o aluno é um sujeito passivo.

Há, assim, uma necessidade de implementar novas metodologias de ensino/aprendizagem nas aulas de Ciências Físico-Químicas, mais ativas, para formar jovens dinâmicos, críticos, participativos e capazes de se inserirem facilmente numa sociedade com as características da atual. É importante propor atividades aos alunos, diferentes daquelas que se lhes têm oferecido até aqui, de modo a possibilitar-lhes experiências de aprendizagem consideráveis.

O ensino das Ciências

“A Ciência na escola pode ser realmente divertida. As crianças, em qualquer parte do mundo, ficam intrigadas com problemas simples, sejam eles idealizados ou por elas realmente identificados no meio circundante” (Unesco,1983 citado por Harlen, 2008). A palavra ciência está relacionada com a compreensão das coisas e da razão pela qual elas se comportam de determinada forma. Assim, ao ensinar ciência estamos a ajudar o aluno a compreender o mundo à sua volta.

Quando o aluno faz experiências e investiga para responder a questões como “O que acontece se ...?” ou “Quais as diferenças e as semelhanças entre ...?”, ele está envolvido na aprendizagem da ciência.

O ponto de partida para qualquer atividade em ciência é o encontro entre o aluno e um determinado fenómeno que ele vai tentar compreender. Para que esteja motivado a resolver um problema, é necessário que esse problema tenha significado para ele e que o aluno tenha estado envolvido no seu desenvolvimento.

O papel das atividades científicas na escola é ajudar na formação de novas ideias, testar ideias já existentes e alterá-las à luz da evidência. É nestes dois últimos aspetos que o professor pode ter um papel importante. Estes aspetos dependem da orientação que os alunos recebem, do encorajamento para refletirem, testarem ideias, melhorarem técnicas, dos materiais que são postos à sua disposição, etc. O professor só poderá auxiliar neste processo se estiver familiarizado com as ideias que os alunos têm à partida, sejam ou não “misconceptions” e conseguir partir das mesmas para planear atividades que as possam desenvolver ou modificar.

Uma ausência que se faz notar no ensino da Física é a sua história. Os manuais contemplam apenas a matéria a lecionar e quando muito, destacam uma pequena

biografia de algum cientista, o seu nascimento e morte. A construção do conceito, a evolução do trabalho dos cientistas, as ideias preexistentes e o próprio modo de fazer ciência, apesar de tão importantes, são ignorados. Tal aspecto induz aos alunos, que as teorias surgem de repente na cabeça de alguns privilegiados.

É necessário inserir a História da Ciência no ensino da Física!

O ensino da Energia

No final do século XVIII, Lavoisier classificou o calor (ver figura 1), uma forma de transferência de energia, como uma substância simples! Tal é a complexidade em torno do conceito de energia, um conceito que só entrou de modo adequado na linguagem da ciência na segunda metade do século XIX.

Figura 1 – Tabela de substâncias simples publicada na pág. 192 do *Traité Élémentaire de Chimie*

TABLEAU DES SUBSTANCES SIMPLES.

	<i>Noms nouveaux.</i>	<i>Noms anciens correspondans.</i>
<i>Substances simples qui appartiennent aux trois règnes & qu'on peut regarder comme les élémens des corps.</i>	Lumière.....	Lumière.
	Calorique.....	Chaleur.
		Principe de la chaleur. Fluide igné. Feu.
	Oxygène.....	Matière du feu & de la chaleur.
		Air déphlogistiqué.
		Air empircal.
	Azote.....	Air vital.
Base de l'air vital.		
Hydrogène.....	Gaz phlogistiqué.	
	Mofete.	
<i>Substances simples non métalliques oxidables & acidifiables.</i>	Base de la mofete.	
	Gaz inflammable.	
	Base du gaz inflammable.	
Soufre.....	Soufre.	
Phosphore.....	Phosphore.	
Carbone.....	Charbon pur.	
Radical muriatique.	Inconnu.	
Radical fluorique..	Inconnu.	
Radical boracique..	Inconnu.	
Antimoine.....	Antimoine.	
Argent.....	Argent.	
Arsenic.....	Arsenic.	
Bismuth.....	Bismuth.	
Cobolt.....	Cobolt.	
Cuivre.....	Cuivre.	
Étain.....	Étain.	
<i>Substances simples métalliques oxidables & acidifiables.</i>	Fer.....	Fer.
	Manganèse.....	Manganèse.
	Mercuré.....	Mercuré.
	Molybdène.....	Molybdène.
	Nickel.....	Nickel.
	Or.....	Or.
	Platine.....	Platine.
	Plomb.....	Plomb.
	Tungstène.....	Tungstène.
	Zinc.....	Zinc.
<i>Substances simples salifiables terreuses.</i>	Chaux.....	Terre calcaire, chaux.
	Magnésie.....	Magnésie, base du sel d'Épſom.
	Baryte.....	Barote, terre pesante.
	Alumine.....	Argile, terre de l'alun, base de l'alun.
Silice.....	Terre siliceuse, terre vitrifiable.	

A palavra energia é muito utilizada no cotidiano: trata-se de um conceito geral, não físico, com aspectos interdisciplinares, na química, na física, na biologia, na economia e até na política. O conceito de energia é utilizado no sentido corrente para designar o vigor, a firmeza e a força. O termo energia é utilizado nas ciências físicas para designar uma grandeza física, que se exprime em joules (símbolo: J) no Sistema Internacional de Unidades (SI).

A energia não se confunde com outras grandezas físicas (como velocidade, potência, força, etc.) nem com combustíveis, alimentos, corrente elétrica, etc. Por exemplo, a quantidade de energia contida nos alimentos indica quanto calor, trabalho mecânico, etc., pode ser transferido. Os alimentos são objetos físicos, concretos, são “coisas” manipuláveis com as mãos (e com a boca e outros órgãos do sistema digestivo, claro). A energia é apenas uma *quantidade física*, ou seja, é uma forma de medir certas características ou propriedades dos objetos.

A energia não é algo que esteja apenas associado aos seres vivos, nem a um material concreto, ou a uma força. A energia é uma grandeza física associada a todos os sistemas físicos, macroscópicos ou microscópios, na Terra ou em qualquer local do Universo, que nos informa sobre a capacidade de obter trabalho, calor ou radiação desses sistemas.

A energia não é uma coisa que se veja, mas calcula-se...

O conceito de energia é considerado um dos mais importantes mas também um dos mais difíceis.

Por exemplo Feynman nas suas palestras sobre física começa assim: "ainda não sabemos o que é energia" e continua: "não sabemos por ser a energia uma coisa 'estranha'. A única coisa de que temos certeza e que a Natureza nos permite observar é uma realidade, uma Lei chamada Conservação da Energia. Esta lei diz que existe 'algo', uma quantidade que chamamos energia, que se modifica em forma, mas que a cada momento que a medimos ela apresenta sempre o mesmo resultado numérico. É incrível que algo assim aconteça. Na verdade é muito abstrato, matemático até, e por ser assim tentemos ilustrá-lo com uma analogia".

"Imagine um garoto, pode ser Dennis, que possui uns bloquinhos absolutamente indestrutíveis e indivisíveis, que cada um é igual ao outro e que ele tenha 28 bloquinhos. Por se ter portado mal, a sua mãe coloca-o de castigo no seu quarto com os bloquinhos e

ao final do dia vai conferir como está o menino e os bloquinhos. Quão grande é a surpresa da mãe ao constatar que faça o que Dennis faça, os bloquinhos são sempre 28. A sua mãe descobriu uma Lei Fundamental".

"Com o passar dos dias, ela continua a contar os bloquinhos até que um dia só encontra 27 blocos. Mas uma pequena investigação indica que existe um, debaixo do tapete. Ela precisa de olhar com mais atenção para verificar se o número de bloquinhos realmente não muda".

"Um dia, entretanto, ela só encontra 26 bloquinhos no quarto. Uma averiguação mostra que a janela está aberta e que os restantes 2 bloquinhos estão lá fora. Até que um dia aparecem 30 blocos! A surpresa é considerável até que descobre que Bruce veio visitá-lo e trouxe consigo os seus bloquinhos. Após separá-los, fechar a janela e não deixar Bruce entrar, ela conta e encontra apenas 25 blocos. Depois de procurar em todos os lugares e não encontrar nada, restava verificar o conteúdo da caixa de brinquedos do menino. Mas ele diz - 'não mexe na minha caixinha de brinquedos', e chora. A mãe está proibida de mexer na caixinha".

A importância do conceito de energia tem sido apontada por vários autores, como Solbes and Tarín (1998), como um elemento de ligação entre diferentes partes da física, destacando a importância desse conceito, tanto do ponto de vista científico como tecnológico. Detetaram como dificuldades relacionadas à aprendizagem do conceito de energia que a energia é frequentemente apenas associada ao movimento, pode ser “gasta” ou “armazenada” e que não há compreensão da transformação, conservação e degradação de energia (Solbes and Tarín, 2009). Um estudo realizado por Papadouris refere que o pensamento dos estudantes sobre a temática da energia é influenciado pelas várias dificuldades conceituais que são agravados pelo ensino da ciência tradicional. Os alunos tendem a confundir energia com força ou corrente elétrica (2008).

Em primeiro lugar, para haver uma compreensão clara do conceito de energia é necessário reconhecer que as transformações que um sistema sofre são devido às interações com outros sistemas ou interações entre as suas partes; por outras palavras, elas são devidas à capacidade da matéria para interagir de diferentes maneiras (Solbes and Tarín apud Arons 1999).

Em segundo lugar, o desenvolvimento do modelo de transformações energéticas explica a conservação de um sistema isolado e a degradação de energia como consequência da transformação de um sistema (Solbes and Tarín apud Duit 1987; Brook e Wells, 1988).

Muitos têm sido os estudos sobre os métodos de ensino do conceito energia, como os efetuados por Trumper, 1990; Brook e Wells, 1988; Kirkwood e Carr, 1988; Huis e Berg, 1993; Gilbert, 1982 e Heuvelen e Zou (Kurnaz, 2009). Utilizaram entrevistas para medir como as suas abordagens de ensino aos alunos influenciaram a aprendizagem conceptual. Para criar perguntas de acompanhamento, o entrevistador ouviu o entrevistado com cuidado, porque o livre fluxo de ideias do aluno, enquanto fala, é rico e diversificado deixando o entrevistador mais consciente da necessidade de dirigir qualquer modificação nas ideias do aluno quando um tópico é iniciado. Algumas abordagens de ensino também se manifestaram valiosas como por exemplo o uso de cartazes para afixar as ideias dos estudantes. Os alunos interessam-se em ver os seus próprios trabalhos exibidos.

Também foram utilizados métodos a partir de ilustrações. Por exemplo, Gilbert utilizou uma série de desenhos que retratam um conjunto de situações onde o conceito de energia pode ou não estar envolvido. Os alunos tinham de indicar se a ilustração retratava o conceito de energia e argumentar, sendo os seus motivos examinados.

“Síntese sobre energia”

Pelo anteriormente descrito, sentiu-se a necessidade de estruturar um guião “Síntese sobre energia”, que se encontra no anexo II, que é o resultado da revisão da literatura, das especificações do currículo, da minha experiência pessoal e de um trabalho conjunto com o Professor Vitor Teodoro me orientou e reviu o referido guião.

O guião tem como objetivo ajudar tanto o professor como o aluno, na organização e sequência dos conceitos, uma vez que a energia é um conceito tão complexo que por vezes não temos consciência da melhor sequência. Foi uma forma de sistematizar o que por vezes está desorganizado nos manuais.

O guião parte do conceito de quantidade física, combina o abstrato com o concreto, trabalha as unidades e contém exemplos assim como exercícios resolvidos para melhor compreensão.

A análise de vídeos no ensino da física

Há diversas situações de ensino em que somente o uso das tecnologias permite, por exemplo, a realização de medições que podem ser fundamentais no processo de aprendizagem. Um dos obstáculos que se coloca para a utilização destas tecnologias no ensino é o custo elevado de equipamentos de laboratório e das tecnologias proprietárias (hardware e software). Neste contexto, é importante o desenvolvimento e a difusão de tecnologias livres que apresentem, ao mesmo tempo, qualidade, flexibilidade de uso e baixo custo, de modo a que sejam compatíveis com a realidade educacional (Bezerra Jr, 2009). Assim, optámos por utilizar o software livre Tracker que permite realizar análise de vídeos imagem a imagem, sendo possível o estudo de diversos tipos de movimento a partir de filmes feitos com câmaras digitais ou *webcams* e computadores comuns. Entendemos que, através do uso desta tecnologia, professores e estudantes de Física têm condições de desenvolver atividades laboratoriais de baixo custo, mas de qualidade académica. Esta capacidade de análise e modelação de vídeo permite aos utilizadores examinar em vez de simplesmente assumir. O Tracker é um software de fácil aprendizagem, o que torna simples o seu uso na obtenção de informações relevantes em experiências de Física.

2.2 Metodologia

Este trabalho teve como objetivo investigar a contribuição da análise de vídeo por computador para a aprendizagem de conceitos de Física (ver sequência didática “Conservação de energia” no Anexo II). A análise de vídeo foi realizada com o software Tracker. Foram avaliados os progressos feitos pelos alunos (10.º ano, turma de 22 alunos; 15 a 16 anos de idade) depois de uma aula (150 minutos) em dois cenários diferentes como consta na tabela 4: realizando a atividade laboratorial do 10.º ano, “A bola saltitante” (através de um sensor) e utilizando um vídeo e o software Tracker (atividade está descrita no Anexo III).

Tabela 4- Alunos participantes no estudo

	Grupo de alunos
AL Bola saltitante com sensor de movimento	11
Análise de vídeo com o software Tracker	11

Foi desenvolvido um teste sobre energia, que foi previamente pré-testado com outros alunos, do mesmo ano mas de outra turma, de modo a poder aferir a linguagem e melhorar o teste. Os alunos participantes no estudo responderam ao teste como pré-teste (anexo I), antes da atividade laboratorial, a fim de caracterizar os seus conhecimentos no que diz respeito aos conceitos de conservação de energia. Após a realização da atividade laboratorial / análise de vídeo, foi realizado um pós-teste (igual ao pré-teste) com o objetivo de avaliar a evolução da aprendizagem.

O teste apenas tem apenas itens de escolha múltipla. Este tipo de itens são amplamente utilizados, sendo menos susceptíveis de induzir uma classificação subjetiva, como acontece nas perguntas de resposta livre (Mehrens and Lehmann, 1991). Além disso, um teste de escolha múltipla pode abranger diferentes níveis de comportamentos cognitivos, bem como diferentes níveis de conteúdo do conhecimento. Portanto, é viável a utilização de um teste de escolha múltipla bem concebido para avaliar raciocínios de ordem superior, tais como a aplicação de princípios (Haladyna, 1999).

Limitações do estudo

O estudo efetuado apresenta limitações devidas às características dos participantes do estudo e correspondente tipo de resultados obtidos, análise e tratamento dos dados recolhidos. Não foi possível fazer uma seleção aleatória para os diferentes tratamentos, pois a turma está dividida em turnos. Sendo o número de participantes muito reduzido, uma turma apenas, é necessário ter em atenção que as ilações retiradas não poderão ser generalizadas. Para além disso, foi implementada uma única atividade com metodologias diferentes das quais estão habituados.

No que respeita à análise e tratamento dos dados recolhidos, este também apresenta algumas limitações, uma vez, que não se considerou adequado fazer uma análise

estatística inferencial sobre os resultados dos dois grupos, não tendo sido feitos testes de significância. O estudo serviu essencialmente para a familiarização com as tecnologias utilizadas e para definir uma sequência conceptual adequada para o estudo da energia, bem como para o desenvolvimento de materiais para a sala de aula.

“Equívocos”

Os alunos, independentemente da idade e cultura têm em geral já muitas ideias (pré-conceitos) sobre os fenómenos com que se confrontam no seu dia-a-dia, seja através de matérias lecionadas em anos letivos anteriores, seja através dos livros e da televisão. É importante conhecer esses conceitos ou ideias que se designam de “pré-conceitos” ou “concepções iniciais”, porque só assim será possível perceber se as suas ideias são as corretas ou são meras concepções alternativas, ajudando assim o professor a dar-se conta do raciocínio dos alunos, de forma a poder orientar melhor a exploração da atividade laboratorial. Assim sendo, aplicou-se o pré-teste que para além de ter ajudado na orientação da atividade laboratorial, serviu como termo de comparação com o pós-teste, permitindo verificar se houve evolução do conhecimento dos alunos, após a realização da atividade experimental.

Driver (1985) defende que um aluno só rejeitará uma perspetiva alternativa com que funciona cognitivamente quando apreender significativamente uma outra perspetiva que considere mais adequado ou mais fiel no modo como se adapta às novas informações.

De seguida apresentam-se alguns equívocos dos alunos relativamente ao conceito de energia, identificadas na literatura educacional.

Tabela 5- Itens e referências da categoria A- Energia, aspetos gerais

A	Energia, aspectos gerais	Referência
1	Energia é uma coisa.	Hapkiewicz (1992)
2	Um objeto em repouso não tem energia.	Hapkiewicz (1992)
3	A energia limita-se a uma determinada origem, tais como o que obtemos dos alimentos ou o que a companhia de energia elétrica vende.	Hapkiewicz (1992)
4	Não existe nenhuma relação entre matéria e energia.	Hapkiewicz (1992)

A	Energia, aspectos gerais	Referência
5	A energia está armazenada nos alimentos e no combustível.	IJESE (2007)
6	Para duas esferas que possuem a mesma massa, a bola que rebola mais rápido tem maior energia de movimento.	AAAS Projeto 2061, n.d.
7	A energia de movimento de um objeto não depende da velocidade nem da massa do objeto.	Herrmann-Abell & DeBoer, (2010)
8	Objetos que caem não têm energia de movimento.	Herrmann-Abell & DeBoer, (2010)
9	Para dois objetos que se deslocam à mesma velocidade, o objeto com menor energia de movimento pesa mais.	AAAS Projeto 2061, n.d.
10	Para dois corpos que caem com a mesma velocidade, o corpo com menor massa tem mais energia do movimento.	AAAS Projeto 2061, n.d.
11	A energia pode ser criada.	Papadouris (2008)
12	Formas de energia não podem ser transformadas noutra forma de energia (por exemplo, a energia química não pode ser convertida em energia cinética).	Brook & Driver (1984)
13	Energia é definida como causa de um processo.	Trumper (1993)
14	A energia de movimento de um objeto depende do seu tamanho.	AAAS Projeto 2061, n.d.
15	Energia está associada principalmente com os seres humanos e não com objetos inanimados.	Trumper (1993)

Tabela 6- Itens e referências da categoria B- Energia potencial gravítica

B	Energia potencial gravítica	Referência
1	O único tipo de energia potencial que há é a gravitacional.	Hapkiewicz (1992)
2	A energia potencial gravitacional depende apenas da altura de um objeto.	Hapkiewicz (1992)
3	Quando uma bola rebola para baixo, a energia potencial gravítica da bola não é transformada em energia de movimento.	AAAS Projeto 2061, n.d.
4	A energia de movimento não pode ser transformada em energia potencial gravitacional.	AAAS Projeto 2061, n.d.
5	A energia potencial gravítica está associada a um objeto.	Jewett (2008)
6	A energia potencial gravitacional de um objeto depende da velocidade do objeto.	Herrmann-Abell & DeBoer (2010)
7	A energia potencial gravitacional de um objeto não depende da massa do objeto.	AAAS Projeto 2061, n.d.
8	A energia potencial gravitacional de um objeto diminui à medida que um objeto se move para mais longe do centro da Terra.	AAAS Projeto 2061, n.d.

Tabela 7 - Itens e referências da categoria C- Energia potencial elástica

C	Energia potencial elástica	Referência
1	Somente os objetos que são esticados podem ter energia elástica. Objetos compactados não têm energia elástica.	AAAS Projeto 2061, n.d.
2	Energia potencial elástica é a força de um objeto a ser esticado ou comprimido.	AAAS Projeto 2061, n.d.
3	Molas ou outros objetos elásticos têm a mesma quantidade de energia elástica, independentemente de quanto eles são esticados ou comprimidos.	AAAS Projeto 2061, n.d.
4	A energia elástica não pode ser transformada em energia de movimento.	AAAS Projeto 2061, n.d.

Tabela 8 - Itens e referências da categoria D - Energia cinética

D	Energia cinética	Referência
1	Duplicando a velocidade de um objeto em movimento duplica a energia cinética.	Hapkiewicz (1992)

Tabela 9 - Itens e referências da categoria E - Conservação de energia

E	Conservação de energia	Referência
1	A energia é perdida em muitas transformações energéticas.	Hapkiewicz (1992)
2	Conservação de energia significa poupança.	IJESE (2007)
3	A energia pode ser completamente alterada de uma forma para outra (sem perdas de energia).	Hapkiewicz (1992)
4	Se permanece no sistema, a energia será conservada.	IJESE (2007)
5	Degradação de energia significa diminuir a sua quantidade.	IJESE (2007)
6	Degradação energética é oposto à conservação da energia.	IJESE (2007)

Tabela 10 - Itens e referências da categoria F - Trabalho

F	Trabalho	Referência
1	O trabalho é sinónimo de mão-de-obra.	Hapkiewicz (1992)

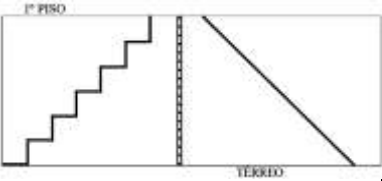
A análise das dificuldades conceptuais listadas nas tabelas anteriores sugeriu a elaboração de um conjunto de itens (ver tabela seguinte), tendo igualmente como base a literatura educacional.



A forma final do teste encontra-se no Anexo II.

Tabela 11 - Itens selecionados para o pré-teste

Referência	Descrição do equívoco	Possível item para o teste	Equívoco a que se refere o item
Hapkiewicz (1992)	Energia pode ser criada. A energia é associada apenas ao movimento. A energia apenas está armazenada nos alimentos e combustíveis.	1. A energia é de extrema importância na Física. A. Energia pode ser criada. B. A energia é associada apenas ao movimento. C. Um objeto em repouso tem energia. D. A energia apenas está armazenada nos alimentos e combustíveis.	A2 A11 A5
IJESE (2007)	A energia está armazenada nos alimentos e no combustível.	2. Energia é A. uma potência. B. uma força. C. um combustível. D. uma grandeza física.	A5
AAAS Projeto 2061, n.d.	A energia de movimento de um objeto não depende da velocidade nem da massa do objeto.	3. Relativamente a dois corpos A. se movem-se à mesma velocidade, devem ter massas iguais a fim de terem a mesma quantidade de energia de movimento. B. que se deslocam à mesma velocidade, o que possuir mais energia de movimento pesa menos. C. que caem com a mesma velocidade, o corpo com mais massa tem mais energia de movimento. D. as suas energias de movimento dependem apenas das suas velocidades.	A7 A9 A10 B6 B7

Referência	Descrição do equívoco	Possível item para o teste	Equívoco a que se refere o item
AAAS Projeto 2061, n.d.	A energia de movimento não pode ser transformada em energia potencial gravitacional.	4. Um ciclista desce uma ladeira, com vento forte contrário ao movimento. Pedalando vigorosamente, ele consegue manter a velocidade constante. Pode-se então afirmar que a sua A. energia cinética aumenta. B. energia cinética diminui. C. energia potencial gravitacional aumenta. D. energia potencial gravitacional diminui.	B4
Hapkiewicz(1992)	A energia potencial gravítica depende apenas da altura do objeto. Se permanece no sistema, a energia será conservada.	5. Sobre a energia mecânica e a conservação de energia, assinale a opção correta. A. Denomina-se energia cinética a energia que um corpo possui, por este estar em movimento vertical. B. Pode-se denominar de energia potencial gravitacional a energia que um corpo possui por se situar a uma certa altura acima da superfície terrestre dependendo apenas dessa altura. C. A energia mecânica total de um corpo é conservada, mesmo com a ocorrência de atrito. D. A energia total do universo é sempre constante, podendo ser transformada de uma forma para outra; entretanto, não pode ser criada e nem destruída.	B2 B8 E1 E4

Referência	Descrição do equívoco	Possível item para o teste	Equívoco a que se refere o item
Jewett (2008)	O único tipo de energia potencial que há é a gravitacional. A energia potencial gravítica está associada a um objeto.	6. Relativamente à energia potencial A. só existe na forma gravitacional, associada ao peso. B. é a forma de energia que está associada a um sistema onde ocorre interação entre diferentes corpos. C. existe sob duas formas, uma associada ao peso e a outra à força elástica. D. está associada a um objeto.	B1 B5
Hapkiewicz (1992)	A energia potencial gravitacional depende apenas da altura de um objeto.	7. Um estudante de física tinha três opções para subir ou descer do térreo para o 1º piso: pela escada, pela corda ou por uma rampa, conforme ilustrado na figura.  O estudante pensou e estabeleceu 4 hipóteses sobre as transformações de energia. Qual é a correta? A. Ao mudar de nível, a minha variação da energia potencial é menor pela rampa, uma vez que não me esforço tanto para subir ou descer. B. Ao mudar de nível, a minha variação da energia potencial é maior pela escada, uma vez que o esforço é maior. C. Ao mudar de nível, a minha variação da energia potencial é a mesma pelos três caminhos. D. Ao mudar de nível, a minha variação da energia potencial é maior pela corda, uma vez que o esforço é maior.	B2

Referência	Descrição do equívoco	Possível item para o teste	Equívoco a que se refere o item
AAAS Projeto 2061, n.d.	Somente os objetos que são esticados podem ter energia elástica. Objetos compactados não têm energia elástica.	8. Uma mola possui energia potencial elástica quando A. é comprimida. B. é esticada. C. é esticada e quando é comprimida. D. Nenhuma das opções anteriores.	C1 C2
AAAS Projeto 2061, n.d.	Para duas bolas que possuem a mesma massa, a que rebola mais rápido tem mais energia de movimento.	9. Três meninos com a mesma massa encontram-se no topo de um escorrega com a mesma altura mas com diferente inclinação. Partem do repouso. Desprezando o atrito pode-se afirmar que  A. $v_c = v_j = v_p$ B. $v_c < v_j < v_p$ C. $v_c > v_j > v_p$ D. Nada se pode dizer da velocidade por não se saber a massa dos meninos.	A6
Hapkiewicz (1992)	O trabalho é sinônimo de mão de obra.	10. Das situações que se seguem, em qual ou quais há realização de trabalho?  A. Todas, menos a pessoa sentada. B. Apenas a pessoa que desloca as caixas. C. Só os que fazem exercício físico. D. Nenhuma pessoa.	F1

Referência	Descrição do equívoco	Possível item para o teste	Equívoco a que se refere o item
IJESE (2007)	Degradação de energia significa diminuir a sua quantidade. Degradação energética é o oposto à conservação de energia.	11. Identifique a opção correta: A. Conservação de energia significa poupança. B. Quando um sistema perde energia ao longo do tempo denomina-se dissipação. C. Degradação energética significa diminuir a sua quantidade. D. Degradação energética é o oposto da conservação de energia.	E2 E5 E6
Papadouris (2008)	A energia pode ser criada. Formas de energia não podem ser criadas noutras formas de energia. A energia elástica não pode ser convertida em energia de movimento.	12. Um jovem vai praticar arco e flecha e assim que lança a flecha A. há transformação de energia cinética em energia potencial elástica. B. há transformação de energia potencial elástica em energia cinética. C. há transformação de energia cinética em energia potencial gravítica. D. houve criação de energia cinética.	A11 A12 C4

2.3 Atividade laboratorial

Após a elaboração do pré teste e da sua resolução pelos alunos, seguiu-se a realização da atividade laboratorial. De modo a preparar minimamente os alunos para a realização da mesma, foram produzidos uns materiais, anexo III, mais uma vez com a ajuda do Professor Vitor Teodoro, que me fez “olhar com outros olhos” para a importância do pré laboratorial. Quanto mais preparados os alunos forem para o laboratório, melhor percebem o que fazem e conseguem interpretar com mais facilidade os resultados que vão obtendo no decorrer da atividade.

Nos ditos materiais, começou-se com um resumo dos fundamentos teóricos importantes para a realização da atividade, seguido das previsões das alterações sofridas pela bola saltitante com os respetivos esboços e também algumas questões. Continua com

a análise de um caso real de dados de uma bola saltitante. Esta preparação vai além do proposto no programa nacional de Física e Química A. Este está de acordo com os Princípios Orientadores da Revisão Curricular do Ensino Secundário. Deste modo, ocupou-se mais do que uma aula, como proposto no programa, mas permitiu uma melhor preparação por parte dos alunos, de modo a realizarem a AL mais autonomamente com melhor capacidade de interpretação dos resultados obtidos. Depois de toda esta preparação, prossegue-se à questão problema, às questões pré laboratoriais, ao trabalho laboratorial e às questões pós laboratoriais, quer para a atividade com o sensor quer com o Tracker.

Desde então tenho preparado com mais cuidado e mais objetivamente as minhas atividades laboratoriais, considerando-as ainda mais importantes, graças ao trabalho que aqui desenvolvi.

Após a realização da atividade laboratorial, os alunos realizaram o pós teste de modo a que se pudesse efetuar o tratamento dos resultados.

2.4 Resultados e análise dos resultados

O objetivo do pré-teste é o de identificar em que medida os alunos dominam os conteúdos e demonstram capacidade de exprimir-se com clareza, organizar as suas ideias, estabelecer relações, interpretar dados e elaborar hipóteses, antes de realizarem a atividade experimental.

A análise dos itens foi feita tendo em conta a resposta correta e os distratores. A análise efetuada para cada item contém valores de facilidade e discriminação representados na tabela 12.

Tabela 12- Resultados do pré-teste por item e por alternativa

Questão		Índice de facilidade	Índice de discriminação	Chave
1	A	0,36	-0,11	
	B	0,00		
	C	0,55	0,35	C
	D	0,00		

Questão		Índice de facilidade	Índice de discriminação	Chave
2	A	0,18	0,03	
	B	0,14	-0,11	
	C	0,00		
	D	0,59	0,30	D
3	A	0,27	0,64	A
	B	0,27	-0,01	
	C	0,05	-0,12	
	D	0,09	0,08	
4	A	0,18	0,03	
	B	0,09	-0,05	
	C	0,27	-0,33	
	D	0,18	0,31	D
5	A	0,00		
	B	0,45	0,38	
	C	0,00		
	D	0,05	0,06	D
6	A	0,00		
	B	0,09	-0,17	B
	C	0,05	-0,12	
	D	0,45	0,30	
7	A	0,18	0,21	
	B	0,05	-0,12	
	C	0,14	-0,11	C
	D	0,27	0,15	
8	A	0,23	0,22	
	B	0,05	0,06	
	C	0,55	0,13	C
	D	0,05	-0,29	
9	A	0,09	0,33	A
	B	0,05	0,06	
	C	0,05	0,06	
	D	0,50	0,11	
10	A	0,36	0,19	A
	B	0,09	0,46	
	C	0,09	-0,17	
	D	0,09	-0,05	
11	A	0,05	-0,29	
	B	0,36	0,42	B
	C	0,00		
	D	0,18	0,31	
12	A	0,05	0,06	
	B	0,45	0,30	B
	C	0,14	-0,32	
	D	0,09	0,08	

Pré-teste

O Índice de Facilidade (IF) mede o quanto a questão foi fácil ou difícil, para um conjunto de alunos que realizaram o pré-teste. Este índice varia entre zero e um, sendo

que o IF próximo de zero indica que a questão foi considerada muito difícil pelos alunos, enquanto que o IF próximo de um, mostra que a questão foi muito fácil, para aquele grupo.

O Índice de Discriminação (ID) indica a correlação entre o desempenho no item com o total do teste ou seja mede a capacidade de uma dada questão separar os alunos com melhor desempenho dos alunos com pior desempenho no pré-teste. Quanto maior o coeficiente de correlação, maior a capacidade do item de discriminar grupos de alunos que atingiram determinada competência, daqueles que não atingiram. Os itens com coeficiente baixo não diferenciam o aluno que atingiu, daquele que não atingiu determinada competência. Nos testes de escolha múltipla o índice de discriminação poderá variar de -1.00 até $+1.00$. Um índice próximo de zero indica que a questão não discriminou. Se a maioria acerta ou erra a questão, a discriminação da questão é fraca. Se o grupo com as maiores notas acerta a questão e o com as piores notas erra, a discriminação é forte.

O índice de facilidade apresenta variações entre uma questão considerada muito fácil e muito difícil. Já o índice de discriminação apresenta uma dependência maior do tipo de teste, da área do conhecimento aferida, da formulação da questão (Unicamp, 2012).

A discriminação do distrator deve ser negativa e a discriminação da chave deve ser positiva, caso aconteça o contrário teremos de refletir e tentar descobrir o que terá levado a tais resultados. Em 48 alternativas, registam-se apenas duas situações que não estão de acordo com a regra descrita anteriormente. Trata-se do item 6 e 7, tabela 12, com IF de 0,09 e 0,14 respetivamente, que correspondem a itens muito difíceis.

O item com menor diferenciação foi na questão 4, em que os alunos se sentiram atraídos por várias hipóteses, relativamente ao ciclista que desce a estrada com velocidade constante: 9 % dos alunos foram atraídos pelo distrator “A energia cinética diminui” e 27 % dos alunos foram atraídos pelo distrator “A energia potencial gravitacional aumenta”, 18 % considerou que a energia potencial gravitacional diminui, distrator D e apenas 18 % acertou.

As questões 5 e 6 foram consideradas difíceis pelos alunos, pois têm um IF aproximadamente zero, ou seja muitos erraram, portanto quase ninguém sabe que a energia total de um corpo que está a cair na vertical é sempre constante e que a energia

potencial é uma forma de energia que está associada a qualquer sistema onde ocorre interação entre diferentes componentes do sistema. Na questão 5, 45% dos alunos considera que a energia potencial gravítica é a energia que um corpo possui quando está em movimento vertical e questão 6, 45% dos alunos foram atraídos pelo distrator “Energia potencial é uma forma de energia associada a qualquer objeto”. As questões 5 e 6 não discriminaram os alunos pois têm ID de aproximadamente zero, ou seja grande parte errou por serem atraídos pelo distrator B na questão 5 e pelo distrator D na questão 6.

Pode-se também concluir que os itens com maior diferenciação foram a questão 3 e 11 com ID de +0,64 e +0,42 respetivamente.

Pós-teste

O objetivo do pós-teste é o de identificar se os alunos, após a aplicação da atividade laboratorial da bola saltitante, dominam melhor os conteúdos, se organizam melhor as suas ideias, se estabelecem relações mais facilmente, e se houve uma melhoria na interpretação de dados.

A análise dos itens foi feita comparando a resposta correta e os distratores. A análise efetuada para cada item contém valores de facilidade e discriminação representados na tabela 13.

Tabela 13 – Resultados do pós-teste por item e por alternativa

Questão		Índice de facilidade	Índice de discriminação	chave
1	A	0,05	-0,38	
	B	0,00		
	C	0,95	0,38	C
	D	0,00		
2	A	0,05	-0,38	
	B	0,00		
	C	0,00		
	D	0,95	0,38	D

Questão		Índice de facilidade	Índice de discriminação	chave
3	A	0,77	0,49	A
	B	0,05	0,01	
	C	0,09	-0,36	
	D	0,05	-0,25	
4	A	0,50	-0,56	
	B	0,05	0,26	
	C	0,36	0,35	
	D	0,09	0,19	D
5	A	0,00		
	B	0,36	-0,36	
	C	0,18	-0,12	
	D	0,36	0,57	D
6	A	0,00		
	B	0,14	-0,22	B
	C	0,00		
	D	0,68	0,44	
7	A	0,05	-0,12	
	B	0,05	-0,12	
	C	0,50	0,61	C
	D	0,14	-0,37	
8	A	0,36	-0,20	
	B	0,05	-0,25	
	C	0,55	0,29	C
	D	0,05	0,01	
9	A	0,36	0,68	A
	B	0,09	-0,27	
	C	0,05	-0,38	
	D	0,41	-0,19	
10	A	0,91	0,45	A
	B	0,05	-0,25	
	C	0,00		
	D	0,05	-0,38	
11	A	0,00		
	B	0,55	0,19	B
	C	0,05	-0,12	
	D	0,27	-0,16	
12	A	0,05	-0,12	
	B	0,82	0,26	B
	C	0,09	-0,27	
	D	0,00		

Em 48 alternativas, registou-se uma situação em que a discriminação do distrator foi positiva e a discriminação da chave foi negativa. Trata-se do item 6 da tabela 13, com IF de 0,14 que leva a crer que para os alunos o item 6 continuou a ser difícil.

Os itens referentes ao conceito de energia potencial foram os que ainda tiveram uma percentagem elevada de atração pelos distratores, o que representa concepções erradas, comuns, uma vez que se trata de conceitos difíceis, o que de certa maneira sugere que

ainda não os dominam. Estes itens demonstram deficiências que podem estar relacionadas com a ênfase incompleta que foi dada nas aulas, relativamente à energia potencial, que foram tidas em conta posteriormente em sala de aula.

Tabela 14 – Resultados do pré e pós-teste por item por aluno

chave	C		D		A		D		D		B		C		C		A		A		B		B		
item	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12													
Teste	Pré	Pós	Pré	Pós	Pré	Pós	Pré	Pós	Pré	Pós	Pré	Pós	Pré	Pós	Pré	Pós	Pré	Pós	Pré	Pós	Pré	Pós	Pré	Pós	
A1, 1:5		C		D				A							B				A			B	B	B	
A2, 4:7	A	C	B	D	A	A	A	A	B	B	B	B		C	C	C	D	D	A	A	B	B			
A3, 3:6	A	C	D	D	C	A	A	C		B	B	D	A	A	C	A	D	B	C	A		B	D	B	
A4, 3:4		A		A		C		A		B		B	D	D	C	C		C	A	A		D	B	B	
A5, 4:10	A	C	D	D	B	A	C	C	B	D	D	D	A	C	A	C	B	A	A	A	B	B	B	B	
A6, 5:5	C	C	D	D	D	D	A	C		B		D	D	C	C	C	D	B	B	B	B	D	B	B	
A7, 6:5	C	C	D	D	A	A	D	B	B	D	D	D	D	C	A	C	D	D	B	A	B	B	B	B	
A8, 4:4	A	C	A	D	A	A	D	A	B	C	D		C		A	A	D	D	D	D	B	B	A	C	
A9, 4:8	C	C	A	D	B	A		C		D				C	C	A		A		A	B		B	B	
A10, 3:7	A	C	D	D		A	C	A	B	B		B	C		C	A		A	D	A				B	
A11, 3:7	C	C	D	D		B	C	A		B		D	C	C		C		A		A		D		B	
A12, 4:8	C	C	D	D	B	A	D	D	B	C	D	D		C	A	A	D	A		A		D	B	B	
A13, 3:10	C	C	D	D		A		C		D		D	D	C	C	C	D	A		A		B		B	
A14, 3:6	C	C	B	D	B	A	A	A	B	B	C	D		D	C	A	D	D	C	A	B	B	C	B	
A15, 7:10	C	C	D	D	A	A		C	B	D	D	D	A	C	C	C	A	A	A	A	D	B	B	B	
A16, 3:6	C	C	D	D		A	C	C		D	D		B	D	A	A	D	D	A	A				B	
A17, 5:8	C	C	D	D	A	A		D		C		D			C	C		A		A	B	D	D	B	
A18, 4:6	C	C	D	D	A	A	B	A	B	D		D			C	C	D	A	A	D	C		A		
A19, 3:7	A	C	A	D	B	A	C	A		B	B	B	A		C	A	D	D	A	A	D	B	C	B	
A20, 2:7	C	C	D	D		A	C	A			D	D		C	D	D		D		A	A	B	C	B	
A21, 3:6	A	C	B	D	D	C	B	A	B	C	D	D	D	B	C	C	A			A		B	B	B	
A22, 4:7	A	C	A	D	B	A	D	C	D	D	D	D	D	C	B	C	D	D	A	A	D	D	B	C	

Nota: Na primeira coluna utilizou-se a seguinte nomenclatura, An, x:y, em que n é o número do aluno, x corresponde ao número de respostas certas no pré teste e y ao número de respostas certas no pós teste. Por exemplo A1, 1:5 em que A1 diz respeito ao aluno nº. 1 que acertou 1 resposta no pré teste e 5 no pós teste.

Dos resultados obtidos no pós teste, pela tabela 14 pode-se concluir que dos 22 alunos, 21 melhoraram. O item em que os alunos responderam às várias alternativas, foi o 9 que diz respeito a 3 meninos com massa igual que partem do repouso e descem escorregas com a mesma altura mas diferente inclinação onde 9 % dos alunos foram atraídos pelo distrator B, 5 % dos alunos foram atraídos pelo distrator C, 41 % pelo distrator D e apenas 36 % acertou. Como tal, mais uma vez se pode verificar que os alunos ainda não dominam o conceito da energia potencial. Deste modo, este estudo permitiu que abordasse de novo este conceito para uma melhor compreensão do mesmo por parte dos alunos.

Analisando o gráfico 1, 2 e 3, pode-se ainda verificar que apenas os alunos 6 e 8 mantiveram o número de respostas certas do pré para o pós teste. O aluno 4 melhorou em apenas uma resposta. Os alunos 14 e 18 melhoraram em 2 respostas. Os alunos 2, 7, 15, 16, 17, 21 e 22 melhoraram em 3 respostas. Os alunos 1, 3, 11, 12 e 19 melhoraram em 4 respostas. Os alunos 9, 10 e 20 melhoraram em 5 respostas. Destacam-se os alunos 5 e 13 que melhoraram, respetivamente, em 6 e 7 respostas, o que se pode verificar no gráfico 4, em que o aluno 5 obteve uma melhoria de 50% e o aluno 13 obteve uma melhoria de 58%.

Considerou-se que, quando o aluno melhorou por exemplo em 2 respostas e errou uma que tinha acertado no pré teste, melhorou apenas em 1 resposta.

Gráfico 1- Respostas dos alunos no pré teste

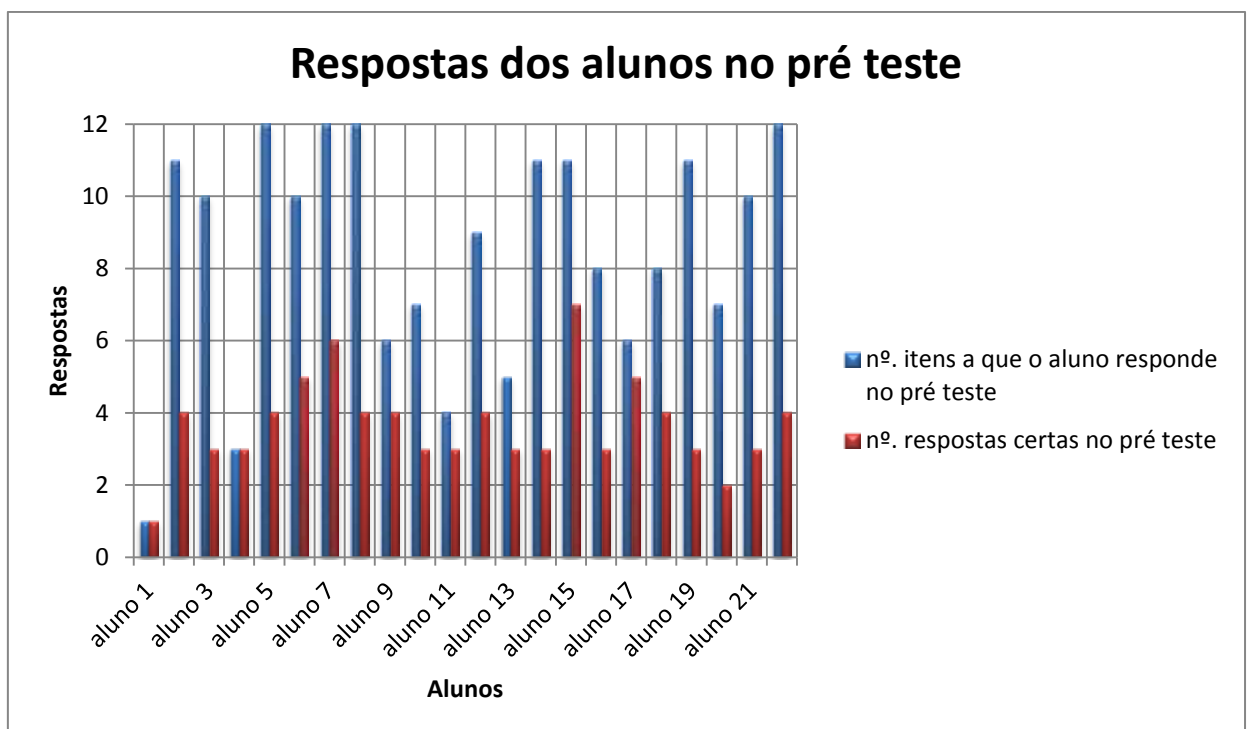
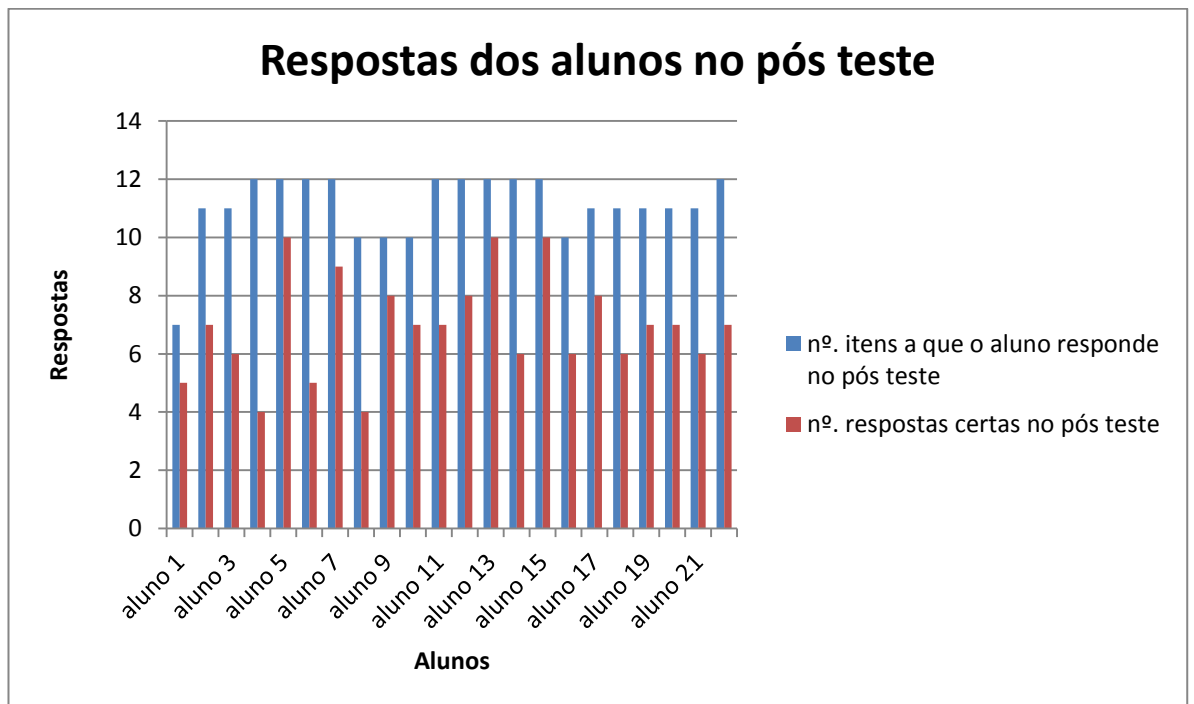


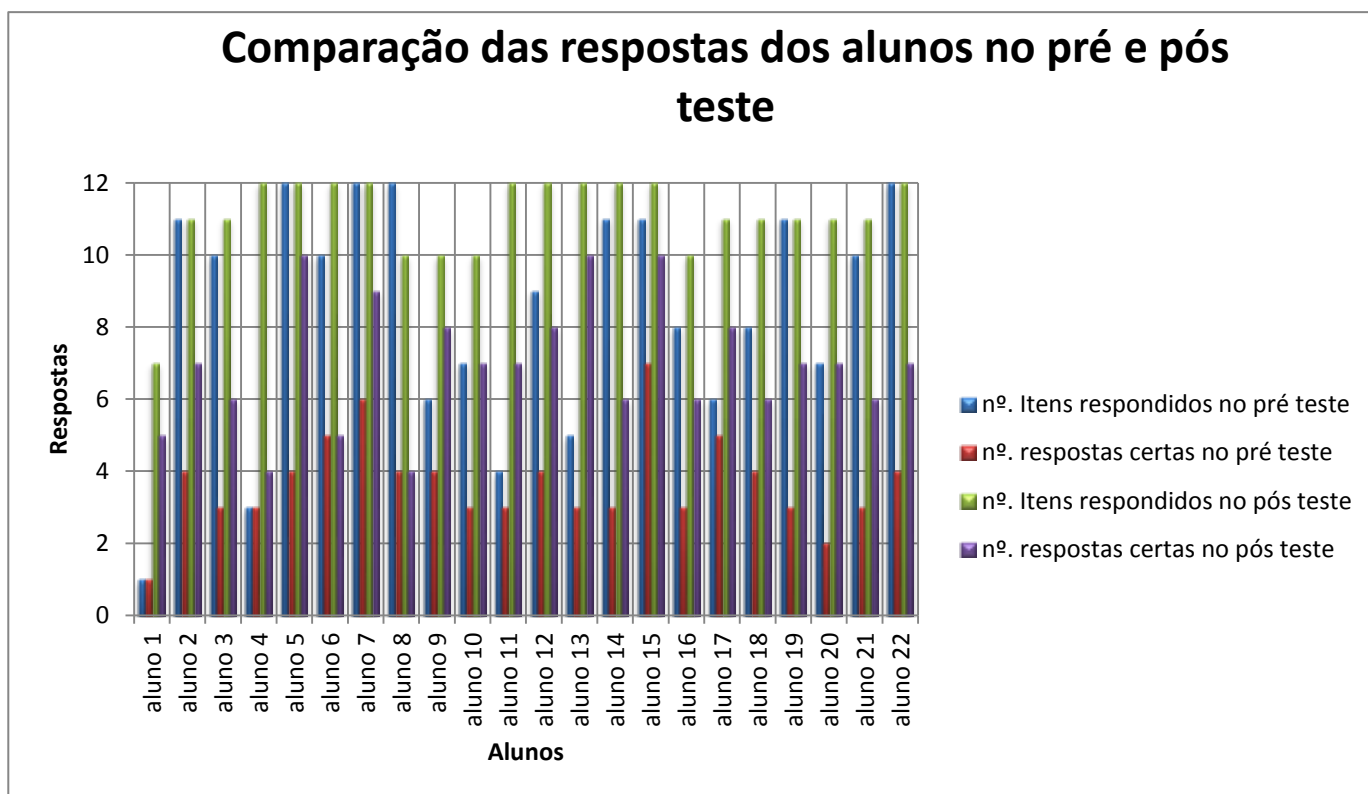
Gráfico 2- Respostas dos alunos no pós teste



No gráfico 3 ainda se pode observar que apenas 4 alunos responderam aos 12 itens no pré e pós teste, lembrando que só deveriam responder se tivessem certeza da resposta. Destaca-se também que o aluno 1 que apenas tinha respondido a 1 item, passou a responder a 7 itens.

A média do número de acertos foi de 4 respostas no pré teste e de 7 respostas no pós teste.

Gráfico 3- Comparação das respostas dos alunos no pré e pós teste

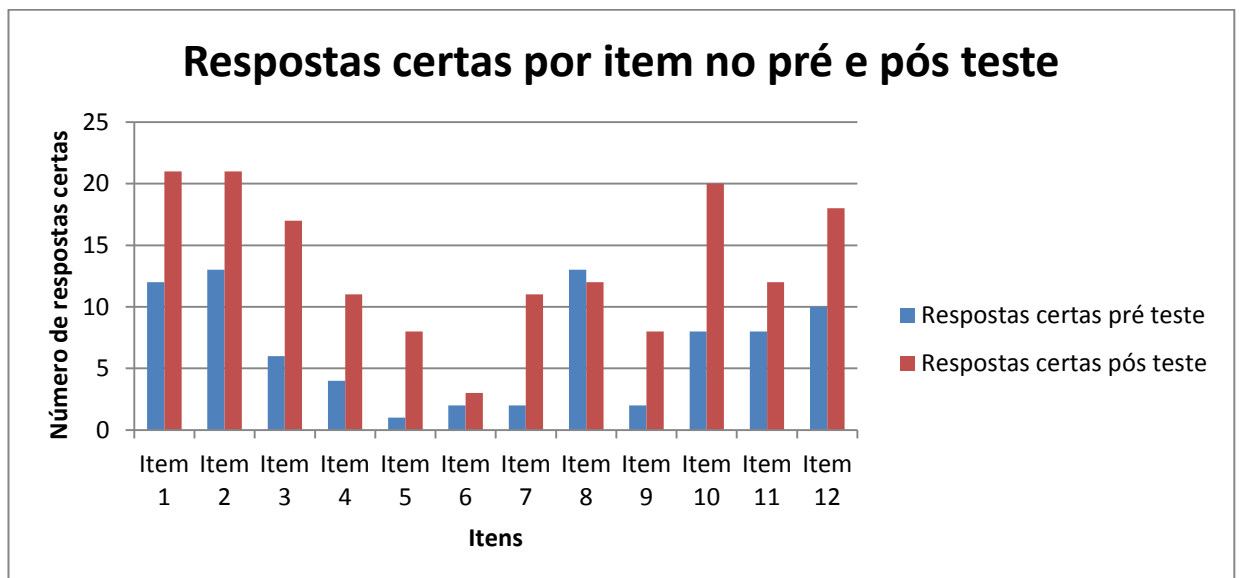


Os 3 itens, que registaram mais melhorias foram por ordem crescente os itens 1 e 7 com o mesmo valor, seguido dos itens 3 e 10, como se pode verificar no gráfico 5. Nos itens 1 e 7 que dizem respeito ao termo energia e à variação de energia potencial, obteve-se uma melhoria de 9 respostas certas ou seja equivalente a 41%; no item 3 que se refere à energia de movimento, obteve-se uma melhoria de 11 respostas certas ou seja equivalente a 50% e finalmente no item 10, sobre as forças que realizam trabalho, obteve-se uma melhoria de 12 respostas certas em 22 ou seja equivalente a 54,6%.

Gráfico 4- Melhoria do pré para pós teste em %



Gráfico 5- Respostas certas por item no pré e pós teste



Comparação entre o pré e o pós-teste

Comparando os resultados do pré-teste com os do pós-teste, tem-se como objetivo verificar se houve alguma melhoria no grupo de alunos que, estudaram a atividade

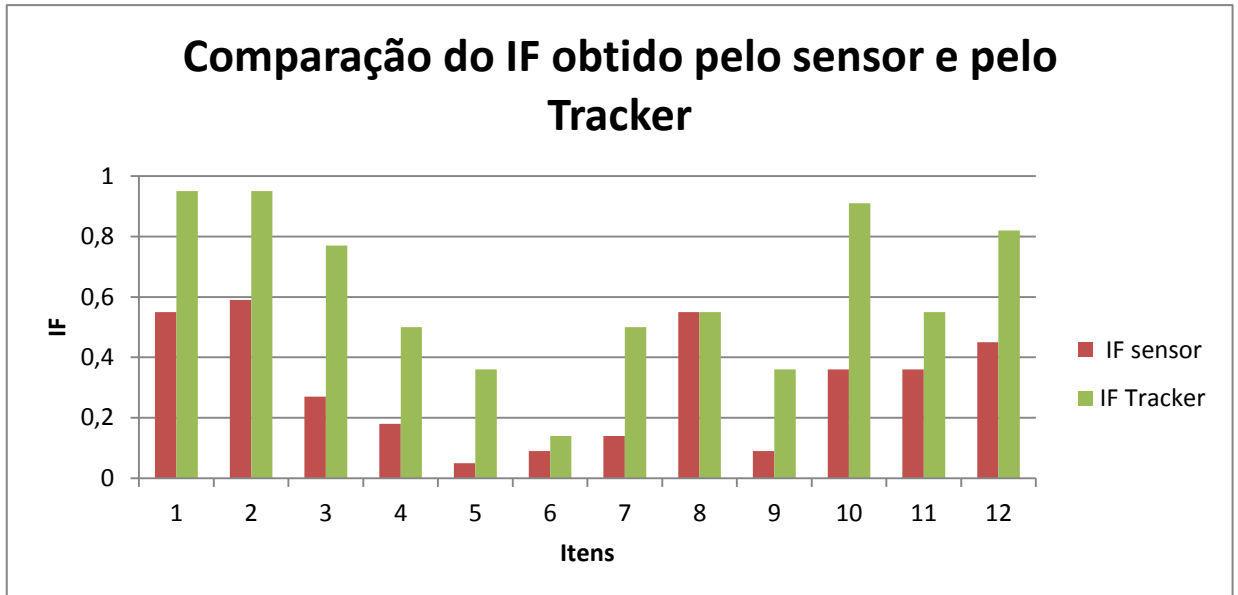
laboratorial da bola saltitante através de um sensor, ou no que utilizou um vídeo e o software Tracker.

Tabela 15- Comparação entre o pré e o pós-teste

PRÉ-TESTE					diferença dos índices de facilidade	PÓS-TESTE				
Questão		Índice de facilidade	Índice de discriminação	chave		Questão		Índice de facilidade	Índice de discriminação	chave
1	A	0,36	-0,11		-0,31	1	A	0,05	-0,38	
	B	0,00			0,00		B	0,00		
	C	0,55	0,35	C	0,40		C	0,95	0,38	C
	D	0,00			0,00		D	0,00		
2	A	0,18	0,03		-0,13	2	A	0,05	-0,38	
	B	0,14	-0,11		-0,14		B	0,00		
	C	0,00			0,00		C	0,00		
	D	0,59	0,30	D	0,36		D	0,95	0,38	D
3	A	0,27	0,64	A	0,50	3	A	0,77	0,49	A
	B	0,27	-0,01		-0,22		B	0,05	0,01	
	C	0,05	-0,12		0,04		C	0,09	-0,36	
	D	0,09	0,08		-0,04		D	0,05	-0,25	
4	A	0,18	0,03	A	0,32	4	A	0,50	-0,56	A
	B	0,09	-0,05		-0,04		B	0,05	0,26	
	C	0,27	-0,33		0,09		C	0,36	0,35	
	D	0,18	0,31	D	-0,09		D	0,09	0,19	D
5	A	0,00			0,00	5	A	0,00		
	B	0,45	0,38		-0,09		B	0,36	-0,36	
	C	0,00			0,18		C	0,18	-0,12	
	D	0,05	0,06	D	0,31		D	0,36	0,57	D
6	A	0,00			0,00	6	A	0,00		
	B	0,09	-0,17	B	0,05		B	0,14	-0,22	B
	C	0,05	-0,12		-0,05		C	0,00		
	D	0,45	0,30		0,23		D	0,68	0,44	
7	A	0,18	0,21		-0,13	7	A	0,05	-0,12	
	B	0,05	-0,12		0,00		B	0,05	-0,12	
	C	0,14	-0,11	C	0,36		C	0,50	0,61	C
	D	0,27	0,15		-0,13		D	0,14	-0,37	
8	A	0,23	0,22		0,13	8	A	0,36	-0,20	
	B	0,05	0,06		0,00		B	0,05	-0,25	
	C	0,55	0,13	C	0,00		C	0,55	0,29	C
	D	0,05	-0,29		0,00		D	0,05	0,01	

PRÉ-TESTE					diferença dos índices de facilidade	PÓS-TESTE				
Questão		Índice de facilidade	Índice de discriminação	chave		Questão		Índice de facilidade	Índice de discriminação	chave
9	A	0,09	0,33	A	0,27	9	A	0,36	0,68	A
	B	0,05	0,06		0,04		B	0,09	-0,27	
	C	0,05	0,06		0,00		C	0,05	-0,38	
	D	0,50	0,11		-0,09		D	0,41	-0,19	
10	A	0,36	0,19	A	0,55	10	A	0,91	0,45	A
	B	0,09	0,46		-0,04		B	0,05	-0,25	
	C	0,09	-0,17		-0,09		C	0,00		
	D	0,09	-0,05		-0,04		D	0,05	-0,38	
11	A	0,05	-0,29		-0,05	11	A	0,00		
	B	0,36	0,42	B	0,19		B	0,55	0,19	B
	C	0,00			0,05		C	0,05	-0,12	
	D	0,18	0,31		0,09		D	0,27	-0,16	
12	A	0,05	0,06		0,00	12	A	0,05	-0,12	
	B	0,45	0,30	B	0,37		B	0,82	0,26	B
	C	0,14	-0,32		-0,05		C	0,09	-0,27	
	D	0,09	0,08		-0,09		D	0,00		

Gráfico 6- Comparação do Índice de Facilidade do sensor e do IF do Tracker



Pela análise do gráfico 6, constata-se com mais facilidade do que pela tabela 15, que os itens com maior diferença foram o 3 e o 10. O único item que não obteve diferença entre o IF do sensor e o do Tracker, foi o 8.

Tabela 16- Análise em função dos métodos utilizados

ATIVIDADE COM SENSOR								ATIVIDADE COM TRACKER				
Questão	Índice de facilidade	Índice de discriminação	chave	O1	O2	O3	O4	chave	Índice de facilidade	Índice de discriminação	Questão	
1	0,55	0,35	C	2	3	1	6	C	0,95	0,38	1	
2	0,59	0,30	D	1	5	1	6	D	0,95	0,38	2	
3	0,27	0,64	A	7	1	5	4	A	0,77	0,49	3	
4	0,18	0,03	A	8	10	8	12	A	0,50	-0,56	4	
5	0,05	0,06	D	12	9	10	3	D	0,36	0,57	5	
6	0,09	-0,17	B	10	12	12	11	B	0,14	-0,22	6	
7	0,14	-0,11	C	9	11	8	2	C	0,50	0,61	7	
8	0,55	0,13	C	2	8	7	8	C	0,55	0,29	8	
9	0,09	0,33	A	10	4	10	1	A	0,36	0,68	9	
10	0,36	0,19	A	5	7	3	5	A	0,91	0,45	10	
11	0,36	0,42	B	5	2	6	10	B	0,55	0,19	11	
12	0,45	0,30	B	4	6	4	9	B	0,82	0,26	12	

Legenda: O1- Ordenação do índice de facilidade na atividade com sensor

O2- Ordenação do índice de discriminação na atividade com sensor

O3- Ordenação do índice de facilidade na atividade com Tracker

O4- Ordenação do índice de discriminação na atividade com sensor

Pode-se observar, pelo gráfico 6 e pela tabela 16, que a questão de maior facilidade para os alunos foi a 2 em ambas as atividades e a que ofereceu maior discriminação foi a 3 para quem realizou a atividade com sensor e a 9 para quem realizou a atividade com o Tracker.

O desvio padrão para a primeira atividade foi de 6,54 e para a segunda foi de 7,36. Como tal, podemos concluir que não há grande diferença entre os grupos que realizaram as diferentes atividades. Não é uso de um sensor ou de um software que irá fazer a diferença, mas sim o facto de o professor dominar os conceitos, sejam eles quais forem, pois caso contrário não conseguirá transmiti-los corretamente aos alunos.

É de salientar que além deste estudo comparativo, os alunos foram avaliados pela realização da atividade laboratorial e do relatório, pela discussão do relatório e pelo teste de avaliação. Não limitei a avaliação dos alunos ao pré e pós teste.

2.5 Considerações finais

Há uma incessante evolução técnico-científica que devemos acompanhar procurando formação adequada. O ensino é um processo de construção ainda em construção!

A experiência mostra-me que é sempre possível fazer mais e melhor, reforçar e qualificar as minhas iniciativas.

Ao longo dos anos de ensino, tenho refletido sobre a minha prática letiva. Tenho dialogado e comparado com colegas, de modo a melhorar e garantir o desenvolvimento de competências dos alunos para atingirem o sucesso escolar.

Procuro também, criar um clima de responsabilidade, de respeito mútuo e de entreatajuda dentro e fora da sala de aula, formar cidadãos autónomos e responsáveis, reduzir a taxa de abandono escolar e de insucesso, e combater a indisciplina. Tento descobrir os interesses escolares e pessoais dos meus alunos, de modo a ir ao seu encontro e motivar a aprendizagem pelas ciências e tecnologias.

A escolha do tema deste estudo teve a ver com a dificuldade evidenciada dos alunos aprenderem o conceito de energia e a falta de motivação dos mesmos relativamente à Física.

A palavra energia é muito utilizada no quotidiano, trata-se de um conceito com interdisciplinaridade, isto é na ciência, química, física, biologia, economia e até política. O conceito de energia é utilizado no sentido corrente para designar o vigor, a firmeza e a força. O termo energia é utilizado nas ciências físicas para designar uma grandeza física.

A energia não se confunde com outras grandezas físicas (como velocidade, potência, força, etc.) nem com combustíveis, alimentos, corrente elétrica, etc. Os alimentos são objetos físicos, concretos, são “coisas” manipuláveis com as mãos. A energia é apenas uma quantidade física, ou seja, é uma forma de medir certas características ou propriedades dos objetos.

A energia não é algo que esteja apenas associado aos seres vivos, nem a um material concreto, ou a uma força. A energia é uma grandeza física associada a todos os sistemas físicos, macroscópicos ou microscópicos, na Terra ou em qualquer local do Universo, que nos informa sobre a capacidade de obter trabalho, calor ou radiação desses sistemas.

A energia não é uma coisa que se veja, mas calcula-se.

O conceito de energia é considerado um dos mais importantes mas também um dos mais difíceis.

O Professor Vítor Teodoro fez-me olhar de outra forma para as dúvidas que surgem aos alunos, no que diz respeito a esta temática assim como para a importância da boa preparação de uma atividade laboratorial.

Com o objetivo de tornar a aprendizagem mais fácil e mais eficiente, optou-se por comparar o ensino da Conservação de Energia de duas formas diferentes: com a utilização de um sensor de movimento para um grupo de alunos e com a análise de vídeo para outro grupo de alunos. A comparação foi feita através de um pré-teste e pós-teste, tendo em conta os equívocos existentes à volta do conceito energia, de modo a verificar qual dos dois grupos conseguiu atingir os objetivos do estudo.

Tendo em conta a natureza do estudo, não foram feitos testes de significância por estar em causa a sequência do estudo da energia, o desenvolvimento da metodologia para o seu ensino e os materiais para a sala de aula, numa lógica qualitativa e não quantitativa, que é o que faz um professor. Assim sendo, não se considerou relevante fazer o estudo estatístico, uma vez que exige uma abordagem que não é a do professor na sala de aula.

Concluiu-se que não há grandes diferenças entre as duas metodologias, pois não é uso de um sensor ou de um software que irá fazer a diferença, mas sim o facto de o professor dominar os conceitos.

A análise de vídeo permitiu-me fazer estudos que não se conseguem fazer com o sensor de movimento, como por exemplo estudar com maior pormenor a colisão da bola.

Sugere-se, no entanto, um estudo que consista em avaliar a metodologia apresentada, a várias turmas do 10.º ano e em diferentes escolas, de modo a ter uma maior amostra e mais aleatória, com um número suficiente de alunos de várias zonas do país, de modo a poder tirar conclusões mais fiáveis.

Referências

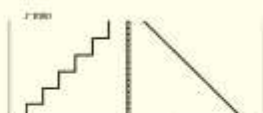
- A. Bezerra, & Lenz, J. (2009). Physics Experiments Through Video Analysis with the Free Software Tracker in the Initial Stages of Physics Teacher's formation.
- Assessment, A. S. (n.d.). Energy: Forms, Transformation, Transfer, and Conservation.
- Campos, D. (1986). Psicologia da aprendizagem. Petrópolis.
- Costa, J. A. (1999). O Papel da Escola na Sociedade Actual: Implicações no Ensino das Ciências. *N15*. Obtido de Millenium online.
- Driver, R., & Warrington, L. (1985). Students' Use of the principle of energy conservation in problem situations . *Physical Education*.
- Elizabeth Tunes. (2005). O Professor e o Ato de Ensinar. *Caderno de Pesquisa*, 691.
- Gutiérrez, I. (1986). *La Motivación Escolar: Determinantes Sociológicos y Psicológicos del Rendimiento*. (E. Anaya, Ed.). Madrid: In Sociología y Psicología Social de la Educación.
- Haladyna, T. (n.d.). Desenvolvimento e Validação de Teste de Múltipla Escolha. New Jersey: Mahwah.
- Hapkiewicz, A. (1992). Find a List of Science Misconceptions. *MSTA Newsletter* 38. Winterí 92.
- Harlen, W. (2008). *Science as a Key Componente of the Primary Curriculum: a Rationale with Policy Implications. Perspectives on Education Primary Science 1*. (W. Trust., Ed.). London.
- IJESE*. (2007) (pp. 79–81). Revista Internacional do Meio Ambiente e Ciências da Educação.
- Kurnaz, M. A., & Calik, M. (2009). Estudos sociais e educacionais. *EESE, Parte B*.
- Mehrens, W., & Lehmann, I. (1991). Medida e Avaliação em Educação e Psicologia. Fort Worth: rinehart e winston.
- Papadouris, N., & Constantinou, C. (2008). Students' Use of the Energy Model to Account for Changes in Physical Systems. *Journal of Research in Science Teaching*, vol 45, NO, 444.

- Printrich, P. (2003). A motivational science perspective on the role of student motivation in learning and teaching contexts. *Journal of Educational Psychology*, 95, 667–686.
- Solbes, J., & Guisasola, J. (2009). Teaching Energy Conservation as a Unifying Principle in Physics.
- Solbes, J., & Tarín, F. (1998). Algunas dificultades en torno a la conservacion de la energia. *Ensenanza de las ciencias*, V 16, N^o 3, 387.
- Tapia, A. (1997). *Motivar para el Aprendizagem. Teoria y Estrategias*. Barcelona.
- Vestibular Unicamp. (2012). *Análise e Caracterização Estatísticas das Provas*. Unicamp.

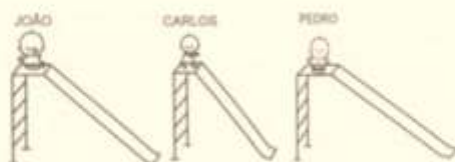
Anexo I: Teste sobre energia

Teste sobre "Energia"

Tempo de duração: 15 min. Leia com atenção e escolha apenas uma opção em cada pergunta, assinalando-a na FOLHA DE RESPOSTAS. Responda apenas quando tiver um grau elevado de certeza na resposta — caso contrário, deixe em branco.

- "Energia" é um termo muito utilizado no dia-a-dia e em Física. Qual das frases seguintes acerca deste termo está cientificamente correta?
 - A energia pode ser criada.
 - A energia é associada apenas ao movimento.
 - Um objeto em repouso tem energia.
 - A energia apenas está armazenada nos alimentos e combustíveis.
- A energia é
 - uma potência.
 - uma força.
 - um combustível.
 - uma grandeza física.
- Quando dois corpos estão em movimento,
 - se se moverem à mesma velocidade, devem ter massas iguais a fim de terem a mesma quantidade de energia de movimento.
 - se se deslocam à mesma velocidade, o que possuir maior energia de movimento tem menor massa.
 - quando com a mesma velocidade, o corpo com maior massa tem menor energia de movimento.
 - as respetivas energias de movimento dependem apenas das suas velocidades.
- Um ciclista desce uma estrada com vento forte contrário ao movimento. Pedalando vigorosamente, ele consegue manter a velocidade constante. Pode então afirmar-se que a sua
 - energia cinética aumenta.
 - energia cinética diminui.
 - energia potencial gravitacional aumenta.
 - energia potencial gravitacional diminui.
- Qual das frases seguintes está correta?
 - Denomina-se energia cinética a energia que um corpo possui quando está em movimento vertical.
 - Denomina-se energia potencial gravitacional a energia que um corpo possui quando está em movimento vertical.
 - A energia mecânica total de um corpo que está a cair na vertical é sempre constante, mesmo quando há resistência do ar.
 - A energia total de um corpo que está a cair na vertical é sempre constante.
- Relativamente à energia potencial,
 - é uma forma de energia associada apenas ao peso dos corpos.
 - é uma forma de energia que está associada a qualquer sistema onde ocorre interação entre diferentes componentes do sistema.
 - é uma forma de energia associada apenas a forças elásticas.
 - é uma de energia associada a qualquer objeto.
- Um estudante de Física tinha três opções para subir ou descer do rés-do-chão para o 1.º andar: por uma escada, por uma corda e por uma rampa. O estudante pensou e identificou quatro possibilidades. Qual dos pensamentos seguintes do estudante está correto?
 - Ao mudar de andar, a minha variação da energia potencial é menor pela rampa, uma vez que não me esforço tanto para subir ou descer.
 - Ao mudar de andar, a minha variação da energia potencial é menor pela escada, uma vez que o esforço é menor.
 - Ao mudar de andar, a minha variação da energia potencial é a mesma qualquer que seja a opção.
 - Ao mudar de andar, a minha variação da energia potencial é maior pela corda, uma vez que o esforço é maior.
- Uma mola possui energia potencial elástica quando
 - é comprimida/apertada.
 - é esticada.
 - é esticada ou é comprimida/apertada.
 - [Nenhuma das opções anteriores].

- 9 Três meninos com massa igual encontram-se no topo de um escorrega com a mesma altura mas com diferente inclinação. Ao descerem, partem do repouso. Se o atrito for desprezível, qual é a relação entre a velocidade dos diversos meninos no final do escorrega?



- A velocidade do João = velocidade do Carlos = velocidade do Pedro
B velocidade do João < velocidade do Carlos < velocidade do Pedro
C velocidade do João > velocidade do Carlos > velocidade do Pedro
D Nada se pode dizer da velocidade por não se saber a massa dos meninos.
- 10 Das situações que se seguem, em qual ou em quais há forças que realizam trabalho, no sentido científico do termo "trabalho"?



- A Em todas, exceto no caso da pessoa sentada.
B Apenas no caso da pessoa que desloca as caixas.
C Apenas nas situações em se faz exercício físico.
D Em nenhum dos casos.
- 11 Qual das frases seguintes está cientificamente correta?
- A Conservação de energia significa poupança de energia.
B Quando um sistema perde energia mecânica ao longo do tempo denomina-se dissipação.
C Degradação energética significa diminuir a quantidade de energia.
D Degradação energética é o oposto da conservação de energia.
- 12 Um jovem pratica tiro ao arco. Quando lança uma flecha,
- A há transformação de energia cinética em energia potencial elástica.
B há transformação de energia potencial elástica em energia cinética.
C há transformação de energia cinética em energia potencial gravítica.
D há criação de energia cinética.

Anexo II: Síntese sobre energia

Energia, uma síntese para o 10.º ano

1 O que é a “energia”?

- 1.1 O termo **energia** é utilizado nas ciências físicas para designar **uma grandeza física**, que se exprime **em joules** (símbolo: J) no Sistema Internacional de Unidades (SI).
- 1.2 Exemplos de **outras unidades de energia**: caloria, quilocaloria ou grande caloria, quilowatt-hora, BTU, tonelada-equivalente de petróleo e eletrão-volt.
- 1.3 A energia não se confunde com outras grandezas físicas (como velocidade, potência, força, etc.) nem com combustíveis, alimentos, corrente elétrica, etc. Por exemplo, a quantidade de energia contida nos alimentos indica quanto calor, trabalho mecânico, etc., pode ser transferido. Os alimentos são objetos físicos, concretos, são “coisas” manipuláveis com as mãos (e com a boca e outros órgãos do sistema digestivo, claro!). A energia é apenas uma **quantidade física, ou seja, é uma forma de medir** certas características ou propriedades dos objetos.
- 1.4 A energia não é algo que esteja apenas associado aos seres vivos, nem a um material concreto, ou a uma força. A **energia** é uma grandeza física **associada a todos os sistemas físicos**, macroscópicos ou microscópicos, na Terra ou em qualquer local do Universo, que nos informa sobre a capacidade de obter trabalho, calor ou radiação desses sistemas.
- 1.5 **A energia não é uma coisa que se veja, mas calcula-se...**

2 Formas de energia

- 2.1 Fala-se em **“formas”** de energia como, por exemplo, energia elétrica, energia química, energia sonora, etc. Esta multiplicidade de formas são, porém, manifestações de apenas duas formas fundamentais de energia: energia **cinética** e energia **potencial**.

- 2.2** A energia **cinética** está associada a tudo **o que se move**, e depende da massa e da velocidade do objeto que se move (desde partículas a nível microscópico a objetos, pessoas e até algo muito maior como as galáxias). Quanto maior for a massa ou a velocidade, maior será a energia cinética. A equação que permite calcular a energia cinética de translação de um objeto de massa m e velocidade v é a seguinte:

$$\text{energia cinética} = E_c = \frac{m v^2}{2}$$

(energia cinética em joules; massa do objeto em quilogramas; velocidade do objeto em metros por segundo).

- 2.3** Por exemplo, um paraquedista de 70 kg a cair quando atinge a velocidade terminal de 200 km/h tem uma energia cinética igual a:

$$\begin{aligned} E_c &= \frac{m v^2}{2} \\ &= \frac{70 \text{ kg} \left(\frac{200 \times 10^3 \text{ m}}{3600 \text{ s}} \right)^2}{2} \\ &= 1,08 \times 10^5 \text{ J} \end{aligned}$$

- 2.4** A energia **potencial** está associada às **forças de atração** e de **repulsão entre os objetos** e depende da intensidade das forças entre os objetos e de outras propriedades físicas. A energia potencial gravítica de um objeto à superfície da Terra é tanto maior quanto maiores forem a sua altura h e o seu peso ou força gravítica. A equação que permite calcular a energia potencial gravítica, nestas condições, é a seguinte:

$$\text{energia potencial} = E_p = F_{\text{grav}} h$$

(energia potencial gravítica em joules; força gravítica em newtons; altura do objeto em metros).

- 2.5** Por exemplo, uma paraquedista de 70 kg à altura de 2000 m tem uma energia potencial de (note-se que na superfície da Terra 1 kg pesa 10 N):

$$\begin{aligned} E_p &= 700 \text{ N} \times 1000 \text{ m} \\ &= 7 \times 10^5 \text{ J} \end{aligned}$$

3 Rendimento

- 3.1** Quando ocorre uma transferência de energia, essa não é totalmente utilizada. Por exemplo, quando se acende uma lâmpada para iluminar uma sala, a energia luminosa é então a energia **útil**. Mas como todos já reparámos, as lâmpadas aquecem e aquecem o ambiente, aumentando a respetiva energia térmica (essa em princípio não é útil, pois apenas se pretendia iluminar a sala!).

- 3.2** A energia recebida da corrente elétrica surge pois como energia luminosa (útil...) e energia desperdiçada ou dissipada (energia térmica da lâmpada e do ambiente):

$$\text{energia fornecida} = \text{energia útil} + \text{energia dissipada}$$

- 3.3** Utiliza-se uma grandeza física designada por **rendimento**, para medir a quantidade de energia que, após uma transferência, é “útil” ou seja:

$$\begin{aligned}\text{rendimento} = \eta &= \frac{\text{energia útil}}{\text{energia fornecida}} \\ &= \frac{E_{\text{útil}}}{E_{\text{útil}} + E_{\text{dissipada}}}\end{aligned}$$

(o rendimento não tem unidades uma vez que a energia útil e a energia desperdiçada são dadas em joules).

- 3.4** O rendimento é geralmente dado em percentagem:

$$\text{rendimento} = \eta = \frac{E_{\text{útil}}}{E_{\text{útil}} + E_{\text{dissipada}}} \times 100\%$$

- 3.5** Por exemplo, se o rendimento de uma lâmpada for 40%, por cada 100 joules fornecida pela corrente elétrica, apenas 40 joules surgem como energia luminosa, sendo os restantes 60 joules dissipados:

$$\text{rendimento} = 40\%$$

$$\eta = \frac{40 \text{ J}}{40 \text{ J} + 60 \text{ J}} \times 100\%$$

$$\eta = \frac{40}{100} \times 100\%$$

4 Transferência de energia

- 4.1** Há três formas de verificar se ocorreu **transferência** de energia entre sistemas físicos:

- Se houve aquecimento ou arrefecimento;
- Se houve emissão ou receção de luz visível ou de quaisquer outras radiações;
- Se atuaram forças e houve movimento;

- 4.2** Quando a temperatura de um sistema aumenta (ou diminui), através do contacto entre corpos ou através de convecção (movimento de fluidos, com zonas a diferentes temperaturas), diz-se que há transferência de **calor**.

- 4.3** Quando um sistema emite ou absorve “luz”, visível ou não visível, transfere-se energia na forma de **radiação**.

- 4.4** A maneira mais prática de aquecer um sistema é colocá-lo em contacto térmico com uma fonte de calor, por exemplo uma chama. Dizemos que existe um **fluxo de calor** Q da fonte para o sistema. Para o mesmo fluxo de calor, a subida de temperatura tem valores diferentes para corpos diferentes. O fluxo de calor que é fornecido a um corpo é proporcional à massa m do corpo e à variação de temperatura ΔT que nele ocorre. A

constante de proporcionalidade é designada por **capacidade térmica mássica** e representa-se por **c** . O fluxo de calor Q é, pois, dado pela equação:

$$\text{fluxo de calor} = Q = c m \Delta T$$

(O fluxo de calor é expresso em joules; a capacidade térmica mássica é expressa em joule por quilograma por kelvin; a massa em quilograma e a variação de temperatura em kelvin.)

- 4.5** A **capacidade térmica mássica** c tem um **valor característico** para cada **material**. É o quociente entre a energia necessária para aumentar a temperatura, a elevação de temperatura e a massa de material. Por exemplo, a capacidade térmica mássica da água é 4,18 joules por grama por grau Celsius ou, o que é idêntico, $4,18 \times 10^3$ joules por quilograma por kelvin:

$$\begin{aligned} c_{\text{água}} &= \frac{4,18 \times 10^3 \text{ J}}{\text{kg} \times \text{K}} \\ &= 4,18 \times 10^3 \text{ J kg}^{-1} \text{ K} \end{aligned}$$

- 4.6** Por exemplo, uma panela com 500 g de água (0,5 L) que aumente de temperatura de $20^\circ\text{C} = 293 \text{ K}$ para $80^\circ\text{C} = 353 \text{ K}$ recebeu a seguinte quantidade de energia:

$$\begin{aligned} Q &= c m \Delta T \\ &= \frac{4,18 \times 10^3 \text{ J}}{\text{kg} \times \text{K}} \times 0,5 \text{ kg} \times 60 \text{ K} \\ &= 1,254 \times 10^5 \text{ J} \\ &= 1,3 \times 10^5 \text{ J} \end{aligned}$$

- 4.7** A **potência** é a grandeza que **mede a rapidez de transferência de energia**, sendo expressa em watts (= joules por segundo) no SI. Diz-nos se a **energia** está a ser **transferida rapidamente** ou **lentamente**.

- 4.8** Por exemplo, um aquecedor que transfere 10 000 joules de energia para uma sala em 20 segundos tem uma potência de:

$$\begin{aligned} \text{potência} &= \frac{\text{energia transferida}}{\text{tempo que demora a transferir a energia}} \\ &= \frac{10\,000 \text{ J}}{20 \text{ s}} \\ &= 500 \frac{\text{J}}{\text{s}} \\ &= 500 \text{ W} \end{aligned}$$

Outro aquecedor que, nesse mesmo intervalo de tempo, transfira 20 000 J para o ambiente, tem uma potência dupla.

5 Sistemas físicos

- 5.1** Frequentemente é importante identificar os limites ou fronteira de um sistema físico. Um sistema físico é, simplesmente, um objeto ou grupo de objetos sobre o qual incide a nossa atenção para estudar interações, transferências e transformações. Nos sistemas isolados diz-se que não há transferência de energia nem de matéria de ou para o exterior ou ambiente do sistema. Em rigor, isolar totalmente um sistema é muito difícil mas por vezes é conveniente considerar que certos sistemas estão isolados. Por exemplo, é desejável que um recipiente para guardar comida quente seja um sistema isolado, pelo menos durante algum tempo!

6 Energia interna

- 6.1** Somando toda a energia associada às partículas de um corpo (energia cinética de todas as partículas + energia potencial devido às interações entre as partículas) obtém-se a energia interna do corpo que é extremamente difícil de calcular, devido à enorme quantidade de partículas e às inúmeras interações. O que interessa na maior parte dos casos é a variação da energia interna que é muito mais fácil de calcular. Costuma-se utilizar o termo sistema termodinâmico para os sistemas em que são relativamente grandes as variações de energia interna dos objetos, isto é, sistemas que aquecem ou arrefecem de modo significativo.
- 6.2** É usual dizer-se que é preciso poupar energia, mas a energia não se cria nem se destrói, existe em quantidade constante no Universo. Sempre que a energia diminui nuns sistemas, aumenta de igual valor noutros.

7 Energia mecânica

- 7.1** A energia mecânica de um sistema é, simplesmente, a soma da respetiva energia cinética (energia do movimento) com a respetiva energia potencial (energia devido a forças de interação). Porém, as partículas de um corpo também têm energia cinética e energia potencial, cuja soma constitui a energia interna do corpo, que se manifesta por exemplo, nos fenómenos de aquecimento e arrefecimento, em que há variações de energia interna. Como tal, quando se fala de energia mecânica de um corpo, estamos a referir-nos à energia cinética e à energia potencial do corpo como um todo e não à energia mecânica (cinética e potencial) das suas partículas.

8 Lei da conservação da energia

- 8.1** Uma das ideias mais importantes da ciência é a ideia de que não é possível criar ou fazer desaparecer energia. Sempre que a energia passa de uma fonte para um ou vários recetores, a energia que sai da fonte é exatamente igual à que os recetores recebem. Esta ideia é designada por lei (ou princípio) da conservação da energia.

- 8.2** Quando há conservação de energia mecânica, se houver uma transformação e, ou, transferência de energia, a energia mecânica (energia cinética + energia potencial) no início da transferência é igual à energia mecânica no fim da transferência:

$$E_{p,\text{início}} + E_{c,\text{início}} = E_{p,\text{fim}} + E_{c,\text{fim}}$$

- 8.3** Quando não há conservação de energia mecânica, se houver uma transformação e, ou, transferência de energia, a energia mecânica de um corpo no início da transferência é menor que a energia mecânica no fim da transferência, mas a energia total é a mesma, uma vez que é necessário ter em conta a energia dissipada como aquecimento (do corpo, ou do corpo e do ambiente):

$$E_{p,\text{início}} + E_{c,\text{início}} = E_{p,\text{fim}} + E_{c,\text{fim}} + E_{\text{dissipada}}$$

- 8.4** Por exemplo, um paraquedista de 70 kg que comece a cair à altura de 2000 m tem a seguinte energia potencial gravítica:

$$\begin{aligned} E_p &= 700 \text{ N} \times 2000 \text{ m} \\ &= 14 \times 10^5 \text{ J} \end{aligned}$$

Quando atinge a altura de 500 m, a sua energia potencial diminui para:

$$\begin{aligned} E_p &= 700 \text{ N} \times 500 \text{ m} \\ &= 3,5 \times 10^5 \text{ J} \end{aligned}$$

Se houvesse conservação de energia mecânica, a parte restante da energia que inicialmente estava na forma de energia potencial ($10,5 \times 10^5 \text{ J}$) surgiria na forma de energia cinética, tendo-se então a igualdade seguinte:

$$\begin{aligned} E_{p,\text{início}} + E_{c,\text{início}} &= E_{p,\text{fim}} + E_{c,\text{fim}} \\ 14 \times 10^5 \text{ J} + 0 &= 3,5 \times 10^5 \text{ J} + E_{c,\text{fim}} \end{aligned}$$

Na realidade, como existem forças de resistência do ar, há dissipação de energia e, portanto, nem toda a energia potencial vai surgir como energia cinética:

$$\begin{aligned} E_{p,\text{início}} + E_{c,\text{início}} &= E_{p,\text{fim}} + E_{c,\text{fim}} + E_{\text{dissipada}} \\ 14 \times 10^5 \text{ J} + 0 &= 3,5 \times 10^5 \text{ J} + E_{c,\text{fim}} + E_{\text{dissipada}} \end{aligned}$$

- 8.5** A energia interna de um sistema pode aumentar ou diminuir. Pode aumentar se o sistema receber energia, quer seja na forma de trabalho, de calor ou de radiação. E pode diminuir, se o sistema ceder energia ao exterior.
- 8.6** A energia interna de um sistema é uma propriedade do sistema, porque está no sistema. Já o trabalho que se faz sobre o sistema (ou que o sistema faz sobre o exterior), o calor que recebe (ou que cede) e a radiação que recebe (ou que emite) não estão no sistema! São quantidades físicas que medem a transferência de energia do exterior para o sistema ou do sistema para o exterior.
- 8.7** Após o seu uso, a energia degrada-se, fica menos utilizável porque se “espalha” pelas partículas dos corpos, aumentando a sua “desordem”. Há uma quantidade física que mede essa “desordem”: a quantidade física chamada **entropia**. A entropia está constantemente a ser “produzida” na Natureza, onde as transformações irreversíveis

(transformações onde há dissipação de energia) existem por todo o lado. A entropia é “gratuita”, ao contrário da energia. Não precisamos de fazer nada para que a entropia aumente, basta deixar o tempo correr.

- 8.8** Por exemplo, num automóvel é impossível converter toda a energia potencial da gasolina em energia cinética do automóvel, pois cerca de 75% da energia é desperdiçada no aquecimento do motor, nos atritos, na resistência do ar, etc. As forças de atrito e a força de resistência do ar diminuem a energia cinética do automóvel, uma vez que tendem a diminuir a velocidade do carro. As forças deste tipo dizem-se **forças dissipativas** porque dissipam energia mecânica.

9 Trabalho

- 9.1** Quando um sistema exerce ou é atuado por forças e há movimento, diz-se que há **realização de trabalho**.
- 9.2** As grandezas trabalho de uma força e energia cinética foram definidas de tal modo que o trabalho da resultante das forças é sempre igual à variação da energia cinética. Assim, podemos escrever a seguinte igualdade (conhecida como **teorema da energia cinética ou lei do trabalho-energia**):

$$\begin{aligned}\text{trabalho da resultante das forças} &= W_{\text{res}} \\ &= \text{variação da energia cinética} \\ &= \Delta E_c \\ &= \frac{m v_{\text{final}}^2}{2} - \frac{m v_{\text{inicial}}^2}{2}\end{aligned}$$

onde W_{res} , em joules, representa o trabalho da resultante das forças numa partícula de massa m que passa da velocidade inicial v_{inicial} para a velocidade final v_{final} .

- 9.3** Por exemplo, um automóvel de 1000 kg a 0 km/h tem 0 J de energia cinética. Esse mesmo automóvel, a 50 km/h, tem a seguinte energia cinética:

$$\begin{aligned}E_c &= \frac{m v^2}{2} \\ &= \frac{1000 \text{ kg} \left(\frac{50 \times 10^3 \text{ m}}{3600 \text{ s}} \right)^2}{2} \\ &= 9,6 \times 10^4 \text{ J}\end{aligned}$$

A variação de energia cinética foi, pois:

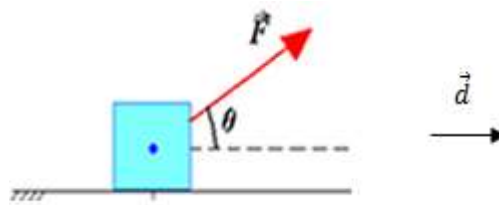
$$\begin{aligned}\Delta E_c &= 9,6 \times 10^4 \text{ J} - 0 \text{ J} \\ &= 9,6 \times 10^4 \text{ J}\end{aligned}$$

O trabalho da resultante de todas as forças no carro é, de acordo com a lei do trabalho-energia, precisamente igual a essa variação de energia cinética:

$$\begin{aligned}
 \text{trabalho da resultante das forças} &= W_{\text{res}} \\
 &= \text{variação da energia cinética} \\
 &= \Delta E_c \\
 &= \frac{m v_{\text{final}}^2}{2} - \frac{m v_{\text{inicial}}^2}{2} \\
 &= 9,6 \times 10^4 \text{ J} - 0 \text{ J} \\
 &= 9,6 \times 10^4 \text{ J}
 \end{aligned}$$

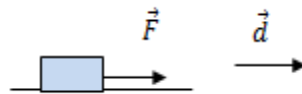
O trabalho de uma força é calculado do seguinte modo:

- $W = F \times d \times \cos \theta$ quando a força não é paralela ao deslocamento, sendo d o deslocamento e θ o ângulo que a força faz com o deslocamento, como por exemplo:



Pela equação pode-se ainda deduzir que:

- quando $0^\circ \leq \theta < 90^\circ$, o trabalho realizado pela força é positivo, pois $\cos \theta \in]0;1]$;
 - quando $90^\circ < \theta \leq 180^\circ$, o trabalho realizado pela força é negativo, pois $\cos \theta \in [-1;0[$;
- $W = F \times d$ quando a força é paralela ao deslocamento, uma vez que o ângulo que a força faz com o deslocamento é zero, e que $\cos 0 = 1$, como por exemplo:



9.4 A energia potencial gravítica está associada ao trabalho da força gravítica. À medida que um corpo cai, a força gravítica realiza trabalho e a energia cinética do corpo aumenta. Como, por definição, a energia é uma grandeza que se conserva, se a energia cinética aumenta, outra forma de energia tem de diminuir.

9.5 Para que todos os aspetos matemáticos da conservação da energia sejam coerentes, pode deduzir-se que a variação da energia potencial gravítica é simétrica do trabalho da força gravítica ($W_{F,\text{grav}}$):

$$\begin{aligned}
 \text{variação da energia potencial gravítica} &= \Delta E_p \\
 &= -W_{F,\text{grav}}
 \end{aligned}$$

- 9.6** A variação negativa da energia potencial gravítica, na queda de um corpo, significa que a energia potencial diminui.
- 9.7** Por exemplo, quando o paraquedista, com peso de 700N, cai de 2000 m para 500 m, a sua energia potencial gravítica diminui o seguinte valor:

$$\begin{aligned}\Delta E_p &= E_{p,\text{final}} - E_{p,\text{inicial}} \\ &= 700 \text{ N} \times 500 \text{ m} - 700 \text{ N} \times 2000 \text{ m} \\ &= 3,5 \times 10^5 \text{ J} - 14 \times 10^5 \text{ J} \\ &= -10,5 \times 10^5 \text{ J}\end{aligned}$$

Calculando o trabalho da força gravítica do paraquedista, vem:

$$\begin{aligned}W_{F,\text{grav}} &= F_{\text{grav}} \times d \\ &= p \times d = p \times h = 700 \times 1500 = 10,5 \times 10^5 \text{ J} \text{ confirmando que:}\end{aligned}$$

$$\Delta E_p = -W_{F,\text{grav}}$$

10 Forças conservativas

- 10.1** Quando uma força provocar variações de energia, conservando a energia mecânica, diz-se que essa força é uma força **conservativa**.
- 10.2** Por exemplo, se largarmos um objeto de uma certa altura, a força gravítica aumenta a velocidade do objeto, aumentando a respetiva energia cinética. Se apenas existir a força gravítica, o aumento da energia cinética é igual ao trabalho da força gravítica e igual à diminuição da energia potencial. Logo, **conserva-se a energia mecânica**.
- 10.3** Em geral, o que se calcula é a variação da energia potencial, não a energia potencial. De facto, a energia potencial gravítica no solo não é nula porque continua a haver força gravítica (só que equilibrada pela força de reação do solo). Para simplificar, é usual considerar que o solo é um nível de referência para a energia potencial gravítica.
- 10.4** É por causa do trabalho da força gravítica provocar variações de energia, conservando a energia mecânica, que se diz que **a força gravítica é uma força conservativa**.
- 10.5** Outra propriedade relevante das forças conservativas: o trabalho da força gravítica é nulo, tal como a variação da energia potencial gravítica, **num percurso “fechado”** (quer dizer, um percurso em que o ponto de partida é o mesmo do ponto de chegada). Por exemplo, quando uma partícula é lançada até à altura h , o trabalho da força gravítica vale $-m g h$ e, quando a partícula regressa ao ponto de partida, o trabalho da força gravítica vale $m g h$. Ou seja, **o trabalho total da força gravítica na subida e na descida é nulo**:

$$W_{F,\text{grav}} = -m g h + m g h = 0$$

10.6 De modo semelhante, na subida a variação da energia potencial é $m g h$ e na descida a variação é $-m g h$. Portanto, a variação da energia potencial na subida e na descida é também nula:

$$\Delta E_p = -m g h + m g h = 0$$

10.7 Este facto é válido qualquer que seja o percurso, retilíneo ou não retilíneo: o trabalho total da força gravítica (e, por consequência, a variação de energia potencial) apenas depende do ponto de partida e do ponto de chegada, não da trajetória.

10.8 A energia é uma grandeza física que, por definição, se mantém constante. Quer dizer: o seu valor conserva-se, não aumenta nem diminui. Mas não podemos confundir energia mecânica com energia. A energia mecânica (energia cinética + energia potencial) apenas é conservada quando não há forças dissipativas, como as forças de atrito e as forças de resistência do ar.

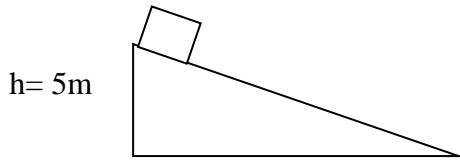
10.9 Se houver forças dissipativas não desprezáveis, a energia mecânica inicial é igual à energia mecânica final mais a energia dissipada. Esta energia dissipada pode, pois, ser facilmente calculada através da diferença entre a energia mecânica final e a energia mecânica inicial. A energia dissipada é a diferença entre a energia mecânica final e a energia mecânica inicial:

$$E_{\text{mecânica,final}} - E_{\text{mecânica,inicial}} = E_{\text{dissipada}}$$

10.10 O trabalho das forças dissipativas também pode ser calculado a partir da energia mecânica, é igual à variação da energia mecânica:

$$\begin{aligned} W_{\text{forças dissipativas}} &= \Delta E_{\text{mecânica}} \\ &= E_{\text{mecânica,final}} - E_{\text{mecânica,inicial}} \\ &= E_{\text{dissipada}} \end{aligned}$$

Por exemplo, um corpo de 2 kg desce uma rampa, com inclinação de 30°, de 10 m e chega à base do plano com um valor de velocidade de 6 m/s. Sabendo que o corpo partiu do repouso e fazendo $g = 10 \text{ N/kg}$, determina-se o trabalho das forças dissipativas da seguinte forma:



$$\begin{aligned}
 W_{\text{forças dissipativas}} &= \Delta E_{\text{mecânica}} \\
 &= E_{\text{mecânica,final}} - E_{\text{mecânica,inicial}} \\
 &= \left(\frac{1}{2} \times m \times v_{\text{final}}^2 + m \times g \times h_{\text{final}} \right) - \left(\frac{1}{2} \times m \times v_{\text{inicial}}^2 + m \times g \times h_{\text{inicial}} \right) = \\
 &= \left(\frac{1}{2} \times m \times v_{\text{final}}^2 \right) - (m \times g \times h_{\text{inicial}}) = \\
 &= \left(\frac{1}{2} \times 2 \times 6^2 \right) - (2 \times 10 \times 5) = \\
 &= E_{\text{dissipada}} = -64J
 \end{aligned}$$

Anexo III: Preparação da atividade laboratorial

PREPARAÇÃO DA ATIVIDADE LABORATORIAL DA BOLA SALTITANTE

1. Fundamentos teóricos

1.1. Deixa-se cair, verticalmente, uma bola que colide com o solo rígido e ressalta. Durante o movimento da bola, ocorrem transformações e transferências de energia. Assim, considerando o solo como nível de referência:

Quando a bola se aproxima do solo, a **energia potencial gravítica diminui**, aumentando a **energia cinética**:

Quando a bola se afasta do solo, a **energia cinética diminui**, aumentando a **energia potencial gravítica**;

1.2. Também ocorre dissipação de energia por efeito da resistência do ar. A energia mecânica total do sistema não se conserva porque há transferência de energia para a sua vizinhança.

1.3. A dissipação de energia em cada colisão mede-se indiretamente quando se obtém o valor do coeficiente de restituição. Numa colisão frontal da bola com o alvo fixo (solo), chama-se coeficiente de restituição (e) ao quociente entre os valores da velocidade após o ressalto e da velocidade antes do ressalto. Os valores do coeficiente de restituição estão compreendidos entre 0 e 1. Mostra-se que o coeficiente de restituição é igual à raiz quadrada do declive da reta do gráfico da altura após o ressalto em função da altura antes do ressalto.

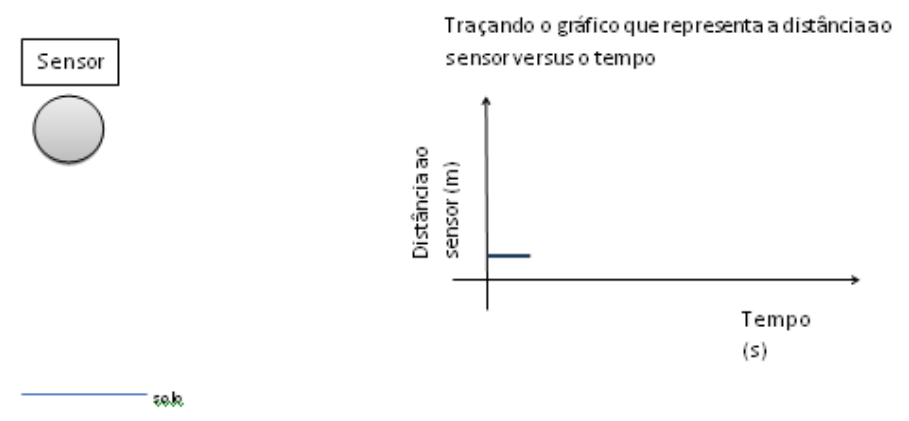
2. Previsão das alterações sofridas pela bola saltitante

2.1. Quando se deixa cair uma bola e ela tem uma certa elasticidade, ressalta até atingir uma dada altura. A altura do ressalto será igual à altura de onde foi deixada cair?

Não, será inferior.

2.2. Previsão das alterações sofridas pela bola:

Bola parada junto ao sensor, durante um pequeno intervalo de tempo, antes de se deixar cair a bola:



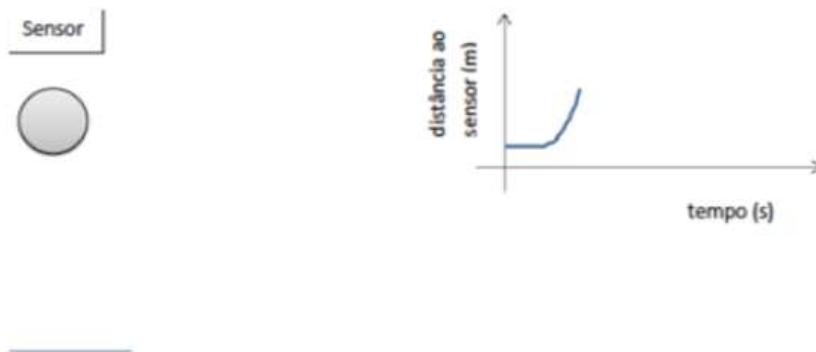
distância da bola ao sensor = 30 cm (valor típico)

velocidade da bola é nula; aceleração da bola é nula

energia cinética é nula

energia potencial gravítica é máxima, ou seja igual a $m g h$

Bola em queda, antes do 1.º ressalto



distância da bola ao sensor aumenta, à medida que a bola se aproxima do solo

a velocidade da bola aumenta; a aceleração da bola é constante

energia cinética da bola aumenta porque a velocidade aumenta

energia potencial gravítica da bola diminuiu porque a altura diminuiu

Imediatamente antes da primeira colisão

Sensor

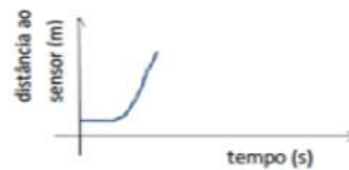


A energia cinética da bola pode ser calculada conhecendo a energia potencial inicial e admitindo que não houve dissipação de energia durante a queda.

Logo, pode calcular-se a velocidade da bola imediatamente antes da colisão, desde que se conheça a altura de onde a bola partiu.

Primeira compressão

Sensor



A bola deforma-se comprimindo-se, devido à sua elasticidade, e acumula energia potencial elástica.

Vamos admitir que o tempo que demora a compressão é desprezável.

Primeira descompressão

Sensor



A bola deforma-se, expandindo-se, e atinge uma certa velocidade, inferior à que tinha antes da colisão.

Uma parte da energia potencial gravítica foi dissipada na colisão, surgindo como energia interna da bola e do solo.

Vamos admitir que o tempo que demora a descompressão é desprezável.

- 2.3. Continue o esboço da posição da bola, descreva as alterações observadas na bola e continue o esboço do gráfico anterior.

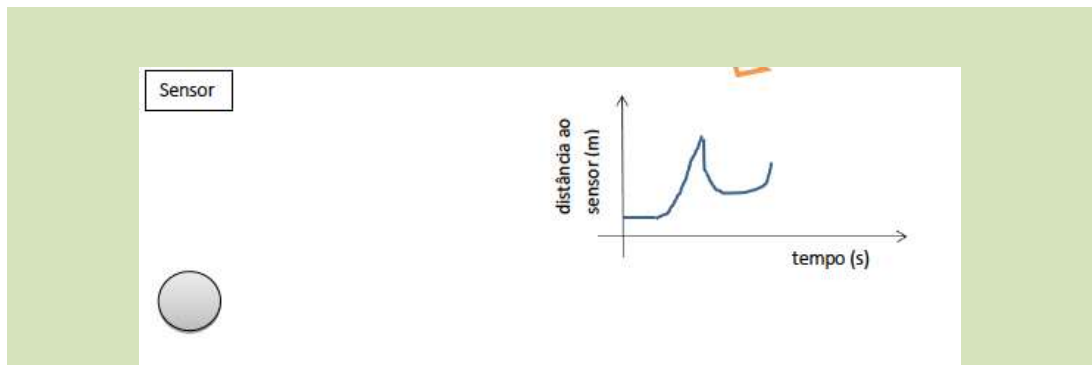
Primeiro voo, subida

Enquanto a bola sobe, a distância da bola ao sensor diminui.

A bola não regressa ao ponto de onde partiu, devido à dissipação de energia na colisão com o solo.

Na subida, a energia cinética da bola transforma-se em energia potencial gravítica, à medida que a bola sobe, atingindo um máximo relativo quando a bola para, a que corresponde energia cinética nula.

Primeiro voo, descida, antes do 2.º ressalto



Distância da bola ao sensor aumenta, à medida que a bola se aproxima do solo.

A velocidade da bola aumenta; a aceleração da bola é constante;

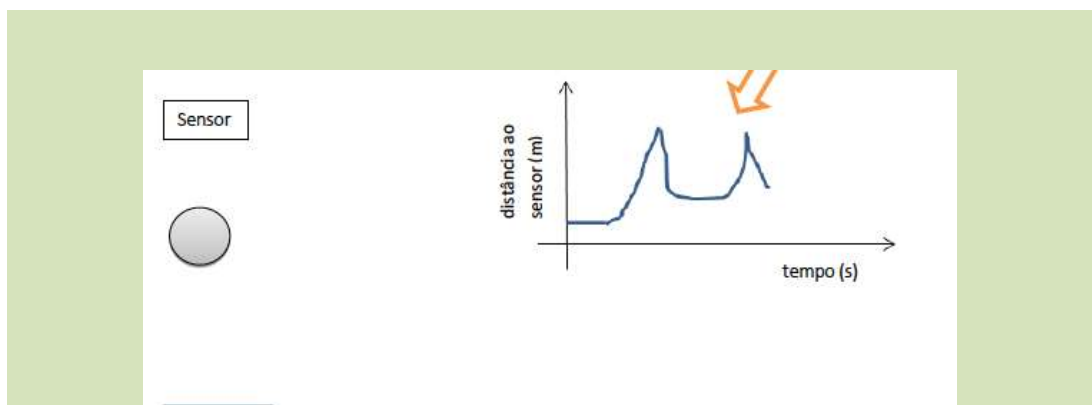
A energia cinética da bola aumenta porque a velocidade aumenta;

A energia potencial gravítica da bola diminuiu porque a altura diminui.

Segunda compressão (admite-se que o tempo de compressão e de descompressão são desprezáveis)

A bola deforma-se comprimindo-se, devido à sua elasticidade, e acumula energia potencial elástica.

Segundo voo, subida e descida

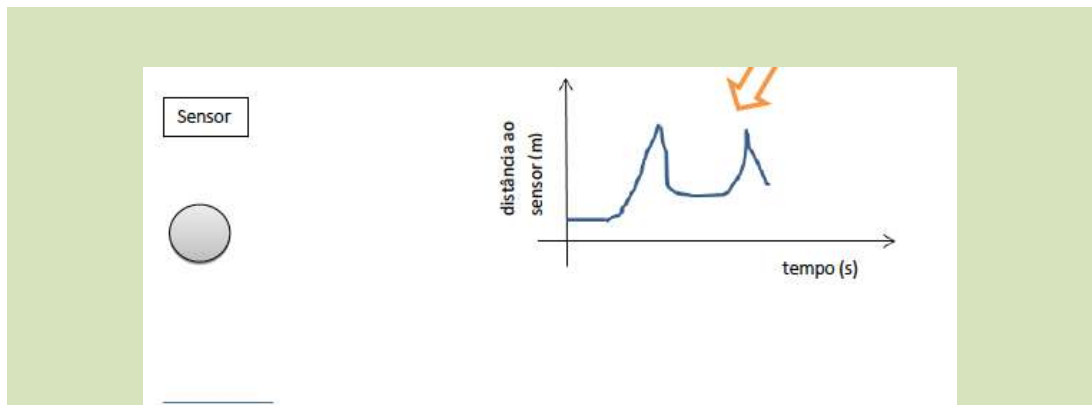


Na subida, a distância da bola ao sensor diminui, com aceleração constante, oposta à velocidade, não atingindo a altura inicial.

Na descida, a bola afasta-se do sensor, com aceleração constante, igual à da subida mas para o mesmo lado da velocidade.

A velocidade da bola diminui e anula-se quando a bola atinge a altura máxima onde a energia potencial gravítica da bola é um máximo relativo.

Terceiro voo, subida e descida



Na subida, a distância da bola ao sensor diminui, com aceleração constante, oposta à velocidade, não atingindo a altura inicial.

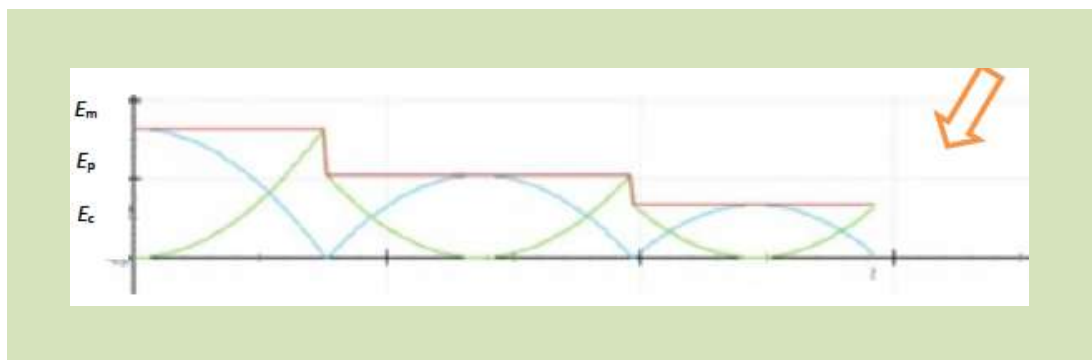
Na descida, a bola afasta-se do sensor, com aceleração constante, igual à da subida mas para o mesmo lado da velocidade.

A velocidade da bola diminui e anula-se quando a bola atinge a altura máxima onde a energia potencial gravítica da bola é um máximo relativo.

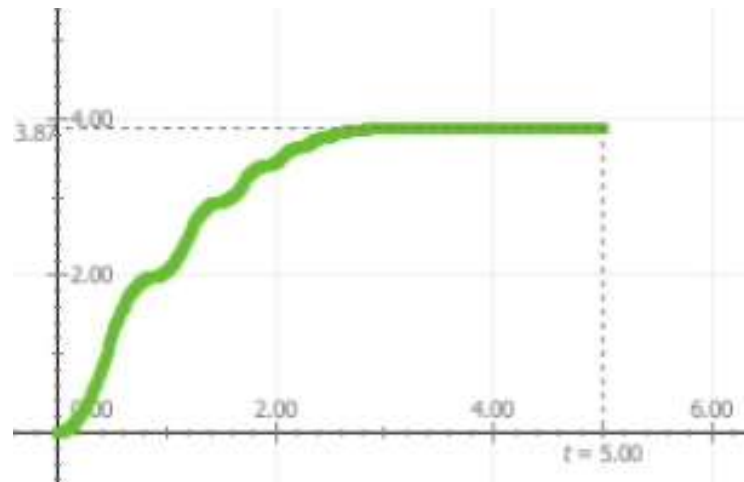
Bola parada após vários ressaltos

A energia potencial gravítica da bola após cada ressalto foi cada vez menor, tal como a altura máxima atingida pela bola nos sucessivos ressaltos até que a bola para e a energia mecânica torna-se nula.

2.4. Faça o esboço de um gráfico que contenha a energia cinética, a energia potencial e a energia mecânica em função do tempo decorrido.



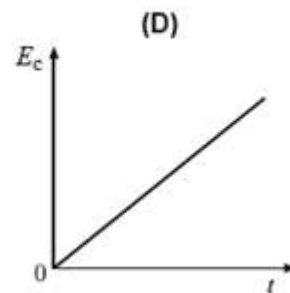
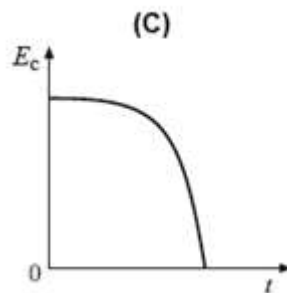
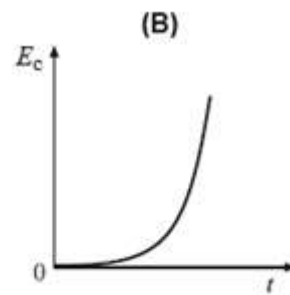
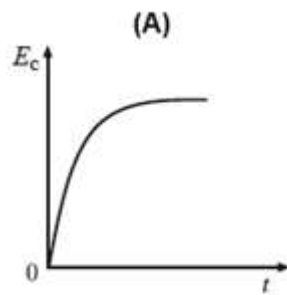
- 2.5. Observe o gráfico seguinte que diz respeito a uma atividade experimental da bola saltitante com a utilização de um sensor de movimento.



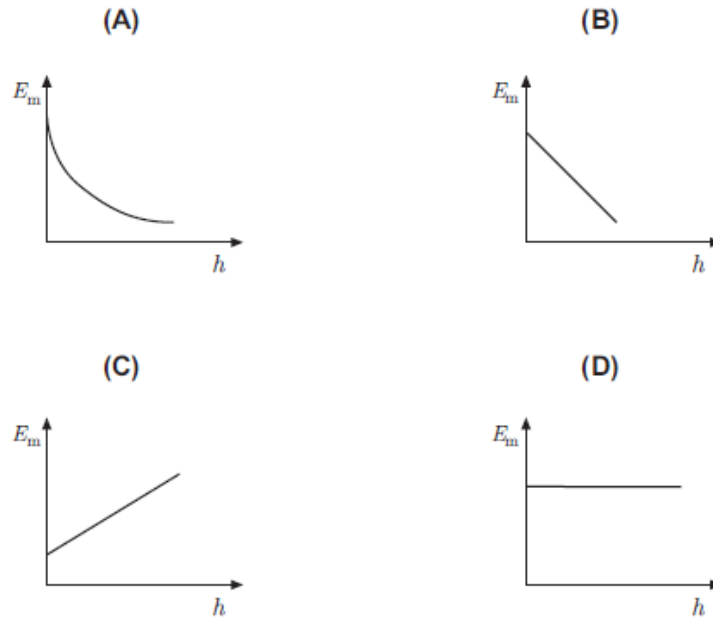
Qual das seguintes pode ser a grandeza física que está representada no eixo vertical do gráfico?

- A. Altura máxima atingida pela bola.
- B. Distância total percorrida pela bola.**
- C. Velocidade atingida pela bola.
- D. Aceleração atingida pela bola.

- 2.6. Qual é o esboço do gráfico que pode representar a energia cinética da bola em função do tempo na queda? **B**



2.7. Qual é o esboço que traduz a relação entre a energia mecânica e a altura em relação ao solo, durante a queda da bola? **D**

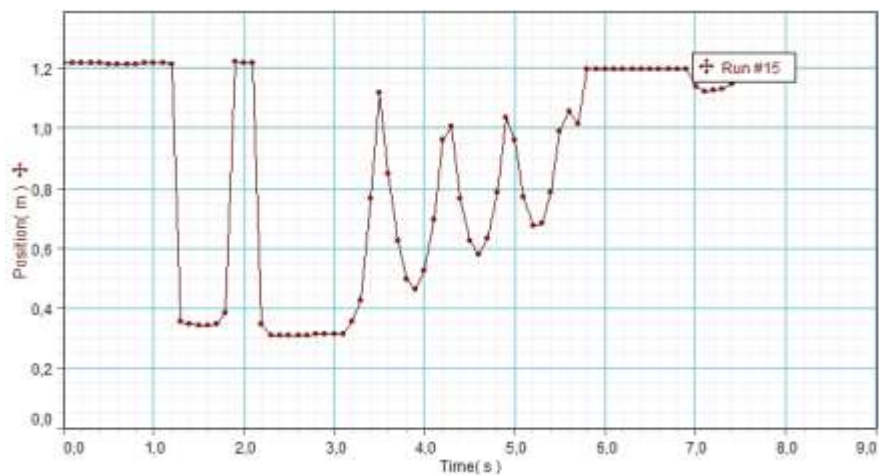


3. Analisando um caso real de dados de uma bola saltitante

Os dados, que se encontram no gráfico que se segue, foram obtidos com uma pequena bola de borracha de 211,4 g.

O sensor de movimento foi colocado a uma certa altura do solo, apontando para o solo. A bola só foi colocada por baixo do sensor ao fim de algum tempo, para se determinar a altura a que estava o sensor.

Ao fim de vários ressaltos, a bola deixou de ser detetada pelo sensor pois saiu do campo de reflexão do sinal do sensor.



4. Estime a altura inicial da bola fundamentando a sua resposta.

O sensor foi colocado à altura de 1,20 m, uma vez que é essa a distância do sensor ao solo antes de se colocar a bola debaixo do sensor.

No início, antes de se largar a bola (entre 2,4 s e 3,1 s), esta estava a 0,30 m do sensor.

Logo, a altura inicial da bola foi $1,20\text{ m} - 0,30\text{ m} = 0,90\text{ m}$

5. Que tempo decorreu desde que se soltou a bola até à 1.ª colisão?

0,40 s

6. Calcule a altura máxima atingida pela bola depois de ter sido largada, fundamentando a sua resposta.

A distância da bola ao sensor após a primeira colisão é 0,45 m.

Como o sensor está a 1,20 m do solo, a altura máxima da bola é $1,20\text{ m} - 0,45\text{ m} = 0,75\text{ m}$

7. Quantas colisões foram efetuadas pela bola no solo, identificáveis pelos registos? E quantos voos completos (subida e descida)?

4 colisões e 3 voos

8. Complete:

Tempo decorrido entre soltar a bola e o 1.º ressalto	0,8 s
Tempo decorrido entre o 1.º ressalto e o 2.º ressalto	0,7 s
Tempo decorrido entre o 2.º ressalto e o 3.º ressalto	0,6 s
Altura atingida no 1.º ressalto	75 cm = 0,75 m
Altura atingida no 2.º ressalto	62 cm = 0,62 m
Altura atingida no 3.º ressalto	52 cm = 0,52 m

9. Que conclusões pode tirar sobre o intervalo de tempo entre dois ressaltos sucessivos e sobre a altura atingida durante cada ressalto?

A bola demora cada vez menor tempo a ressaltar.

A bola atinge uma altura cada vez menor após cada ressalto.

10. Complete a seguinte tabela:

h_1 (altura antes do ressalto)	h_2 (altura após ressalto)	h_2/h_1		coeficiente de restituição $\sqrt{\frac{h_2}{h_1}}$	
m	m				
0,90	0,75	0,83	0,83	0,91	0,91
0,75	0,62	0,83		0,91	
0,62	0,52	0,84		0,92	

10.1. Qual é a percentagem, em média, de energia mecânica dissipada em cada colisão?

83%

10.2. Que função matemática relaciona h_2 com h_1 ?

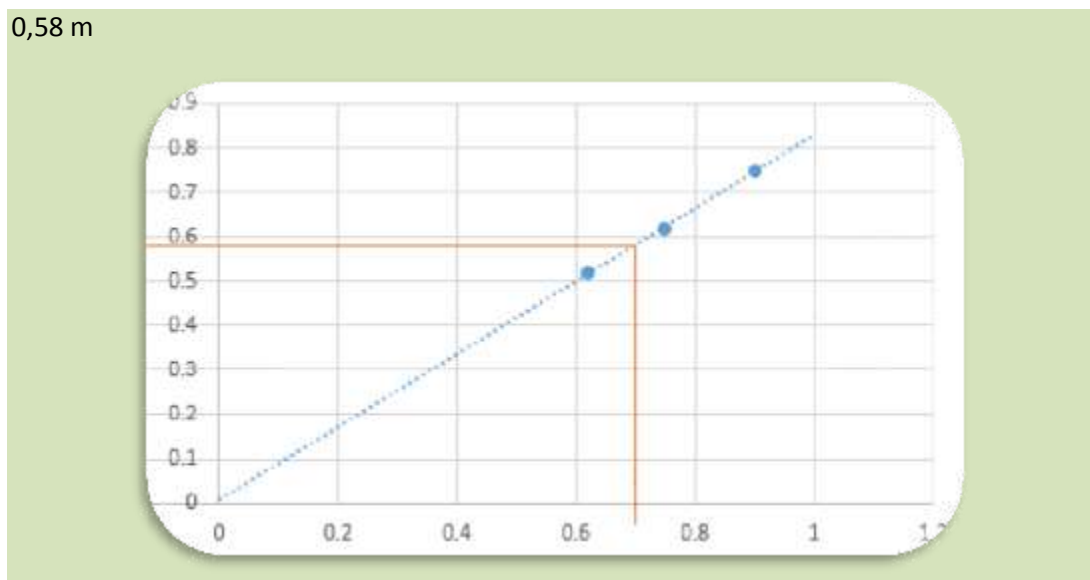
$h_2 = 0,83 h_1$

10.3. Tendo em conta que as duas alturas, h_1 e h_2 , são diretamente proporcionais, trace o gráfico de h_2 em função de h_1 numa folha de cálculo (e.g., Excel) e obtenha a respetiva equação para comparar com a anterior, utilizando as funcionalidades de regressão linear no Excel.

As equações obtidas são iguais, logo podem ser determinadas quer pelo valor médio de h_2/h_1 , quer pela equação da reta obtida no gráfico.

10.4. Utilize o gráfico para determinar qual será a altura após o ressalto se a altura antes do ressalto for 0,70 m.

0,58 m



- 10.5. Utilize a equação para determinar qual é a altura após o ressalto se a altura antes do ressalto for 0,70 m.

$$h_2 = 0,83 h_1 = 0,83 \times 0,70 \text{ m} = 0,58 \text{ m}$$

- 10.6. Utilize a equação obtida através do gráfico para determinar qual será a altura antes do ressalto se a altura após o ressalto for de 0,65 m.

$$h_2 = 0,8324 h_1$$

$$0,65 = 0,8324 h_1$$

$$h_1 = 0,78 \text{ m}$$

- 10.7. Utilize a equação para estimar qual deverá ter sido a altura do 4.º ressalto.

$$h_2 = 0,8324 h_1$$

$$h_2 = 0,8324 \times 0,52$$

$$h_2 = 0,43 \text{ m}$$

11. Preveja e esboce um gráfico referente a uma bola com maior elasticidade do que a utilizada.



12. O facto de a bola não ressaltar até à altura antes do ressalto é consistente com a Lei da Conservação da Energia? Porquê?

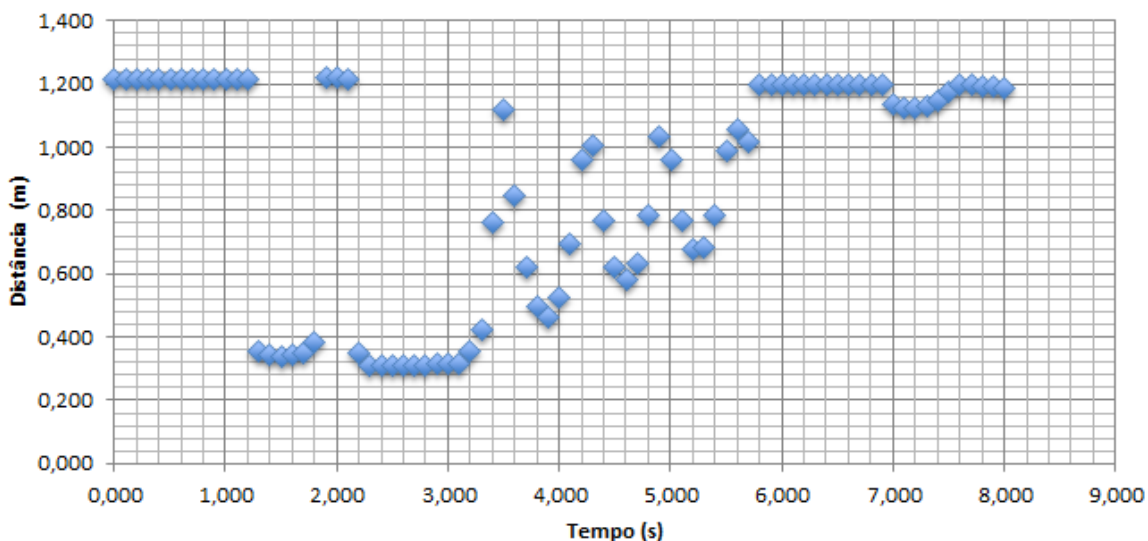
Sim, é consistente.

Porque não há conservação da energia mecânica, mas há conservação de energia uma vez que se assume que há dissipação de energia na colisão com o solo.

13. Qual ou quais das frases seguintes estão corretas (e é o símbolo do coeficiente de restituição na colisão da bola com o solo)?

- (A) Se $e = 0$, toda a energia é dissipada. Logo, a bola não ressalta.
- (B) Se $e = 0$, toda a energia é dissipada. Logo, a bola ressalta.
- (C) Se $e = 1$, não há dissipação de energia. Logo, a bola não ressalta.
- (D) Se $e = 1$, não há dissipação de energia. Logo, a bola ressalta pouco.
- (E) Se $e = 1$, não há dissipação de energia. Logo, a bola sobe até à altura de onde caiu.

14. Observe o gráfico seguinte e a tabela de Excel que dizem respeito a uma aula experimental com uma bola saltitante e sensor de movimento:



A	B	C	D	Energia cinética
2,1035	1,2169			
2,201	0,3471			
2,3009	0,3105			
2,4009	0,3098			
2,5009	0,3082			
2,6009	0,3091	0,8909	1,846	0,000
2,7009	0,3103	0,8897	1,843	0,002
2,8009	0,3125	0,8875	1,839	0,007
2,9009	0,3136	0,8864	1,836	0,009
3,0009	0,3136	0,8864	1,836	0,009
3,1009	0,3136	0,8864	1,836	0,009
3,201	0,3557	0,8443	1,749	0,097

3,3012	0,4242	0,7758	1,607	0,238
3,4022	0,7649	0,4351	0,901	0,944
3,5032	1,117	0,083	0,172	1,674
3,6025	0,8476	0,3524	0,730	0,800
3,7018	0,6223	0,5777	1,197	0,333
3,8014	0,495	0,705	1,461	0,069
3,9013	0,4616	0,7384	1,530	0,000
4,0015	0,5265	0,6735	1,395	0,134
4,102	0,6933	0,5067	1,050	0,480
4,2028	0,9592	0,2408	0,499	1,031
4,3029	1,0047	0,1953	0,405	1,125
4,4022	0,7656	0,4344	0,900	0,386
4,5018	0,6225	0,5775	1,196	0,089
4,6017	0,5795	0,6205	1,286	0,000
4,7018	0,6331	0,5669	1,174	0,111
4,8023	0,7845	0,4155	0,861	0,425
4,903	1,0361	0,1639	0,340	0,946
5,0028	0,9617	0,2383	0,494	0,592
5,1022	0,768	0,432	0,895	0,191
5,202	0,6758	0,5242	1,086	0,000
5,302	0,6815	0,5185	1,074	0,012
5,4023	0,7871	0,4129	0,855	0,231
5,5029	0,9873	0,2127	0,441	0,645
5,6031	1,0575	0,1425	0,295	
5,7030	1,0153	0,1847	0,383	
5,8035	1,1954	0,0046	0,010	
5,9035	1,1959	0,0041	0,008	
6,0035	1,1954	0,0046	0,010	
6,1035	1,1963	0,0037	0,008	
6,2035	1,1959	0,0041	0,008	
6,3035	1,1956	0,0044	0,009	
6,4035	1,1956	0,0044	0,009	
6,5035	1,1956	0,0044	0,009	

14.1. Identifique as grandezas representadas nas colunas A, B, C e D.

A-Tempo; B- distância ao sensor; C- altura da bola e D- energia potencial.

14.2. O que representam as células rosas?

Representam as energias potenciais máximas nas alturas máximas.

14.3. Identifique ao fim de quanto tempo ocorreu a primeira colisão da bola com o solo.

Ao fim de 3,602 s.

14.4. A energia cinética foi calculada apenas para os primeiros 5,503 s. Efetue o cálculo da energia cinética aos 4,903 s e aos 5,003 s.

4,8023	0,7845	0,4155	0,861	0,425
4,903	1,0361	0,1639	0,340	0,946
5,0028	0,9617	0,2383	0,494	0,592
5,1022	0,768	0,432	0,895	0,191

ATIVIDADE LABORATORIAL – FÍSICA 10.º ANO – ALF 2.2

BOLA SALTITANTE COM SENSOR DE MOVIMENTO

PASCO e DataStudio

1 Objetivos

- 1.1. Identificar transferências e transformações de energia num sistema.
- 1.2. Aplicar a Lei da conservação da energia.
- 1.3. Calcular a energia de dissipação.
- 1.4. Determinar o valor do coeficiente de restituição de uma bola e relacioná-lo com a elasticidade do material que a constitui.

2. Introdução

- 2.1. Deixa-se cair, verticalmente, uma bola que colide com o solo rígido e ressalta.
- 2.2. Durante o movimento da bola, ocorrem **transformações e transferências de energia**.
- 2.3. Também ocorre **dissipação de energia**. A energia total do sistema não se conserva porque há transferência de energia para a sua vizinhança.
- 2.4. A dissipação de energia pode estimar-se quando se relaciona com o valor do **coeficiente de restituição**. Os valores do coeficiente de restituição estão compreendidos entre 0 e 1.

3. Questão-problema

- 3.1. Existirá alguma relação entre a altura a que se deixa cair uma bola e a altura atingida no primeiro ressalto?
- 3.2. Para tal vamos analisar o movimento de uma bola que cai e ressalta, e relacionar a altura atingida pela bola após o ressalto (h_2) com a altura à qual esta é deixada cair (h_1), a partir dos dados obtidos experimentalmente.
- 3.3. Para estudar o movimento de queda e ressalto da bola ao longo do tempo utilizar-se-á um sensor de movimento (CBR) que mede a distância do sensor ao topo da bola.
- 3.4. A partir da informação obtida através do sensor, relativa à distância do topo da bola ao solo ao longo do tempo, obtemos informação quanto à altura da queda da bola em relação ao solo e quanto à altura atingida no respetivo ressalto em relação ao solo.
- 3.5. Para observar o efeito em termos energéticos da elasticidade da bola podem-se testar duas bolas diferentes.

4. Questões pré-laboratoriais

- 4.1. Duas bolas com diferente elasticidade alcançarão a mesma altura no primeiro ressalto? Qual delas atingirá uma maior altura?

Resposta prevista: Atingirá uma maior altura a bola que tiver maior elasticidade.

- 4.2. Se não desprezarmos a resistência do ar, haverá transferência de energia no processo de queda, ressalto? Se sim, indique qual é a transferência.

Resposta prevista: Sim, na queda e no ressalto, a bola perde energia mecânica, mas ganha energia interna.

- 4.3. Se desprezarmos a resistência do ar haverá conservação de energia mecânica da bola durante o movimento de queda, durante o movimento de ressalto ou durante a colisão com o solo?

Resposta prevista: Só há conservação da energia mecânica durante a queda e durante o ressalto.

- 4.4. Para estudar a relação entre a altura a que a bola é largada com a altura a que ela ressalta, a bola deve ser largada e não atirada. Porquê?

Resposta prevista: Para que não haja velocidade inicial.

5. Trabalho laboratorial

1. Material

- 1.1. Bola(s);
- 1.2. Sensor de movimento CBR;
- 1.3. DataStudio.
- 1.4. Excel

2. Procedimento

- 2.1. Fixar o sensor de movimento num suporte e a uma altura adequados.
- 2.2. Ligar o sensor ao computador e utilizar o DataStudio para obter os dados.
- 2.3. Colocar a bola por baixo do sensor.
- 2.4. Largar a bola, ao fim de uns segundos, de modo a obter dados relativamente a pelo menos 3 ressaltos.
- 2.5. Preencha a tabela de resultados, calcule o coeficiente de restituição (e) e a percentagem de energia mecânica dissipada.

2.6. Pode-se determinar o coeficiente de restituição através da seguinte relação:

$$\begin{aligned} \text{coeficiente de restituição} &= e \\ &= \sqrt{\frac{h_2}{h_1}} \end{aligned}$$

2.7. Cálculo da percentagem da energia mecânica dissipada na colisão da bola com o solo:

$$\text{energia dissipada em percentagem} = \frac{\text{energia mecânica depois do ressalto}}{\text{energia mecânica antes do ressalto}} \times 100 = \frac{h_2}{h_1} \times 100$$

6. Registo de resultados

Altura da queda da bola, h_1	Altura do ressalto da bola, h_2	Coefficiente de restituição, e	Valor médio do coeficiente de restituição, e	Energia mecânica dissipada	Valor médio da energia mecânica dissipada
m	m			%	%
1,51	1,10	0,85	0,80	28	36
1,10	0,75	0,83		32	
0,75	0,40	0,73		47	

7. Questões pós-laboratoriais (utilizando o Excel)

7.1. Construa um gráfico da altura do ressalto em função da altura da queda.



7.2. Verifique que a linha que melhor se ajusta aos pontos experimentais é uma reta e trace essa reta.



7.3. A partir da reta traçada, determine a altura de ressalto para uma altura de queda não determinada experimentalmente.

Para uma altura de queda de por exemplo 1 m, declive = $\frac{h_2}{h_1}$ logo $h_2 = \text{declive} \times h_1 = 0,93 \text{ m}$

7.4. Com que característica da bola está relacionado o declive da reta obtida?

Com a elasticidade da bola.

7.5. Preveja e trace um gráfico referente a uma bola com menos elasticidade do que a utilizada.



ATIVIDADE LABORATORIAL – FÍSICA 10.º ANO – ALF 2.2

BOLA SALTITANTE COM ANÁLISE DE VÍDEO (TRACKER)

1. Objetivos

- 1.1. Identificar transferências e transformações de energia num sistema.
- 1.2. Aplicar a Lei da conservação da energia.
- 1.3. Calcular a energia de dissipação.
- 1.4. Determinar o valor do coeficiente de restituição de uma bola e relacioná-lo com a elasticidade do material que a constitui.

2. Introdução

- 2.1. Deixa-se cair, verticalmente, uma bola que colide com o solo rígido e ressalta.
- 2.2. Durante o movimento da bola, ocorrem **transformações** e **transferências de energia**.
- 2.3. Também ocorre **dissipação de energia**. A energia total do sistema não se conserva porque há transferência de energia para a sua vizinhança.
- 2.4. A dissipação de energia pode estimar-se quando se relaciona com o valor do **coeficiente de restituição**. Os valores do coeficiente de restituição estão compreendidos entre 0 e 1.

3. Questão-problema

- 3.1. Existirá alguma relação entre a altura a que se deixa cair uma bola e a altura atingida no primeiro ressalto?
- 3.2. Para tal vamos analisar o movimento de uma bola que cai e ressalta, e relacionar a altura atingida pela bola após o ressalto (h_2) com a altura à qual esta é deixada cair (h_1), a partir dos dados obtidos experimentalmente.
- 3.3. Para estudar o movimento de queda e ressalto da bola ao longo do tempo utilizar-se-á um sensor de movimento (CBR) que mede a distância do sensor ao topo da bola.
- 3.4. A partir da informação obtida através do sensor, relativa à distância do topo da bola ao solo ao longo do tempo, obtemos informação quanto à altura da queda da bola em relação ao solo e quanto à altura atingida no respetivo ressalto em relação ao solo.
- 3.5. Para observar o efeito em termos energéticos da elasticidade da bola podem-se testar duas bolas diferentes.

4. Questões pré-laboratoriais

- 4.1. Duas bolas com diferente elasticidade alcançarão a mesma altura no primeiro ressalto? Qual delas atingirá uma maior altura?

Resposta prevista: Atingirá uma maior altura a bola que tiver maior elasticidade.

- 4.2. Se não desprezarmos a resistência do ar, haverá transferência de energia no processo de queda, ressalto? Se sim, indique qual é a transferência.

Resposta prevista: Sim, na queda e no ressalto, a bola perde energia mecânica, mas ganha energia interna.

- 4.3. Se desprezarmos a resistência do ar haverá conservação de energia mecânica da bola durante o movimento de queda, durante o movimento de ressalto ou durante a colisão com o solo?

Resposta prevista: Só há conservação da energia mecânica durante a queda e durante o ressalto.

- 4.4. Para estudar a relação entre a altura a que a bola é largada com a altura a que ela ressalta, a bola deve ser largada e não atirada. Porquê?

Resposta prevista: Para que não haja velocidade inicial.

5. Trabalho laboratorial

3. Material

- 3.1. Computador com software Tracker;
- 3.2. Vídeo a analisar;
- 3.3. Excel.

4. Procedimento

4.1. Selecionar o vídeo a analisar



escolhendo a opção



4.2. Definir a posição do referencial



4.3. Posicionar a fita métrica usando a opção *calibration stick*



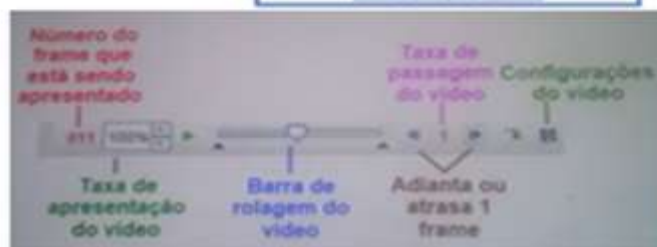
4.4. Ver o vídeo para identificar o início do movimento



4.5. Fazer os ajustes de corte de vídeo



e indicar em que *frame* deve iniciar



4.6. Clicar em *Create*



4.7. Iniciar o vídeo e marcar os pontos na bola utilizando as teclas *SHIFT* e a tecla esquerda do rato e de imediato visualizam-se os dados obtidos na tabela e os respectivos gráficos.



4.8. Preencha a tabela de resultados, calcule o coeficiente de restituição (e) e a percentagem de energia mecânica dissipada.

4.9. Pode-se determinar o coeficiente de restituição através da seguinte relação:

$$\begin{aligned} \text{coeficiente de restituição} &= e \\ &= \sqrt{\frac{h_2}{h_1}} \end{aligned}$$

4.10. Cálculo da percentagem da energia mecânica dissipada na colisão da bola com o solo:

$$\text{energia dissipada em percentagem} = \frac{\text{energia mecânica depois do ressalto}}{\text{energia mecânica antes do ressalto}} \times 100 = \frac{h_2}{h_1} \times 100$$

6. Registo de resultados

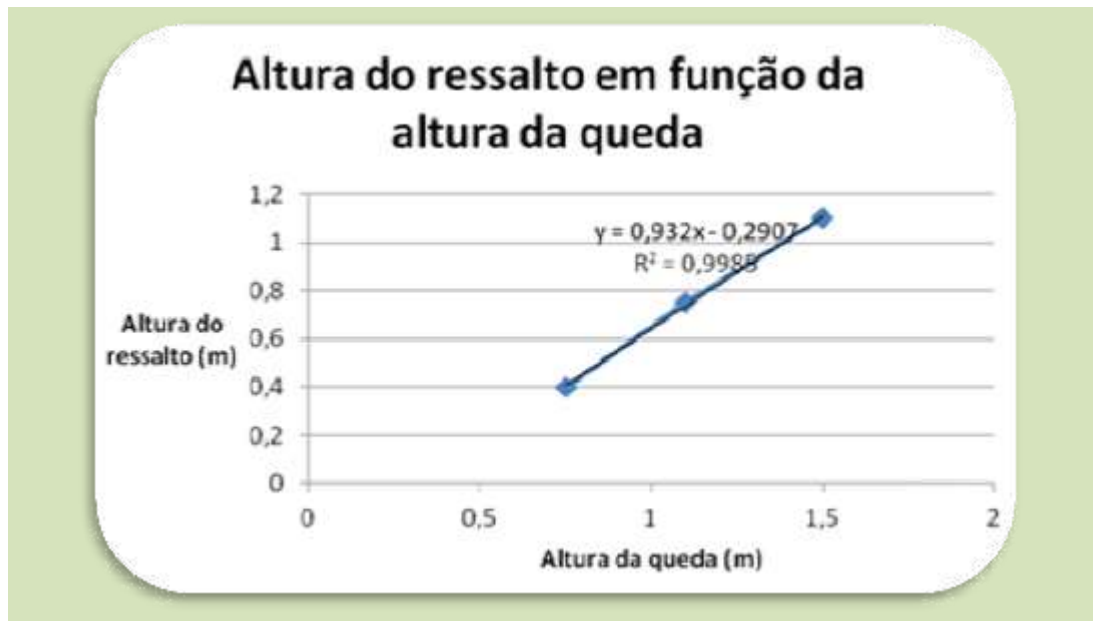
Altura da queda da bola, h_1	Altura do ressalto da bola, h_2	Coeficiente de restituição, e	Valor médio do coeficiente de restituição, e	Energia mecânica dissipada	Valor médio da energia mecânica dissipada
m	m			%	%
1,51	1,10	0,85	0,80	28	36
1,10	0,75	0,83		32	
0,75	0,40	0,73		47	

7. Questões pós-laboratoriais (utilizando o Excel)

7.1. Construa um gráfico da altura do ressalto em função da altura da queda.



7.2. Verifique que a linha que melhor se ajusta aos pontos experimentais é uma reta e trace essa reta.



7.3. A partir da reta traçada, determine a altura de ressalto para uma altura de queda não determinada experimentalmente.

Para uma altura de queda de por exemplo 1 m, declive = $\frac{h_2}{h_1}$ logo $h_2 = \text{declive} \times h_1 = 0,93 \text{ m}$

7.4. Com que característica da bola está relacionado o declive da reta obtida?

Com a elasticidade da bola.

7.5. Preveja e trace um gráfico referente a uma bola com menos elasticidade do que a utilizada.

