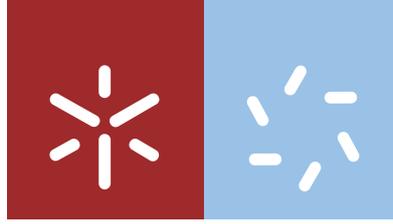


**Universidade do Minho**  
Escola de Ciências

Sérgio Emanuel Navega Soeiro Botelho de Miranda

**Newtonize this! Um jogo de computador para  
auxiliar os alunos do Ensino Básico e  
Secundário no estudo da Mecânica**



**Universidade do Minho**  
Escola de Ciências

Sérgio Emanuel Navega Soeiro Botelho de Miranda

**Newtonize this! Um jogo de computador para  
auxiliar os alunos do Ensino Básico e  
Secundário no estudo da Mecânica**

Relatório da Atividade Profissional ao abrigo do  
Despacho RT-38/2011  
Mestrado em Ciências – Formação Contínua de Professores  
Área de Especialização em Física e Química

Trabalho efetuado sob a orientação do  
**Professor Doutor António Mário Lourenço da  
Fonseca Almeida**

## DECLARAÇÃO

Nome: Sérgio Emanuel Navega Soeiro Botelho de Miranda

Endereço eletrónico: soeiromiranda@gmail.com

Telefone: +35191647792

Número do Cartão de Cidadão: 10852994

Título relatório:

Newtonize this! Um jogo de computador para auxiliar os alunos do Ensino Básico e Secundário no estudo da Mecânica

Orientador: Professor Doutor António Mário Lourenço da Fonseca Almeida

Ano de conclusão: 2015

Designação do Mestrado:

Mestrado em Ciências – Formação Contínua de Professores – Área de Especialização em Física e Química

É AUTORIZADA A REPRODUÇÃO PARCIAL DESTE RELATÓRIO, APENAS PARA EFEITOS DE INVESTIGAÇÃO, MEDIANTE DECLARAÇÃO ESCRITA DO INTERESSADO, QUE A TAL SE COMPROMETE.

Universidade de Minho, \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

Assinatura: \_\_\_\_\_

## AGRADECIMENTOS

Por me ter prontamente apoiado no momento em que ponderei fazer este mestrado, quero agradecer muito especialmente à minha tia Fernanda.

Depois de um ano letivo especialmente preenchido tanto a nível pessoal como profissional cumpre-me também agradecer, em primeiro lugar, ao Colégio Luso Internacional de Braga, na pessoa da sua diretora, Dra. Helena Pina Vaz, que prontamente me facultou todas as condições para que todo este trabalho pudesse ser realizado. Em segundo lugar, devo a todos os meus alunos do clube de física o meu agradecimento pelo seu trabalho árduo, sem o qual este projeto, simplesmente, não existiria. São eles o Paulo Santos, o Pedro Santos, o Carlos Gomes, a Daniela Muon, o Diogo Carvalho, o Rafael Alexandre, o Tomás Dias e o Gerin Danny. Finalmente, ao Professor Doutor Mário Almeida agradeço o facto de ter sido a pedra basilar que me permitiu fazer as escolhas mais adequadas em diferentes momentos do ano, que me apoiou e motivou constantemente e que me sugeriu e entusiasmou para outros desafios, nomeadamente na participação no colóquio *Challenges 2015*, onde tanto aprendi.



## RESUMO

A imaginação é mais importante do que o conhecimento.  
O conhecimento é limitado. A imaginação envolve o mundo.

Albert Einstein

Apresenta-se aqui o Relatório de Mestrado ao abrigo do despacho RT-38 do docente Sérgio Emanuel Navega Soeiro Botelho de Miranda. A sua estrutura contempla dois capítulos distintos, sendo que no primeiro capítulo é feita uma descrição do seu percurso profissional nos últimos catorze anos, e no segundo é apresentado um projeto correntemente a ser desenvolvido, com alguns dos seus alunos, no domínio da Mecânica.

Dos muitos aspetos que poderiam ser retirados de um percurso profissional que passou por experiências muito distintas em diversos locais de Portugal e do estrangeiro, tem-se especial atenção àqueles que dizem respeito ao evoluir da relação pedagógica dentro e fora da sala de aula. Nesse sentido, faz-se uma divisão cronológica em quatro momentos, correspondentes a diferentes locais no globo e a diferentes modelos de ensino, que culminam numa comparação e análise destas experiências, à luz de uma tentativa de progressão na qualidade da relação professor-aluno. Esta progressão, que cresce de mãos dadas com os diferentes cargos ocupados, tarefas desenvolvidas, formações recebidas e certificações adquiridas, também aqui elencadas, permitem, mais recentemente, o desenvolvimento de projetos de natureza mais complexa e estimulante com os alunos, sendo que alguns deles merecem uma descrição mais detalhada. Aquele que, no decorrer do último ano letivo, tem vindo a ser desenvolvido, é o tema do segundo capítulo deste relatório.

Este projeto corresponde à criação de um jogo de computador que, através da superação de diversos desafios, permita auxiliar os alunos do ensino básico e secundário na compreensão de alguns tópicos da Mecânica. Depois de feita uma introdução, na qual se faz um enquadramento pedagógico da razão de ser deste projeto, e de estabelecida a sua calendarização e recursos, passa-se à descrição minuciosa de cada um dos desafios propostos, a qual contempla o tratamento científico de todos os conceitos e princípios físicos abordados, bem como todos os cálculos envolvidos.



## ABSTRACT

Imagination is more important than knowledge.

Knowledge is limited. Imagination embraces the world

Albert Einstein

It is presented here the Master's Report under the RT-38 dispatch of the teacher Sergio Emanuel Navega Soeiro Botelho de Miranda. It is structured in two different chapters: the first one corresponds to a brief description of his career over the past fourteen years; the second one presents a project currently being developed, with some of his students, in the field of mechanics.

Of the many aspects that could be drawn from a career that has undergone very different experiences in different locations in Portugal and abroad, a focus is put on those that concern the evolution of the pedagogical relationship inside and outside the classroom. In this sense, a chronological division is carried out in four stages, corresponding to different locations on the globe and different teaching models, culminating in a comparison and analysis of these experiences, in light of an attempt of progression in the quality of the teacher-student relationship. This progression, which grows hand in hand with the different positions held, developed tasks, received training and acquired certifications, also listed here, allows more recently for the development of projects of more complex nature with students, some of which deserve a more detailed description in these pages. The one that has been developed over the last school year is the subject of the second chapter of this report.

This project corresponds to the creation of a computer game that assists students in primary and secondary education in understanding some topics of mechanics by overcoming several challenges, each one corresponding to each of these topics. After an introduction, in which a pedagogical framework of the reason for this project is established, as well as its timing and resources, a detailed description of each of the proposed challenges is made, which includes the scientific treatment of all the concepts and physical principles in use, as well as all the calculations involved.



# ÍNDICE

<b>AGRADECIMENTOS</b>	<b>iii</b>
<b>RESUMO</b>	<b>v</b>
<b>ABSTRACT</b>	<b>vii</b>
<b>REFERÊNCIAS DE LEGENDAS</b>	<b>xi</b>
<b>INTRODUÇÃO</b>	<b>1</b>
<b>CAPÍTULO 1 – PERCURSO PROFISSIONAL</b>	<b>3</b>
1.1– <i>Cronologia</i>	3
1.1.1- Os anos em Braga (2001-2004)	3
1.1.2- Os anos nos Açores (2004-2006)	4
1.1.3- Os anos no estrangeiro (2007-2010)	6
1.1.4- De volta a Braga e o ensino privado (2010-presente)	11
1.1.5- Comparação e análise das diferentes experiências	13
1.2– <i>Cargos ocupados e outras tarefas</i>	17
1.3– <i>Formações profissionais, certificações e outras ações de formação</i>	18
1.4– <i>Projetos e outros desafios</i>	20
<b>CAPÍTULO 2 – NEWTONIZE THIS! – ENQUADRAMENTO PEDAGÓGICO DO PROJETO</b>	<b>25</b>
2.1- <i>Introdução</i>	25
2.2- <i>Calendarização e recursos</i>	27
2.3- <i>Estrutura</i>	29
2.3.1- <i>Introdução</i>	29
2.3.2- <i>Deslocamento</i>	32
2.3.3- <i>Aceleração</i>	34
2.3.4- <i>Movimento circular</i>	35
2.3.5- <i>Forças e movimento</i>	36
2.3.6- <i>Energia e potência</i>	38
2.3.7- <i>Energia cinética e energia potencial gravítica</i>	39
2.3.8- <i>Pressão</i>	41
2.3.9- <i>Momento</i>	42
2.3.10- <i>Gravidade</i>	43
2.3.11- <i>Notas finais</i>	44
2.4- <i>Futuro</i>	44
2.5- <i>O que aprendi</i>	46
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	<b>47</b>
<b>ANEXOS</b>	<b>49</b>
<i>Anexo 1: Diplomas e certificados</i>	51
<i>Anexo 2: Guião do jogo</i>	71



## REFERÊNCIAS DE LEGENDAS

### ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1: Quadro-resumo da minha experiência profissional .....	13
Tabela 2: Quadro-resumo dos diferentes ambientes escolares.....	14
Tabela 3: Valores dados pelos óculos (d e h) e valores calculados pelo jogador (r).....	33
Tabela 4: Dados providenciados pelo jogo.....	41
Tabela 5: Valores calculados em função dos dados .....	42

### ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Exemplo de uma planificação de aula em Grays .....	10
Figura 2: Poster apresentado no colóquio Challenges 2015 .....	24
Figura 3: Ambiente de programação do jogo.....	29
Figura 4: Porta que permitirá calibrar os óculos para distâncias .....	30
Figura 5: Cenário do encontro entre a rapariga e Newton .....	31
Figura 6: Diálogo entre as personagens do jogo no primeiro desafio .....	32
Figura 7: Esquema transversal da posição da rapariga em relação a uma coluna .....	33
Figura 8: Vista vertical do desafio. A altura da falésia 1 e plataforma é superior à altura da falésia 2.....	36
Figura 9: Tentando sair na posição diametralmente oposta à posição de entrada, as personagens serão lançadas para o fundo da falésia .....	36
Figura 10: Contrainstintivamente, o jogador terá de fazer sair as personagens da plataforma entre as duas falésias, para assim aterrarem na falésia 2 .....	36
Figura 11: A ativação dos propulsores traseiro e esquerdo (a preto) terá como resultado o movimento do veículo na direção desejada (a vermelho). .....	37

### ÍNDICE DE FOTOGRAFIAS

Fotografia 1: Povoação da Maia, Ribeira Grande, Açores.....	5
Fotografia 2: Entrada principal da Escola Secundária Antero de Quental, em Ponta Delgada .....	6
Fotografia 3: Alguns dos meus primeiros alunos em Hartsville .....	7
Fotografia 4: Uma aula em Hartsville.....	8
Fotografia 5: Project Shades na VII Mostra Nacional de Ciências, em Lisboa .....	23



## INTRODUÇÃO

O trabalho de um professor de ciências terá de passar, obrigatoriamente, por estimular a curiosidade que é característica de virtualmente todos os jovens em relação ao universo que os rodeia. No caso específico da física, no momento em que nos encontramos, as tecnologias de informação podem ser instrumentos fundamentais nessa demanda. Na ausência de uma investigação mais abrangente sobre esta matéria, bem como de materiais e metodologias especialmente desenvolvidas para o ensino, passará pelo senso comum a ideia de que, face ao tremendo sucesso que os jogos de vídeo têm neste momento, medido pelo tempo que as gerações mais novas (e não só) lhes dedicam, este poderá ser um caminho que possibilitará o aumento do interesse e da motivação de uma grande parte dos alunos. O recurso às tecnologias de informação no ensino da física já não é recente. É de salientar o uso e animações, muitas delas disponíveis *online* (ver <http://phet.colorado.edu>) e cuja adesão por parte dos professores permitirá aferir a necessidade por eles sentida de encontrar soluções que permitam mostrar aos alunos, da forma mais visual possível, os conceitos que se pretendem ensinar. Já o uso extensivo dos modernos jogos de vídeo em contexto de sala de aula está ainda numa fase inicial. No entanto, a aplicação bem-sucedida de uma fonte de divertimento e entretenimento que é tão cara à maior parte dos alunos num local que eles associam, regra geral, a um dever e a aborrecimento, só poderá trazer, quanto mais não seja a nível anímico, um aumento da motivação e interesse por esta disciplina. Há que estar atento, no entanto, a todas as experiências que estão sendo feitas em várias salas de aulas em diversos países. Será assim possível retirar ideias que poderão ser implementadas na nossa própria sala e, mais importante ainda, identificar caminhos que não interessam por serem contraproducentes. A título de exemplo, salienta-se o facto de, por um lado, o objeto de estudo da física (o Universo físico) nunca poder ser substituído, na cabeça dos alunos, pelo motor físico do jogo e de este ter de ser sempre usado, tal como as animações referidas anteriormente, como uma analogia (Pitman, 2013, p.351). Por outro, os alunos terão de ter presente a todo o momento a intenção subjacente a esta abordagem de ensino, no sentido de perceberem que o objetivo continua a ser que eles aprendam física, ainda que de uma forma divertida

(Barnett, 2010, p.36). Por tudo isto, é de extrema importância que haja um constante diálogo entre todos os intervenientes.

Ao longo da minha vida profissional tenho procurado identificar as condições que permitem, com maior sucesso, exercer a minha função de professor da forma mais eficiente, avaliada não só pelos resultados escolares dos alunos, mas também pela sua capacidade de resolver problemas e, não menos importante, colocar questões. Descobri assim que a relação pedagógica entre professor e aluno é, provavelmente, o fator fundamental sem o qual nenhum modelo de ensino poderá vingar. Independentemente do método utilizado para apresentar determinado conceito, dos materiais disponíveis para fazê-lo, do número de alunos dentro da sala de aula, ou de outro qualquer fator, a não existência de um bom clima de aprendizagem mitiga, de raiz, as melhores das intenções. A minha experiência ao longo destes catorze anos foi-me dizendo que este clima só poderá existir se houver respeito mútuo, segurança por parte do professor, boa disposição e humor e, claro está, um domínio extensivo das matérias a lecionar, que deverá ser complementado, sempre que possível, com casos e exemplos conhecidos e compreensíveis por todos. Estando isto assegurado, abre-se então caminho para explorar novas possibilidades ao nível do ensino, que permitem abraçar novos domínios na escala do saber. O jogo que aqui apresento pretende ilustrar precisamente isto, na medida em que é um produto de uma relação professor-alunos ancorada nos fatores que descrevi acima. Este é, em si, um exemplo de que como é possível, garantidas estas condições, assegurar uma visão construtivista do processo de ensino-aprendizagem e trabalhar os níveis superiores da taxonomia de Bloom (na sua versão revista) nomeadamente aquele que diz respeito à criatividade (Anderson & Krathwohl, 2001).

Percebe-se assim a estrutura geral deste relatório: começar-se-á por uma descrição daquela que foi a minha experiência profissional ao longo dos anos, na qual o foco estará na forma como a relação que fui estabelecendo com os meus alunos foi evoluindo, culminando na que tenho hoje e que permitiu a existência do projeto do jogo. Seguir-se-á a descrição e análise científica do mesmo, centradas ao nível da sua relevância no ensino de dez diferentes conceitos e princípios da mecânica.

## CAPÍTULO 1 – PERCURSO PROFISSIONAL

### 1.1– Cronologia

No decorrer destes catorze anos como professor tive o privilégio que o destino me tivesse levado para diferentes pontos do globo, onde tive a oportunidade de crescer profissionalmente, enquanto vivenciava diferentes posturas em relação à educação como um todo, e observava e experimentava as mais variadas metodologias associadas ao ensino das ciências em particular. Isto permitiu-me, naturalmente, desenvolver uma visão invulgarmente abrangente da profissão docente, na medida em que me foi possível fazer constantes análises comparativas entre todos estes modelos, possibilitando-me, assim, ampliar o leque de opções pedagógicas ao meu dispor e selecionar de uma forma mais capaz e cuidada aquelas que melhor se adequam a cada momento de ensino. Neste sentido, sinto que será relevante fazer um breve levantamento destas minhas experiências, que por terem sido cumulativas se organizam aqui de forma cronológica.

#### 1.1.1- Os anos em Braga (2001-2004)

Dizer que o meu ano de estágio em Vila Seca, Barcelos, foi o mais difícil de todos eles, até hoje, é, com toda a certeza, um eufemismo. Naquela primeira semana de aulas em Setembro de 2001 apercebi-me, não sem algum choque, que embora me sentisse bem preparado do ponto de vista científico, estava, também, muito longe de saber como adequar esse conhecimento ao nível e expectativas dos alunos que se mostraram, desde cedo, pouco interessados no que eu lhes ensinava. Enquanto professor de físico-química de um sétimo e um oitavo ano, deparei-me com uma imensa clivagem entre a abordagem que eu imaginava que um professor deveria ter numa sala de aula, fruto ainda da minha própria experiência enquanto aluno, e aquela que os meus próprios alunos esperavam de mim. Isto redundou num ano de ensino expositivo, com mais baixos do que altos, e que me pôs com imensas dúvidas no que diz respeito à minha opção, cinco anos antes, de enveredar por um curso conducente ao ensino.

Seguiu-se, no ano letivo seguinte (2002/2003), uma colocação na Escola Secundária de Maximinos, onde voltei a ensinar turmas do oitavo ano de físico-química, a que se acrescentou duas outras de técnicas laboratoriais de química. Agora sem a pressão do estágio, este ano permitiu-me relaxar e ganhar alguma confiança e gosto pelo que estava a fazer. Ainda que continuando a seguir, grosso modo, um modelo expositivo, detetei também progressos na relação pedagógica que mantinha com os alunos o que, por si só, foi responsável por uma melhoria dos seus resultados escolares.

Não tive a sorte, no ano letivo de 2003/2004, de ficar colocado em nenhuma escola do país, pelo que me limitei a dar explicações em diversos centros de estudo da cidade de Braga, onde dei apoio a alunos de diversos graus de ensino (do quinto ao décimo segundo ano) a diversas disciplinas onde predominavam, obviamente, a física e a química.

Destes três anos não guardo, obviamente, grandes saudades no que profissionalmente diz respeito. Ainda que gradualmente começasse a ter mais em conta os conhecimentos e experiências prévias dos alunos, continuava eu a ser o centro da sala de aula.

### 1.1.2- Os anos nos Açores (2004-2006)

Não querendo correr o risco de ficar outro ano desempregado, concorri em 2004 para o arquipélago dos Açores, onde fiquei colocado numa pequena localidade, praticamente isolada, na encosta norte de S. Miguel, de seu nome Maia. Faziam parte do corpo docente dessa escola outros professores, sensivelmente da minha idade e que, tal como eu, estavam dispostos a partilhar as suas experiências, metodologias e angústias, no sentido de melhorarem o seu desempenho profissional. A escola era nova (tinha cerca de três anos) e a Comissão Instaladora dava também todo o apoio profissional, logístico e até moral (metade dos professores eram continentais) para assim criar um ambiente de segurança e conforto aos mais variados níveis. Voltei a ser professor de oitavos e sétimos anos de físico-química e diretor de turma, pela primeira vez. Isto obrigou-me a ter de ouvir os alunos (e seus familiares) de uma forma

absolutamente nova, e a lidar com problemas e situações que saiam, muitas vezes, do âmbito estritamente escolar.

Foi com esta moldura que, finalmente, consegui começar a olhar para aqueles alunos com experiências (e expectativas) de vida tão diferentes de todos os que tinha ensinado até então (a começar pelo sotaque que era, não poucas vezes, indecifrável), e aperceber-me que era neles, na forma como eles pensavam e sentiam, e não em mim, que residia o sucesso da minha profissão.

*Fotografia 1: Povoação da Maia, Ribeira Grande, Açores*



Fonte: Wikipédia (Disponível em [https://en.wikipedia.org/wiki/File:Miradouro\\_da\\_Fonte\\_do\\_Buraco,\\_Maia,\\_ilha\\_de\\_S%C3%A3o\\_Miguel,\\_A%C3%A7ores.JPG](https://en.wikipedia.org/wiki/File:Miradouro_da_Fonte_do_Buraco,_Maia,_ilha_de_S%C3%A3o_Miguel,_A%C3%A7ores.JPG))

Acesso em Jul. 2015)

Ainda em S. Miguel, fiquei colocado, no ano seguinte (2006) na sua capital, Ponta Delgada, na Escola Secundária Antero de Quental, edifício imponente e antigo, fruto da reforma de Passos Manuel. Foi a primeira escola que tinha, de forma rápida e acessível, materiais laboratoriais e funcionários dedicados ao seu manuseamento. Assim, fiz uso das competências que tinha adquirido no ano anterior para usar de forma mais recorrente e eficaz as aulas laboratoriais, dando mais um passo no sentido de delegar no aluno a sua própria aprendizagem.

Fotografia 2: Entrada principal da Escola Secundária Antero de Quental, em Ponta Delgada



Fonte: Site oficial da Escola Secundária Antero de Quental (Disponível em <http://www.esaq.pt/blog/2014/01/25/caracteristicas-2/>).

Acesso em Jul. 2015)

### 1.1.3- Os anos no estrangeiro (2007-2010)

Depois de no ano letivo de 2006/2007 me ter visto novamente numa situação de desemprego, o que me levou a voltar a dar explicações nos mesmos moldes que três anos antes, decidi que era chegada hora de usar de toda a minha experiência e confiança ganha até então e abraçar novos desafios, tentando a minha sorte fora do país. Inscrevi-me num programa de recrutamento de professores de todo o mundo para os Estados Unidos (*VIF Program*) e, depois de alguns testes e entrevistas, encontrava-me no início de Agosto de 2007 numa pequena cidade da Carolina do Sul, de seu nome *Hartsville*, pronto a encarar jovens que viviam uma realidade completamente distinta daquelas que eu tinha até então experienciado. A adaptação a um local onde eu era o único Português foi surpreendentemente rápida, e cerca de dois meses depois encontrava-me a trabalhar ao mesmo nível que os meus colegas locais. Era agora professor de *physical science*, a versão estadunidense de físico-química. Tinha, para além disso, a responsabilidade de ser tutor de um grupo do nono ano daquela escola, cargo correspondente ao nosso diretor de turma. A organização

curricular era completamente diferente: o ano letivo era dividido em semestres e em cada um deles tinha novos alunos. Estes, não eram organizados em turmas mas sim em disciplinas- o horário era diferente para cada um deles, em função das suas opções. Ainda que esta escola se encontrasse numa região pobre dos Estados Unidos, foi aqui que tomei contacto pela primeira vez com quadros interativos, projetores ligados a câmaras de filmar e professores a usarem microfones nas suas aulas (nunca fiz uso desta opção). O método de ensino era, contudo, de cariz expositivo e isso notava-se nas expressões e posturas dos alunos nas aulas. Regra geral, e por razões diversas, a que as diferentes cores de pele não serão alheias, não havia uma proximidade muito grande entre professores e alunos, e isto era visível nos dois sentidos. Tendo estado eu a investir nos anos anteriores precisamente no contrário, encontrei neste local um inesperado bloqueio a esta minha ambição, que era reforçado pelo facto de, não só, eu ser novo na escola, como de ser proveniente de um sítio que nunca ninguém tinha ouvido falar, o que dava aso a um acréscimo de suspeição e afastamento. Ainda assim, os primeiros dois semestres foram passando, e no final do primeiro ano letivo já todos me encaravam como um elemento da casa.

*Fotografia 3: Alguns dos meus primeiros alunos em Hartsville*



Foi a primeira vez, na minha vida profissional, em que eu fiquei dois anos consecutivos na mesma escola, pelo que foi com muita expectativa que regresssei a *Hartsville* no verão seguinte (2008). Estava agora em condições de, passado o ano de estágio (por assim dizer) enveredar por caminhos novos conducentes ao crescimento profissional que tanto ambicionava. Regozijei-me pelo facto de me não ter de preocupar em aprender os procedimentos administrativos da escola e assim ter mais tempo para dedicar às aulas propriamente ditas. Ultrapassei o meu receio de pôr ao dispor dos alunos materiais de laboratório a que eles, manifestamente, não estavam habituados e tornei as aulas mais dinâmicas e interativas. Passado pouco tempo, verifiquei que eles me devolveram essa confiança e respeito, o que se refletiu, também, nos seus resultados escolares.

*Fotografia 4: Uma aula em Hartsville*



Apesar destes sucessos, continuava a sentir que fazia parte de um sistema de ensino que, no cômputo geral, me parecia ultrapassado e do qual tinha já pouca coisa a extrair, pelo que, no verão 2009, rumei da rural *Hartsville* para a mais cosmopolita Londres. A minha vontade de continuar a evoluir era tal, que eu decidi largar uma

situação contratual que me dava excelentes garantias de futuro para enveredar por outra muitíssimo mais precária, onde era equiparado a professor substituto. A agência de trabalho temporário que me contratou (*TeachIn*) colocou-me em *Grays*, uma pequena cidade satélite da capital Inglesa, a cerca de quarenta minutos do seu centro. Tinha decidido que não queria passar aqui um ano “neutro”, tal como o meu primeiro nos Estados Unidos e, apesar de confiante na abordagem que tinha tido no ano anterior, acabei por chocar de frente com a frieza e desconfiança britânicas. Começou com a estrutura curricular: cada aula era dividida, impreterivelmente, em cinco diferentes blocos, a saber, introdução, três blocos diferentes de atividades, e conclusão, restando ao professor o papel de preencher estes cinco compartimentos, usando para tal os materiais disponíveis na escola. Para além disso, a carga burocrática era brutal, sendo de especial relevo a necessidade de planificar todas as aulas, obrigatoriamente, num modelo digital pré-estabelecido (Fig. 1). As turmas que me foram atribuídas eram compostas pelos alunos com piores registos de comportamento e que provinham de estruturas familiares completamente devastadas. O apoio do resto do corpo docente era, também por força da falta de tempo de todos, mínimo e o ambiente geral era de tensão e confronto. Nestas condições, foi-me impossível cumprir minimamente as minhas ambições, restando-me um ano em que tentei apenas não contagiar os meus alunos com o meu desapontamento. Ficou-me, no entanto, a certeza de que sem os melhores professores e as melhores práticas administrativas e educativas, alunos nas condições que testemunhei em *Grays* perpetuar-se-ão na pobreza financeira e, sobretudo, cultural. Descobri, também, que pelo menos naquele momento, não tinha ainda estofo ou preparação para lidar com tudo aquilo.

Figura 1: Exemplo de uma planificação de aula em Grays

### The Grays School Media Arts Lesson Plan

<b>Subject:</b> Science	<b>Teacher:</b> SMO	<b>Class:</b> 11N1	<b>Period:</b> 1	<b>Date:</b> 19/05/2010
UNIT Lesson				
<b>Learning Objectives: WALT</b> What is this place we call home?		<b>Learning Outcomes WILF</b> <b>All:</b> State that Earth is one planet in the Solar System; Define the Solar System as the set of celestial bodies orbiting the Sun. <b>Most:</b> Identify the differences between the inner and the outer planets of the Solar System; Describe some of the conditions for life (as we know it) to exist and develop. <b>Some:</b> Create a model of the Solar System based on the relative distances of the planets to the Sun.		
<b>Skill/s:</b> Numeracy; modelling; comparative analysis		<b>Key Words:</b> Solar System; planet; star; galaxy; Milky Way		
<b>Independent enquirers</b> <input type="checkbox"/>	<b>Creative thinkers</b> <input type="checkbox"/>	<b>Team workers</b> <input checked="" type="checkbox"/>	<b>Self managers</b> <input type="checkbox"/>	<b>Effective participators</b> <input type="checkbox"/>
<b>Reflective learners</b> <input type="checkbox"/>				
Support	Core	Extension	Grouping	Time
<b>Starter</b>	Ask pupils to identify the place they are, starting at a local level (Grays) and ending at a cosmological level (Milky Way). Write this on the board. Use <i>Celestia</i> if needed.		Whole group	5
<b>Focus 1</b>	Ask pupils what the Solar System is. Define Solar System and write it on board. Be sure they know the order of the planets. Tell them they are going to model the SS outside in a way that each one of them is going to be a planet (designate a planet to each student). At what distance should they be from the Sun? Explain how to calculate that distance and let them do it for the remaining planets.	Use proportionality to establish accurate distances.	Groups	15
<b>Focus 2</b>	Go outside and make the living model. Come back inside and ask why the planets closer from the Sun move faster than the ones further away. Show this in <i>Celestia</i>	Accurate positions to one another.	Whole group	15
<b>Focus 3</b>	Show Pluto and other planets in <i>Celestia</i> and ask them to identify reasons in favour and against Pluto is not considered a planet anymore. Show them the inner and outer planets and ask them to identify the main differences between these two sets of planets.		Groups	15
<b>Plenary / Review</b>	Ask them to imagine the following: "You are a scientific advisor for NASA, who is searching for extra-terrestrial life outside the Solar System. What specific things would you advise them to look for?" Set homework		Individual	10
<b>Assessment/Success Criteria:</b> Student's engagement / participation / quality of answers given				
<b>Resources:</b> Computer program "Celestia" and projector; calculators; worksheet				
<b>LSA – role:</b> Assist Louise and Rosie in their answers, particularly in numeracy skills				
<b>Home Learning:</b> Do you believe in aliens? Why / why not?				
<b>Next lesson:</b> Why is gravity important?				

#### 1.1.4- De volta a Braga e o ensino privado (2010-presente)

Ainda sem saber se teria emprego no ano seguinte, decidi voltar para Portugal em Julho de 2010. Em Agosto, soube que tinha sido aceite no Colégio Luso-Internacional de Braga- CLIB para o lugar de física. Era exatamente o que queria: uma experiência completamente nova e que estivesse nos antípodas da anterior. Foi isso que encontrei.

Sendo uma escola privada, o CLIB tem, assim, a possibilidade de implementar o seu próprio modelo educativo. A partir do oitavo ano, os alunos começam a ser submetidos a avaliações externas conduzidas e certificadas pela Universidade de Cambridge, a saber, o IGCSE (*International General Certificate of Secondary Education*), até ao décimo ano, e os *A-Levels (General Certificate of Education Advanced Levels*, cujos exames equivalem às nossas provas específicas), até ao décimo segundo ano. O professor tem a total liberdade nas suas aulas para enveredar pelo caminho que considerar mais apropriado a cada momento educativo desde que, claro está, este se mostre frutífero em termos de resultados escolares. Ademais, há um constante diálogo entre os professores das diversas disciplinas e entre estes e a equipa de gestão, o que permite que os alunos se envolvam em diversos projetos e atividades paralelas às das aulas, não raras vezes por iniciativa própria, o que promove um desenvolvimento holístico das suas competências, saberes e valores. A partir do momento em que, no décimo primeiro ano, os alunos estreitam as suas opções em termos de disciplinas, as turmas reduzem-se substancialmente de tamanho, o que permite que se estabeleçam relações pedagógicas muito sólidas, o que contribui sobremaneira para a sua aprendizagem. É precisamente este o fator que, na minha opinião, é determinante para a qualidade do ensino aqui ministrado, e que veio, precisamente, ao encontro daquilo que eu procurava nos últimos anos. A proximidade e cumplicidade que se tem vindo a estabelecer entre todos, dentro e fora da minha sala de aula tem levado, cada vez mais, ao paroxismo da relação professor-aluno, que se esbate e cristaliza num ambiente orgânico e familiar, que permite levar cada aula por caminhos diferentes, muitas vezes trilhados no momento e em função de uma dúvida, uma notícia ou uma piada. Criam-se assim, a meu ver, as condições para que o crescimento integral do aluno aconteça e para que novos e diferentes desafios, que podem ir muito além dos

trâmites estritamente acadêmicos, possam ser lançados e desenvolvidos. É nesta atmosfera que germina e floresce o projeto que, mais à frente, explanarei.

## 1.1.5- Comparação e análise das diferentes experiências

Tabela 1: Quadro-resumo da minha experiência profissional

Ano letivo	região Pais /	Escola	Tipologia alunos	N.º total	Meio	Função	N.º turmas	N.º alunos	Carga letiva
2001/2002	Portugal Braga	E. B 2/ 3 Abel Varzim, Vila Seca	2º e 3º ciclo  Pública	500	Rural	Professor estagiário	2	50	22h
2002/2003	Portugal Braga	E. S. Maximinos, Braga	3º e Se- cundário  Pública	1000	Urbano	Professor contratado	4	10 0	22h
2003/2004	Portugal Braga	S. A. P. O. Braga	Todos  Apoio Pedagó- gico	50	Urbano	Professor explicador	-	10	15h
2004/2005	Portugal Açores	E. B. I. da Maia, Maia	1º, 2º e 3º ciclo  Pública	500	Rural	Professor contratado	4	10 0	22h
2005/2006	Portugal Açores	E. S. Antero de Quental, Ponta Delgada	3º e Se- cundário  Pública	2500	Urbano	Professor contratado	4	10 0	22h
2006/2007	Portugal Braga	S. A. P. O. Braga	Todos  Apoio Pedagó- gico	50	Urbano	Professor explicador	-	10	15h
2007/2008	E. U. A. Carolina do Sul	Hartsville High School, Hartsville	9º ao 12º ano  Pública	1500	Rural  (EUA)	Professor contratado (por 3 anos)	7	12 0	25h
2008/2009	E. U. A. Carolina do Sul	Hartsville High School, Hartsville	9º ao 12º ano  Pública	1500	Rural  (EUA)	Professor contratado (por 3 anos)	7	12 0	25h
2009/2010	R. U. Londres	The Grays School Media Arts College, Grays	7º ao 13º ano  Pública	1500	Urbano	Professor substituto (com turmas atribuídas)	7	12 0	24h
2010/2011	Portugal Braga	Colégio Luso- Internacional de Braga, Braga	Todos  Privada	300	Urbano	Professor contratado	6	80	34h
2011/2012	Portugal Braga	Colégio Luso- Internacional de Braga, Braga	Todos  Privada	300	Urbano	Professor efetivo	6	80	34h
2012/2013	Portugal Braga	Colégio Luso- Internacional de Braga, Braga	Todos  Privada	300	Urbano	Professor efetivo	6	80	34h
2013/2014	Portugal Braga	Colégio Luso- Internacional de Braga, Braga	Todos  Privada	300	Urbano	Professor efetivo	6	80	34h
2014/2015	Portugal Braga	Colégio Luso- Internacional de Braga, Braga	Todos  Privada	300	Urbano	Professor efetivo	6	80	34h

Pela tabela 1 percebe-se que os meus primeiros dez anos enquanto professor foram bastante preenchidos em termos de experiências profissionais novas. Grosso modo, a cada ano que passava correspondia uma mudança completa não só de paradigma escolar, como de ambiente cultural no seu sentido mais lato, o que me obrigava a um esforço acrescido (que entretanto se foi ritualizando) de absorver e interiorizar o máximo de informação que conseguisse, de forma a aproximar-me o quanto antes dos meus colegas locais e daquilo que era expectável de mim. Como é sabido, qualquer nova aprendizagem implica a sua acomodação em aprendizagens anteriores. Por maioria de razão, este processo passou, em mim, pela necessidade de separar e categorizar as minhas experiências, de forma a, por um lado, poder facilmente recorrer a saberes adquiridos em anos anteriores sempre que necessário e, por outro, organizar tudo aquilo que era novo numa estrutura que me fizesse sentido. Isto permite-me, ainda hoje, olhar para trás e poder comparar, escola por escola, as suas estruturas, procedimentos e hábitos.

*Tabela 2: Quadro-resumo dos diferentes ambientes escolares*

<b>Escola</b>	<b>Vila Seca</b>	<b>Maximinos</b>	<b>Maia</b>	<b>Ponta Delgada</b>	<b>Hartsville</b>	<b>Grays</b>	<b>CLIB</b>
<b>Horários</b>	Variável	Variável	Variável	Variável	Fixo 3 blocos	Variável quinzenal	Fixo. 8 períodos
<b>Autonomia do professor</b>	Média/alta	Média/alta	Média	Média	Alta	Baixa	Alta
<b>Interdisciplinaridade</b>	Média/baixa	Média/baixa	Média/alta	Baixa	Muito baixa	Média/baixa	Alta
<b>Classe socioeconómico (predominante)</b>	Baixa	Média / Alta	Baixa	Baixa/ Média/ Alta	Baixa/ Média	Baixa	Alta
<b>Expetativas dos alunos</b>	Baixas	Médias	Baixas	Médias	Médias	Muito baixas	Altas
<b>Disciplina (1-5)</b>	1	3	3	3	4	2	5

No que diz respeito aos horários, a carga horária em todas as escolas portuguesas era muito semelhante, com as suas 22 horas letivas. No entanto, notei que os Açores eram, pelo menos na altura, a muitos níveis, um “laboratório” onde se ensaiavam novas abordagens que, se passassem pelo crivo do legislador, seriam mais tarde implementadas também no continente. Foi assim que, do meu horário nos dois anos que lá estive, faziam parte as aulas de substituição, que tanta celeuma vieram a dar deste lado do Atlântico, um par de anos depois. Nos Estados Unidos, os horários eram feitos de uma forma completamente diferente. Reflexo de uma estrutura organizacional que se pode equiparar a módulos de ensino, de carácter semestral, nos quais os alunos se podem inscrever, o meu horário de *physical science* era composto por três blocos diários desta disciplina aos quais assistiam grupos diferentes de alunos. Estes tinham horários diferentes entre si, que dependiam inteiramente nas disciplinas que tinham escolhido para esse semestre não havendo, portanto, turmas no sentido em que estamos habituados a ouvir em Portugal. No Reino Unido os horários voltaram a assemelhar-se mais aos nossos, No entanto, havia uma particularidade: por razões que não cheguei a entender completamente, em vez de haver um horário semanal para professores e alunos, havia horários quinzenais, na medida em que alternavam entre a semana A e a semana B. Isto obrigava-me, pelo menos nos primeiros tempos, a estar atento para não confundir semanas e falhar aulas... No CLIB os horários voltaram à sua versão mais habitual sendo, no entanto, rígidos, no sentido em que as aulas começam e acabam, todos os dias, à mesma hora.

A autonomia de um professor é tanto maior quanto maior for a sua disponibilidade mental e física para se dedicar ao fundamental da sua atividade: as aulas. Nesse sentido, posso dizer que sempre disfrutei de grande autonomia tendo havido, no entanto, a exceção correspondente ao meu ano em Grays. O simples facto de ter de usar de todo o meu tempo para preencher digitalmente, para cada aula, a tabela que mostrei acima, para além da tabela, em si, ser a representação de um caminho pedagógico ao qual não podia fugir faz, no meu entender, do modelo de ensino Inglês algo de tal maneira blindado que acaba por deixar muito pouco à imaginação e habilidade dos professores.

Desde os meus anos de estudante universitário ouvia falar de interdisciplinaridade na Escola. No entanto, devo dizer que só no CLIB me inteirei por completo das suas virtualidades, através de projetos e atividades desenvolvidas entre professores, e que têm a adesão voluntária da maior parte dos alunos. No entanto, a escola da Maia, por ser uma escola nova com professores novos, chegou a abordar estes caminhos, com uma mancha de projetos que envolveram várias turmas e várias disciplinas.

O ambiente socioeconómico, as expectativas dos alunos e o seu comportamento estão interrelacionados, pelo que os abordarei em conjunto. A esse nível, costumo comparar os meus primeiros dois anos em Braga com os meus dois anos nos Açores, na medida em que, em ambos os locais, o primeiro ano foi pautado por um ambiente rural, onde as expectativas dos alunos para as suas vidas futuras geralmente não ultrapassavam as dos próprios pais e os comportamentos refletiam, precisamente, alguma incompreensão pela necessidade de estar na escola; e o segundo ano foi passado numa escola secundária de uma cidade capital de distrito, onde já se encontravam alunos oriundos de ambientes económicos, culturais e familiares diversos, e com sonhos e ambições também variados. Em *Hartsville*, uma pequena cidade da Carolina do Sul onde ainda se sente uma tensão silenciosa provocada pelas diferentes cores de pele, onde o tráfico de droga ceifa periodicamente a vida a estudantes, e onde a ideia de uma tarde bem passada continua, para muitos, a ser a de ir com uma carrinha *pickup* carregada de cerveja e armas de fogo para a floresta caçar veados e outros animais de grande porte, a ambição da maior parte dos alunos não é, por assim dizer, muito alta (nunca mais me esquecerei de um aluno que me confessava, enquanto eu tentava perceber porque é que ele não prestava a mínima atenção às minhas aulas, que tudo o que ele queria ser na vida era um cavaleiro profissional de touros mecânicos). Grays correspondeu, no entanto, ao grau zero do que eu pensei que uma escola deveria representar para qualquer pessoa. Acabada de sair da categoria de *Special Measures*, categoria esta atribuída pelo governo central a escolas que necessitam de intervenção urgente devido a problemas conjugados de aproveitamento e disciplina, tentava, a custo, manter-se nesta posição. Situada numa das muitas periferias da Grande Londres, tinha já a fama, na região, de ser uma escola com problemas endémicos. Foi neste ambiente que me foram atribuídas algumas das

piores turmas em termos de aproveitamento e comportamento. As expectativas, por parte de todos (alunos, pais, professores e direção) para o futuro daqueles rapazes e raparigas eram nulas, e tudo o que se pedia de mim, em algumas das turmas, era que mantivesse as aulas minimamente interessantes para que os alunos não se levantassem e começassem a atirar objetos uns aos outros ou, até, a agredirem-se. Não posso dizer que tenha cumprido, sempre, este objetivo.

No cômputo geral, quando olho para o meu passado profissional vejo um percurso marcado por muitas experiências positivas e algumas negativas, mas que me marcaram de forma indelével e fizeram de mim, para o bem ou para o mal, o professor que sou hoje. Apesar de tudo o que aprendi, sei que treze anos de atividade docente correspondem ainda ao início da minha vida profissional, pelo que tenho ainda um longo percurso a seguir antes de me tornar no professor que sempre ambicionei ser.

## 1.2– Cargos ocupados e outras tarefas

Em qualquer parte do mundo é compreensível que as escolas se sintam renitentes em atribuir cargos de maior destaque ou responsabilidade a docentes que se encontrem pela primeira vez lá empregados pelo que, para além das já referidas posições enquanto diretor de turma, pouco mais houve a registar até dois mil e dez, ano em que ingressei no CLIB. Aqui, para além do lugar de diretor de turma, tenho desempenhado o cargo de responsável pela física naquela escola (*head of physics*), cujas funções incluem, entre outras, a organização curricular desta disciplina, a organização, inventariação e aquisição de todos os materiais a ela associados, e a organização e coordenação de todas as atividades extracurriculares que se mostrem relevantes para a sua aprendizagem. Para promover uma aprendizagem mais lúdica e divertida, e seguindo uma tradição inglesa, o CLIB agrega os alunos em alguns grupos (*houses*) que assim têm a oportunidade de competir entre si em diversos desafios (académicos e não só) ao longo do ano. Como responsável por um desses grupos (*house captain*), tenho de desenvolver algumas dessas atividades e liderar e motivar os alunos a meu cargo em todas elas. Para além destes cargos que ocupo presentemente,

há muitos outros importantes papéis que tenho vindo a desempenhar, dos qual destaco a organização de diversas visitas de estudo e trabalhos de campo, e a preparação e apresentação de palestras para toda a comunidade escolar (estas *assemblies* são outra tradição britânica).

### 1.3– Formações profissionais, certificações e outras ações de formação

O meu percurso profissional, passado em diferentes partes do nosso país e do mundo, deu-me a oportunidade de frequentar diversas formações de natureza profissional, e permitiram-me aceder a certificações de carácter internacional que me habilitam, ainda hoje, a desempenhar a minha atividade docente em, virtualmente, qualquer país. Abaixo, destaco e descrevo brevemente aquelas que considero terem contribuído, de forma indelével e a diversos níveis, para o meu crescimento enquanto professor.

- A física na arte e a arte na física (Outubro 2005, Mosteiro de Tibães, dez horas)

Encontro do qual faziam parte diversas personalidades dos mundos da física e das artes português, e no qual se debatia e tentava estreitar a relação, muitas vezes esquecida, entre a Física e a Arte (anexo 1l);

- Indisciplina- promoção da relação pedagógica (2005, Maia, Açores, trinta horas)

Ação de formação creditada, na qual se debateram, com a formação de grupos de discussão e apresentação de trabalhos em *powerpoint*, estratégias que mitigassem o problema da indisciplina e promovessem a relação pedagógica (anexo 1m);

- *Instructional orientation*- curso de preparação para a profissão docente nos Estados Unidos (2007, Raleigh, EUA, vinte horas no total)

Curso intensivo promovido pelo programa de recrutamento de professores internacionais VIF Program que consistiu em diversas comunicações, debates e *workshops* que tinham como objetivo preparar todos estes professores não só para o

universo do Ensino nos Estados Unidos, mas também para aspetos relacionados com a logística e a própria vida neste país ;

- *Collegial learning*- desenvolvimento profissional ministrado pelos pares (2007-2009, *Hartsville*, EUA, quarenta horas no total)

Ações de formação, de carácter quinzenal, promovidas pela escola e das quais fazem parte apenas os próprios professores que, rotativamente e num período letivo, podem promover uma determinada competência, abordar aspetos técnico-legais, ou partilhar uma boa prática ou ideia;

- *A.D.E.P.T. Induction Program*- curso introdutório às práticas educativas no condado de *Darlington*, na Carolina do Sul e conducente ao certificado de professor neste estado. Aprovado com mérito (2007-2009, *Hartsville* EUA, cinquenta horas no total)

Curso promovido pelo Distrito Escolar de *Darlington*, do qual a escola de *Hartsville* fazia parte e que consistia em sessões de carácter pós-laboral nas quais as melhores práticas escolares eram partilhadas com recurso a comunicações e *workshops*. No final do segundo ano, um relatório escrito e uma observação de aula eram necessários para se ter aproveitamento (anexo 1n);

- *South Carolina teacher certificate* (2009, *Hartsville*, EUA) (anexo 1f);
- *Qualified teacher status* (2010, *Grays*, Reino Unido) (anexo 1i) ;
- *Formação in situ* (2010-2015, *Braga*, 50 horas no total) - Ações de formação, de carácter mensal, promovidas pela escola e que nela têm, na maior parte das vezes, lugar, ministradas quer por elementos da direção quer por convidados exteriores à mesma, que têm como objetivo promover uma determinada competência, abordar aspetos técnico-administrativos, ou partilhar uma boa prática ou ideia.

#### 1.4– Projetos e outros desafios

Para além das atividades curriculares que desempenhei nos diversos locais por onde passei, houve momentos em que as condições se criaram para que outros projetos e desafios surgissem. Uma vez mais, pelo facto de ser a escola onde passei mais tempo até hoje, e por fazer parte da sua própria identidade, foi no CLIB que a maior parte deles viram a luz do dia. Ainda assim, no ano 2001/2002, foi proposto ao nosso núcleo de estágio escrevermos o manual de físico-química do sétimo ano, uma vez que a escola onde lecionava era piloto na introdução desta disciplina nesse ano e não havia, como se compreende, nenhum manual publicado. Este foi sendo desenvolvido à medida que o ano ia passando para que os alunos tivessem mais um apoio para além dos apontamentos das aulas.

Um dos desafios que o programa que me levou para os Estados Unidos propunha a todos os professores era que fossem embaixadores culturais dos respetivos países nas escolas onde ficassem colocados. Assim, durante os anos em que vivi em Hartsville, desenvolvi para a comunidade escolar e extraescolar, juntamente com colegas de outros países que também trabalhavam ou moravam nesta cidade, algumas atividades e encontros que tinham o objetivo de promover a interculturalidade dando, ao mesmo tempo, a conhecer o nosso país. Destes, destaco uma iniciativa proposta por mim e à qual aderiram professores de outras nacionalidades daquela escola, a saber, francesa, alemã, romena, mexicana e chilena, para além da norte americana, claro está, e que consistia em, num determinado dia do ano, criar uma minifeira em que elementos da cultura destes países estivessem presentes, tais como a música, folclore, trajos, arquitetura e culinária (nesta última, apenas os professores estavam convidados, devido à impossibilidade legal de estes oferecerem comida aos alunos). Esta minifeira teve lugar nos dois anos em que lá lecionei (anexo 1o)

Já no CLIB, de todas as iniciativas que desenvolvi, destaco aquelas que, por serem de carácter solidário ou humanitário, visaram apoiar aqueles que mais precisam, tais como a participação de toda a comunidade escolar, de variadas formas, numa iniciativa lançada pela delegação de Braga da Liga Portuguesa Contra o Cancro, denominada Um Dia Pela Vida, e que se destinava à angariação de fundos para esta

instituição (anexo 1p), e a participação que fui tendo na construção de habitações para os mais desfavorecidos, promovida pela *Habitat for Humanity*.

De cariz mais académico, tenho organizado nos últimos cinco anos, juntamente com o departamento de ciências da escola, a semana das ciências, na qual promovemos iniciativas ligadas à divulgação científica junto de todos os alunos (nomeadamente os mais novos) e seus familiares e amigos, com demonstrações, visitas de estudo e palestras com convidados de renome, culminando sempre no seu evento mais importante, a feira das ciências, onde todos os alunos da escola, trabalhando em pares, preparam uma experiência científica durante cerca de um mês para apresentá-la em público, perante os olhares atentos da comunidade escolar e extraescolar, bem como de alguns convidados do universo universitário que fazem, não raras vezes, de júri.

Em 2011/2012 propus-me trabalhar o tópico da energia de maneira diferente. Em parceria com os meus colegas de economia e geografia da escola, organizei os alunos em grupos de trabalho de forma a que pudessem dar resposta à questão: “Serão o crescimento económico e os recursos energéticos, à escala planetária, compatíveis?” Estava assim criada a pergunta chave que permitiu, nas duas semanas seguintes, uma aprendizagem baseada em projeto (*Project-based learning -PBL-* na versão inglesa) e que envolveu e motivou profundamente os alunos. Estes fizeram um levantamento geográfico extensivo de todos os recursos naturais existentes no planeta, bem como das tensões geopolíticas que daí advêm, exploraram os mecanismos e pressupostos subjacentes a todos os modelos de crescimento económico e, por fim, estimaram as taxas de crescimento (positivas e negativas) de um e de outro, chegando assim às suas conclusões, que foram apresentadas perante toda a escola. No âmbito geral, e por um lado, esta iniciativa permitiu que os alunos se munissem de um conjunto vasto de informações que, depois de devidamente tratadas, lhes permitiu confirmar a insustentabilidade do desperdício (energético e não só) a que as sociedades modernas estão sujeitas, bem como as gritantes assimetrias económicas existentes no mundo. Por outro, e apesar do meu pessimismo original (que nunca mostrei, para não enviesar os resultados), notei com surpresa que todos os grupos, embora não o tivessem de fazer, procuraram e encontraram soluções possíveis para este desafio, soluções estas

que passavam por projetos de desenvolvimento de alternativas renováveis que eu desconhecia de todo, estando alguns deles, neste momento, em desenvolvimento e outros, de muito maior envergadura, ainda no papel. Do ponto de vista pessoal, a confiança com que eles mostraram que o futuro poderia não ter de ser tão sombrio deixou-me marcas de reconforto que ainda hoje guardo.

Criei também, no ano letivo de 2012/2013 o clube de física, que se propôs juntar alunos que tivessem já adquirido um corpo sólido de conhecimentos a esta disciplina, para assim tentarem desenvolver projetos inovadores que, ao mesmo tempo, os motivassem ainda mais para esta área de saber. Foi assim que nasceu o *Project Shades*, que consistia num par de óculos escuros, aos quais foram acoplados dois sensores de infravermelhos ligados a um processador que analisava a distância a objetos sólidos e transmitia a sua posição através de bips, cuja cadência aumentava com a sua proximidade. Este produto destinava-se a ajudar cegos ou pessoas com grave deficiência visual a orientarem-se na rua, tendo os seus interesse e utilidade sido validados por elementos da ACAPO de Braga. Animados com estes pareceres, concorremos à edição desse ano do Concurso para Jovens Cientistas e Investigadores que culminou, na Mostra Nacional de Ciência, em Lisboa, com a atribuição do Prémio Especial de Engenharia (anexo 1r) e do Prémio Universidade do Porto (anexo 1q).

Fotografia 5: Project Shades na VII Mostra Nacional de Ciências, em Lisboa



Já este ano, com novos elementos, começámos a desenvolver outro projeto, este de cariz mais didático e ligado aos ramos da física pura e da programação, com o qual participei na edição deste ano do congresso internacional *Challenges* que decorreu na Universidade do Minho, e do qual fez parte um artigo, com revisão por pares, publicado no seu livro de atas.

Figura 2: Poster apresentado no colóquio Challenges 2015



## Newtonize this! — UM JOGO DE COMPUTADOR PARA AUXILIAR O ESTUDO DA MECÂNICA

Sérgio Soeiro Miranda - Departamento de Física da Universidade do Minho, soeiromiranda@gmail.com  
 António Mário Almeida - Departamento de Física da Universidade do Minho, coimbra@fisica.uminho.pt

**Resumo:** Apresenta-se um projeto que está a ser desenvolvido por alunos do 11.º ano de escolaridade no âmbito da disciplina de Física, e que consiste na criação de um jogo de computador que, pela aplicação das suas competências na área da programação, permite o aprofundamento dos conhecimentos adquiridos em física nos anos anteriores bem como proporcionar a estudantes mais jovens uma forma divertida e didática de aprender alguns dos conceitos com que vão ter de lidar no âmbito desta disciplina. Para progredir no jogo, concebido em forma de arcada, o utilizador tem de superar desafios que lhe são propostos, em forma de problemas de mecânica, que têm de ser resolvidos pela aplicação de conceitos e realização de cálculos elementares. A proposta deste projeto surgiu de um grupo de alunos do Clube de Física do colégio Luso-Internacional de Braga, no início do ano letivo 2014/2015 e, depois de uma fase inicial de testes, encontra-se agora em franca expansão.



Projecto desenvolvido pelos alunos: Paulo Santos, Pedro Santos, Carlos Gomes, Daniela Muon, Diogo Carvalho, Rafael Alexandre, Tomás Dias, Danny Franklin  
 Escola de Ciências da Universidade do Minho — www.ecum.uminho.pt | Colégio Luso-Internacional de Braga — www.clibr.pt

É este projeto que passarei a descrever na segunda parte deste relatório.

## CAPÍTULO 2 – NEWTONIZE THIS! – ENQUADRAMENTO PEDAGÓGICO DO PROJETO

### 2.1- Introdução

Nos anos mais recentes temos visto os modernos jogos de vídeo a utilizar avançadas ferramentas e motores 3D que permitem uma emulação muito fiel da realidade física. Estudos recentes sugerem que a abordagem necessária para se ter sucesso nestes jogos incorpora mecanismos de aprendizagem que se apoiam nas mais recentes investigações na área das Ciências da Aprendizagem (Shaffer, Squire, Halverson & Gee, 2005), e que a utilização de alguns destes jogos favorece o envolvimento dos alunos com a disciplina de física e aumenta a sua prestação académica (e.g. Pitman, 2013; Anderson & Barnett, 2010; Pérez, 2013; Shute, Ventura & Kim, 2013). Isto poderá ser explicado pelo facto de os jogos permitirem dar aos alunos um contexto sensorial e afetivo que alicerça os conhecimentos a serem adquiridos, e poderem ser usados para modelar experiências e situações que vão muito além do que aquelas que são tradicionalmente feitas na sala de aula (Gee, 2007).

Ao professor cabe o cuidado e a responsabilidade de estar atento a que na mente dos alunos não haja uma substituição do universo físico que se pretende estudar e conhecer pelo universo virtual do jogo e que este terá de ser sempre usado como uma analogia (Pitman, 2013, p.351). Por outro lado, os alunos terão de ter presente a todo o momento a intenção subjacente a esta abordagem de ensino, no sentido de perceberem que o objetivo continua a ser que eles aprendam física, ainda que para tal se estejam também a divertir (Anderson, 2010, p.36).

Uma das maiores ameaças deste tipo de instrumentos tecnológicos advém do carácter mágico que as tecnologias possam ter sobre as mentes dos seus utilizadores (Gross & Eisenberg, 2007). A maioria dos jogos podem apoiar os alunos no desenvolvimento de uma compreensão intuitiva da física envolvida, por exemplo, a fim de, eventualmente, ser capaz de "bater" o jogo, mas sem apoios estruturados específicos os jogadores não vão necessariamente aprender alguma coisa consciente ou explicitamente sobre a física num sentido formal (Clark, Nelson, Chang, Martinez-

Garza, Slack & D'Angelo, 2011), uma vez que tenderão a estabelecer generalizações *had-hoc* que, por serem erradas, poderão acabar por acentuar, e não atenuar, as diferenças entre a percepção que estes têm do universo físico e o universo físico em si (Gee, 2007). Cabe aos professores e aos programadores a tarefa de conceber desafios que preservem e enfatizem os valores da construção, do domínio e do controlo (Gross & Eisenberg, 2007).

*a. Público-alvo, perfil de jogador*

O universo no qual o jogo que aqui se apresenta, *Newtonize This!*, se desenrola e as suas personagens, de cariz ligeiro e humorístico, foram definidos tendo em conta que o público-alvo seja o dos jovens estudantes que iniciam os seus estudos de física. Cada aluno poderá utilizar o jogo como um complemento àquilo que vai aprendendo nas aulas ou, se assim o preferir, de uma forma completamente autónoma e anterior a esta aprendizagem, ficando, dessa maneira, com uma noção prévia dos conceitos envolvidos. Não se pretende que este jogo substitua a aprendizagem formal e rigorosa. Pretende-se, isso sim, conciliar o universo dos jogos de computador, ao qual tantos jovens dedicam muito do seu tempo livre, com o não menos fantástico mundo da física, através do qual o manual de instruções do universo nos é revelado.

A escolha de uma adolescente como personagem principal tenciona também alargar o perfil do jogador para o universo feminino, menos dado a jogos de vídeo (*cf.* Clark et al., 2011, p. 2187; Chou & Tsai, 2007; Heeter, Egidio, Mishra, Winn & Winn, 2009).

O jogo poderá também ser usado em ambiente de sala de aula, de várias maneiras: individual, com cada aluno num computador, ou coletiva, com um computador ligado a um projetor, e como introdução ou conclusão de um determinado tópico, pelo que também os professores de física são definidos como público-alvo.

*b. Objetivos*

O objetivo principal do projeto é criar uma ferramenta que, por um lado, motive alunos que agora começam os seus estudos na física a interessarem-se por esta

disciplina e, por outro, seja mais um suporte à disposição dos professores e alunos que permita um ensino e uma aprendizagem mais rica e significativa.

Uma vez que este jogo está a ser desenvolvido por alunos do 11<sup>º</sup> ano de escolaridade no âmbito do clube de física da escola onde leciono, tenho como objetivo secundário que estes, fruto da imersão a que estão sujeitos na conceção e elaboração do jogo, consolidem os conhecimentos adquiridos em anos anteriores e, ao mesmo tempo, participem numa aprendizagem holística de várias outras disciplinas e competências, tais como a computação, a colaboração e o trabalho em equipa, que os preparará como poucas outras coisas para um futuro onde estes se adivinham essenciais.

O objetivo do jogo em si é ajudar Newton a encontrar as suas notas científicas e, no processo, a recuperar a sua memória. Cada desafio encontrado corresponde a um tópico ou conceito da física relacionado com a mecânica.

Os desafios propostos são:

- 1- Deslocamento
- 2- Aceleração
- 3- Movimento circular
- 4- Forças e movimento
- 5- Energia e potência
- 6- Energia potencial gravítica / energia cinética
- 7- Pressão
- 8- Momento
- 9- Gravidade

## 2.2- Calendarização e recursos

O desenvolvimento deste jogo de computador adveio de uma proposta que apresentei aos meus alunos do Clube de Física do CLIB que, depois de por eles aceite, veio a ser incluída no projeto curricular de turma para o ano letivo 2014/15. Coube-me a supervisão do desenvolvimento do projeto, assegurando o cumprimento do calendário estabelecido, a execução atempada das tarefas distribuídas pelos alunos, o

apoio e a coordenação logística e, por fim, a avaliação da qualidade, da correção e do rigor científico dos desafios propostos para o jogo.

Depois de delineado, em traços largos, o tipo de jogo que seria desenvolvido e a forma como tal ia ser feito, foi discutida a sua calendarização, tendo em conta os exames a que os alunos se iriam submeter no decorrer do 3.º período.

#### *a. Calendarização*

##### *1.º período 2014/15*

Conceção geral do jogo: o que pretende alcançar e como o conseguir.

Levantamento dos conceitos a serem explorados: a cada aluno foi atribuído um tópico da mecânica para ser estudado sob diferentes perspetivas, no sentido de encontrar a melhor maneira de o introduzir no jogo.

Conceção de cada um dos desafios: cada aluno apresentou o desafio por si imaginado e, em conjunto, modificações e melhorias foram propostas, em função das limitações da própria física do jogo ou do alcance dos conhecimentos de programação dos alunos.

##### *2.º período 2014/15*

Programação do tutorial: aqui fez-se o teste definitivo que permitiu aferir que o jogo, da maneira como estava concebido, era viável.

Programação de dois dos desafios: dada a complexidade desta tarefa e do pouco tempo disponível, dada a carga horária na escola e o tempo dedicado ao estudo, apenas um dos dez desafios foi programado.

##### *3.º período 2014/15*

Programação dos restantes desafios: seria só depois de concluídos os exames, na primeira semana de junho, que alunos e professor coordenador voltariam a juntar-se para completar o projeto. No entanto, e por razões que foram completamente alheias a todas as pessoas nele envolvidas, tal não se veio a verificar.

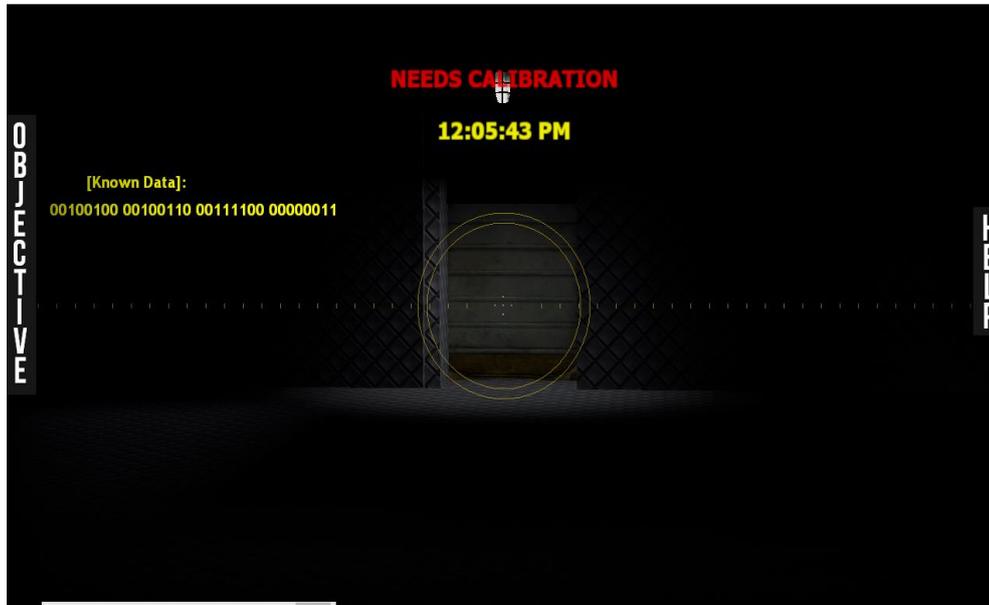
#### *b. Recursos*

O jogo é desenvolvido através da plataforma *Garry's Mod* que foi, por sua vez, desenvolvida através do motor gráfico e físico *Source Engine*, criado pela empresa



distância, que será então usada para estabelecer essa calibração. Perto do local onde encontra os óculos existe uma porta que se abre para um compartimento minúsculo, exatamente da altura da rapariga. Sabendo ela a sua própria altura, tem assim a informação necessária para calibrar os óculos, que a partir daí providenciam de imediato todas as distâncias indispensáveis para progredir no jogo.

Figura 4: Porta que permitirá calibrar os óculos para distâncias



Ao abrir uma outra porta que dá para um corredor comprido, os óculos incitam agora à sua calibração de velocidades. Usando a sua nova capacidade de medir distâncias e um relógio que dele faz parte, a personagem atravessa, a passo, este corredor. No fim deste, os óculos pedem para introduzir a velocidade a que se deslocou. Aqui, o jogador terá de dividir a distância pelo tempo, ambos medidos pelos óculos e introduzi-los corretamente, habilitando-os assim a determinar, a partir daí, qualquer velocidade. Nesta altura, uma nova porta abre-se, momento que vai corresponder ao fim do tutorial e ao começo, propriamente dito, do jogo. Ao atravessá-la, a rapariga cai diretamente em cima de um sujeito, causando-lhe amnésia, ao ponto de se esquecer da sua própria identidade, ao mesmo tempo que as folhas do seu caderno de anotações se espalham por todo o lado. Inicia-se, então, um diálogo de carácter irónico e humorístico, através do qual as apresentações entre os personagens

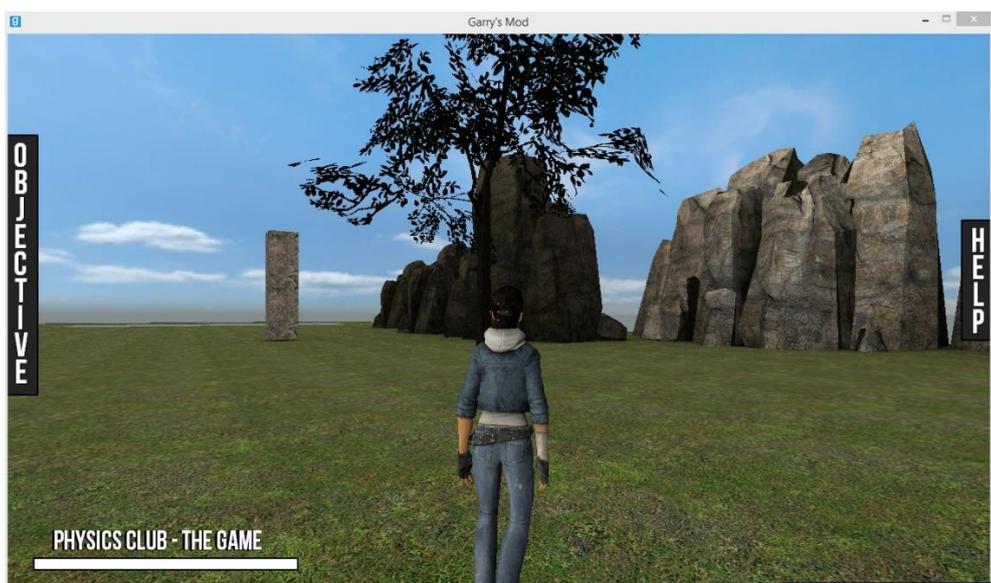
são feitas recorrendo ao único papel que restou perto deles, permitindo identificar Newton e a sua condição de físico.

Juntos, Newton e a rapariga vão procurar as outras folhas e ao longo dessa busca cruzar-se-ão com outros personagens que lhes vão dando pistas sobre o local onde as terão visto cair. Hook, Gal e Leo, Pascal e What? são alguns desses personagens que convocam os conceitos necessários à resolução dos desafios que se lhes apresentam e ainda permitem ilustrar as relações de Newton, nomeadamente os históricos e conhecidos conflitos pessoais com Hooke.

Em qualquer momento do jogo, e sempre que se verificarem situações de impasse ou maior dificuldade, é possível aceder a um menu de ajuda que indicará, não explicitamente, o caminho a seguir ou o tópico ou conceito a explorar fora do jogo.

Feita a descrição geral do jogo, bem como a abordagem pedagógica associada a este tipo de recursos, urge agora enquadrar tudo isto à luz de uma abordagem mais científica do ponto de vista da física. Nesse sentido, para cada desafio, começarei por descrever e analisar os conceitos e princípios que serão necessários saber e conjugar para prosseguir no jogo, e terminarei com todos os cálculos e procedimentos que lhes estão associados.

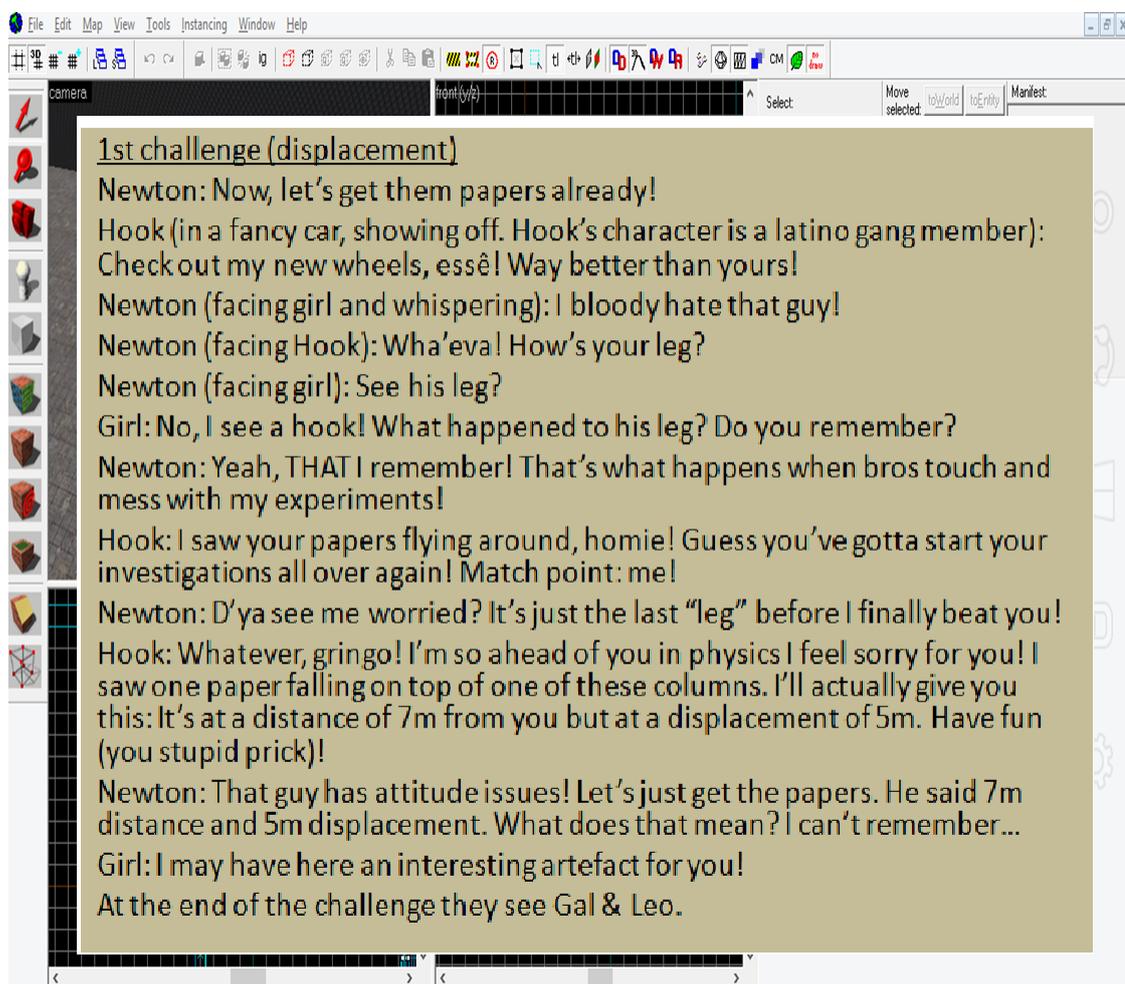
*Figura 5: Cenário do encontro entre a rapariga e Newton*



### 2.3.2- Deslocamento

No primeiro desafio, Newton e a rapariga cruzam-se com um personagem excêntrico, amputado de uma perna e com um gancho em vez dela, de seu nome Hook (gancho), o que sugere o trocadilho com o famoso cientista Robert Hooke, contemporâneo de Newton. A rivalidade histórica entre estes dois físicos é bem evidente no diálogo que se segue mas, apesar disso, Hook colabora com a demanda dos personagens do jogo, dando uma pista que urge interpretar e resolver.

Figura 6: Diálogo entre as personagens do jogo no primeiro desafio



Esta pista indica que um papel se encontra no topo de uma de cinco colunas, de diferentes alturas e que se encontram à sua frente, a uma distância total de sete metros mas a um deslocamento de 5 metros da sua posição. Esta informação, por si só, permite que o jogador se aperceba que estas duas grandezas não são iguais,

incitando-o a descobrir as diferenças. Usando os óculos para determinar a distância do local onde se encontram a cada uma das colunas, bem como as respectivas alturas, o jogador terá de seleccionar aquela que se encontra a quatro metros das personagens e que tem três metros de altura, o que perfaz uma distância total de sete metros e um deslocamento, medido com recurso ao teorema de Pitágoras, de cinco metros (este desafio corresponde a um triângulo de Pitágoras, com catetos e hipotenusa de três, quatro, e cinco unidades, respetivamente).

Ao fazer com que a rapariga coloque os óculos e apontando-os para cada uma das colunas, surgem imediatamente informações sobre a distância horizontal a que estas se encontram bem como as suas alturas. A distância total ao topo de cada coluna, calculada pela soma da distância horizontal,  $d$ , com a sua altura,  $h$ , permite calcular o deslocamento,  $r$ , medido pela linha reta da posição da rapariga até ao cimo da coluna, através da fórmula

$$r = \sqrt{d^2 + h^2}$$

A figura a seguir poderá ilustrar melhor o desafio:

Figura 7: Esquema transversal da posição da rapariga em relação a uma coluna

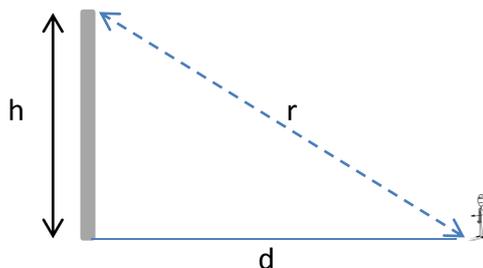


Tabela 3: Valores dados pelos óculos ( $d$  e  $h$ ) e valores calculados pelo jogador ( $r$ )

$d$ (m)	$h$ (m)	$r$ (m)
5	1	5,10
4	1	4,12
3	2	3,65
5	5	7,07
4	3	5,00

Uma caixa de diálogo surgirá então onde o jogador terá de identificar a coluna correta pela sua cor (cada coluna tem uma cor diferente). Para prevenir que a superação do desafio se faça pelo método de tentativa-erro, de cada vez que uma resposta errada é dada as colunas são reordenadas aleatoriamente. (e com cores diferentes).

### 2.3.3- Aceleração

Findo o primeiro desafio, as personagens encontram duas outras, Gal & Leo (Galileu) que, depois de uma conversa infrutífera acerca do centro do Universo, acabam por dizer que um segundo papel caiu por detrás de um muro, que terá de ser derrubado com recurso a um automóvel que ali se encontra. No entanto, este terá de embater no muro com velocidade suficiente para o derrubar, mas não demasiada, uma vez por detrás dele existe também uma perigosa falésia entre duas montanhas. Acrescentam, mais especificamente, que a aceleração que deverão imprimir ao automóvel é de 3 metros por segundo por segundo. Assim que entram no carro, um comando convida-os a introduzirem o tempo de viagem até embaterem no muro. A complexidade deste desafio envolve, por parte do jogador, o uso não só do conceito de aceleração enquanto taxa de variação da velocidade, mas também de uma das equações para o movimento uniformemente acelerado. Depois de usados os óculos para determinar a distância do carro ao muro o jogador terá, numa primeira instância, de usar de todas as informações de que dispõe para determinar a velocidade de embate para, logo de seguida, calcular o tempo de viagem que, depois de corretamente introduzido no carro, permitirá superar o desafio.

A única informação que as personagens dão ao jogador é a aceleração,  $a$ , presumivelmente constante, que deverão imprimir ao carro. No entanto, o comando do carro pede-lhes para introduzirem um tempo,  $t$ , de viagem até ao muro. Assim, o jogador terá de usar os óculos para determinar a distância,  $s$ , ao muro, que se revela ser de 150m, para depois calcular a velocidade de embate,  $v$ , através da expressão

$$v^2 = u^2 + 2 \cdot a \cdot s .$$

Uma vez que a velocidade inicial,  $u$ , é 0 (o carro encontra-se inicialmente parado), vem que

$$v = \sqrt{0^2 + 2 \times 3 \times 150} = \sqrt{900} = 30 \text{ ms}^{-1} .$$

Sabendo agora a velocidade de embate,  $v$ , poder-se-á calcular o tempo de viagem,  $t$ , rearranjando a equação da aceleração,  $a$  (para movimento uniformemente acelerado)

$$a = \frac{v - u}{t} \Leftrightarrow t = \frac{v - u}{a} \Leftrightarrow t = \frac{30 - 0}{3} \Leftrightarrow t = 10 \text{ s}$$

### 2.3.4- Movimento circular

Continuando o seu percurso por um caminho adjacente à falésia, as personagens reparam que a distância entre as duas montanhas se vai tornando mais estreita, sendo que aquela que se encontra do lado de lá é ligeiramente mais baixa. Veem então uma plataforma circular que gira, suspensa no ar (afinal, trata-se de um sonho), e que terá de ser usada para estes passarem para o outro lado e acederem a outro papel, que entretanto avistam. Este desafio, ainda que mais simples e de execução mais rápida, destina-se a que o jogador se aperceba do facto de o vetor velocidade ser sempre tangente à trajetória. Uma vez que, para acederem à plataforma circular, os personagens terão de passar pelo único ponto de contacto entre esta e o lado da falésia onde se encontram, o senso comum ditaria que o ponto diametralmente oposto a este seria aquele que o jogador teria de escolher para fazer as personagens sair da plataforma para cair, em segurança, do outro lado da falésia. No entanto, ao fazê-lo, o jogador reparará que as personagens serão lançadas numa direção tangencial a este círculo, precipitando-se falésia abaixo. Usando esta informação, o jogador terá de, contraintuitivamente, fazer com que os personagens saiam da plataforma exatamente a meio da falésia, sendo assim lançados na direção desejada, colecionando mais uma folha do caderno de notas de Newton e superando o desafio.

Este desafio é mais eficazmente perceptível recorrendo às seguintes figuras:

Figura 8: Vista vertical do desafio. A altura da falésia 1 e plataforma é superior à altura da falésia 2

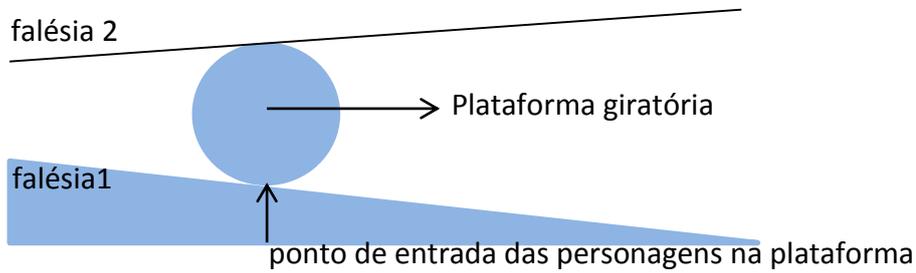


Figura 9: Tentando sair na posição diametralmente oposta à posição de entrada, as personagens serão lançadas para o fundo da falésia

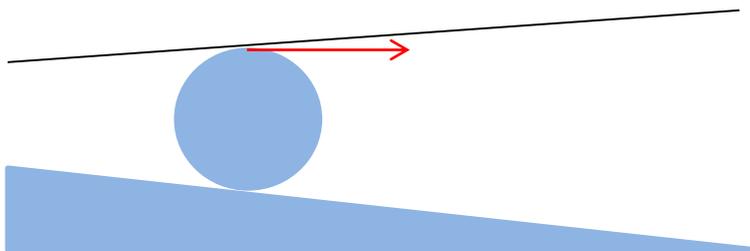
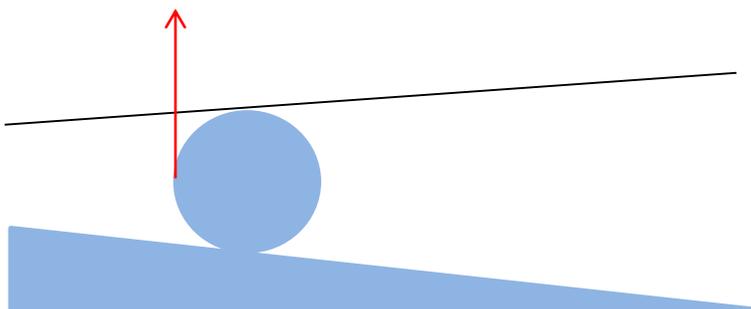


Figura 10: Contrainstintivamente, o jogador terá de fazer sair as personagens da plataforma entre as duas falésias, para assim aterrarem na falésia 2



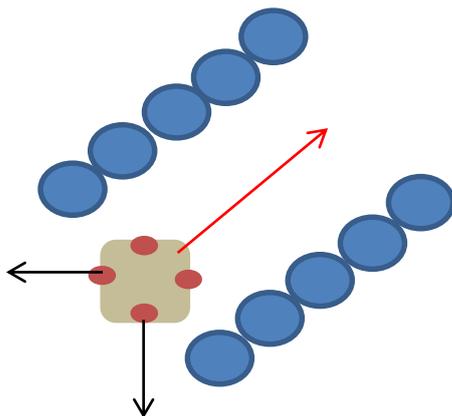
### 2.3.5- Forças e movimento

Seguindo o seu percurso, as personagens culminam num rio, ladeado por rochas, que terá de ser percorrido recorrendo a um veículo movido por quatro propulsores (à frente, atrás e dos lados), que ali se encontra, construído por Newton. Desta vez, será

a rapariga a conduzi-lo, o que leva Newton a rogar-lhe para que tenha cuidado para não bater nas rochas e arruinar-lhe a pintura. Cada propulsor é ativado com a correspondente tecla no cursor do teclado (tecla para baixo ativa o propulsor traseiro, tecla para a esquerda o propulsor esquerdo, etc.), no entanto, o resultado é que o veículo se move no sentido contrário, fazendo com que o jogador ganhe uma noção empírica da lei de ação-reação. No final do percurso, o veículo terá de ser estacionado numa plataforma um pouco periclitante, que suporta uma massa máxima de novecentos e cinquenta quilogramas. As personagens encontram, contudo, apenas a informação relativa à força produzida por cada um dos propulsores. Recorrendo à capacidade de os óculos medirem velocidades e tempos, o jogador terá de determinar a aceleração a que o veículo está sujeito sob a ação de um propulsor. Seguidamente, terá de usar a segunda lei de Newton para poder determinar a massa do veículo com eles dentro e terá, por fim, de deduzir que, tendo em conta as massas totais das personagens, a plataforma aguenta o peso do veículo. À saída, encontram mais uma das folhas que procuram.

A figura seguinte ilustra a primeira parte do desafio:

*Figura 11: A ativação dos propulsores traseiro e esquerdo (a preto) terá como resultado o movimento do veículo na direção desejada (a vermelho).*



Sendo contraintuitiva, a habituação a este tipo de locomoção requer alguma prática, medida pelo número de vezes que o jogador terá de recomeçar de novo, devido aos estragos na pintura provocados pelos inadvertidos embates nas rochas. Na segunda parte do desafio o jogador terá de estacionar o veículo numa plataforma que

suporta uma carga máxima de 1000 kg. No entanto, a única informação de que dispõe é a força,  $F$ , debitada por cada um dos propulsores (2000 N). O uso da segunda lei de Newton,  $F = m \cdot a$ , permitirá determinar a massa do conjunto veículo + personagens,  $m_{TOTAL}$ , havendo, para tal, a necessidade de determinar, primeiramente, a aceleração,  $a$ , provocada por um propulsor. Utilizando a faculdade de que os óculos dispõem para medir velocidades e tempos, o jogador poderá acelerar o veículo, em linha reta, numa determinada direção e medir a sua velocidade,  $v$ , após um tempo arbitrário,  $t$ . Partindo do repouso, a aceleração,  $a$ , será, uma vez mais, calculada recorrendo à expressão

$$a = \frac{v - u}{t}$$

Qualquer que seja o valor de  $v$  (e de  $t$ ) usados, a aceleração calculada terá sempre o valor de  $2 \text{ ms}^{-2}$ . Rearranjando agora a segunda lei de Newton poder-se-á calcular agora a massa total:

$$m_{Total} = \frac{F}{a} = \frac{2000}{2} = 1000 \text{ kg}$$

### 2.3.6- Energia e potência

Estacionado o veículo, a rapariga e Newton veem-se agora no sopé de um penhasco que terão de subir usando um velho elevador que lá se encontra, que está meio avariado, estando ao seu lado um sinal que indica a sua massa de duzentos quilogramas, que trabalha apenas a uma potência de cinquenta quilowatt, e onde se pode também ler uma nota escrita à mão que diz: “*Gee, it’s 10!*”. No entanto, no seu interior existe apenas um comando que permite introduzir o tempo que se pretende que ele demore a chegar lá a cima. O jogador é levado assim a descobrir que este é o tempo existente na relação entre potência e trabalho, sendo que esta última grandeza é aquela que ele terá de determinar. Para isso acontecer, o jogo sugerir-lhe-á que estime a massa conjunta das personagens como sendo de cem quilogramas, valor que terá de ser usado com a massa do elevador, a altura do penhasco, medido com os óculos, e o valor da aceleração da gravidade, sugerido pela expressão “*Gee, it’s 10!*”, para determinar o trabalho necessário para fazer subir o elevador com as personagens

lá dentro. Será então imediato determinar o tempo de operação da máquina. Lá em cima, e ainda antes de saírem, encontram dentro do elevador mais uma página.

Este desafio leva, então, o jogador a explorar a relação entre potência,  $P$ , e trabalho,  $W$ , dada por

$$P = \frac{W}{t}$$

na qual  $t$  é o tempo em que o trabalho está a ser efetuado e também o valor que ele terá de introduzir no elevador. Uma vez que o valor de  $P$  já é sabido ( $P = 50\text{kJ} = 50000\text{J}$ ), urge então determinar o trabalho, dado por

$$W = m \cdot g \cdot h$$

Onde  $m$  é a massa do conjunto elevador + personagens, que facilmente se calcula como sendo de 300kg (200kg do elevador mais 100kg das personagens- valor estimado pelo próprio jogo),  $g$  é a aceleração da gravidade, de  $10\text{ ms}^{-2}$ , sugerida pela informação "Gee, it's 10!", e  $h$  é a altura do penhasco, medido com recurso aos óculos e de valor 100 m. Assim,  $W = 300 \times 10 \times 100 = 300000\text{J} = 300\text{ kJ}$ . Volta-se, assim, ao início, onde a expressão  $P = \frac{W}{t}$  é rearranjada na forma

$$t = \frac{W}{P} = \frac{300}{50} = 6\text{ s}$$

### 2.3.7- Energia cinética e energia potencial gravítica

Ao saírem do elevador, tomam contacto com uma nova personagem, de seu nome What?, o que sugere o famoso aperfeiçoador da máquina a vapor James Watt. Este revela-lhes que atou mais uma das páginas do caderno de Newton a uma pedra de um quilograma de massa e atirou-a para o fundo do penhasco, tendo aterrado em cima de uma prancha de madeira caída sobre uma rocha pontiaguda, permitindo isto que o sistema possa funcionar como um balancé. Munidos apenas de uma outra rocha de três quilogramas e de uma escada pregada à face do penhasco que não chega, no entanto, completamente lá abaixo, o jogador terá de usar os conhecimentos que tem da lei de conservação de energia mecânica para, em primeiro lugar, calcular a energia necessária a trazer de volta a pedra com o papel acima do penhasco para, de seguida,

calcular a altura a que deverá largar a segunda pedra. Neste processo, uma caixa de diálogo aparece no jogo, dizendo ao jogador que este terá de assumir que a toda a energia cinética antes do impacto da primeira pedra num dos braços do balancé é transmitida à segunda pedra pelo outro braço, e que o deslocamento de ambas as pedras não tem nenhuma componente paralela ao solo (ocorre, sempre, na vertical).

Num primeiro momento, o jogador poderá sentir-se tentado a deixar cair a pedra de massa  $m_1 = 3\text{kg}$  sobre o balancé, mas verá imediatamente que esta energia é demasiada para fazer subir a outra, de massa  $m_2 = 1\text{kg}$ , exatamente à sua altura. Isto sugerir-lhe-á que a energia mecânica é conservada, pelo que terá de usar as fórmulas que permitem calcular a energia cinética,  $E_c$ , e a energia potencial gravítica,  $E_{pg}$ , bem como a relação entre elas dada pela conservação da energia mecânica. Assim, calcular-se-á, em primeiro lugar, a energia potencial gravítica da primeira rocha,  $E_{pg_1}$ , no topo do penhasco de altura  $h$  de 100 m, medida pelos óculos:

$$E_{pg_1} = m \cdot g \cdot h = 3 \times 10 \times 100 = 3000 \text{ J}$$

À medida que a pedra cai, esta energia ir-se-á convertendo em energia cinética, tendo esta exatamente aquele valor no momento do contacto com a prancha de madeira que faz o balancé (a altura  $h$  seria, nessa altura, considerada nula). Toda esta energia seria então transferida para a segunda rocha, que por ser mais leve viajaria a uma altura dada por

$$h = \frac{E_{pg_1}}{m \cdot g} = \frac{3000}{1 \times 10} = 300 \text{ m}$$

bem superior à do penhasco de apenas 100m. O jogador terá, então, de usar esta última para determinar a altura a que a primeira rocha terá de ser largada:

$$\begin{aligned} E_{pg_1} = E_{pg_2} &\Leftrightarrow m_1 \cdot g \cdot h_1 = m_2 \cdot g \cdot h_2 \Leftrightarrow 3 \times 10 \times h_1 = 1 \times 10 \times 100 \Leftrightarrow h_1 \\ &= \frac{100}{3} = 33 \text{ m} \end{aligned}$$

O jogador terá, portanto, de descer pelas escadas adjacentes ao penhasco  $100 - 33 = 67\text{m}$  para aí largar a sua pedra de forma a que Newton, ainda em cima do penhasco, a apanhe.

### 2.3.8- Pressão

Seguindo o seu caminho, a rapariga e Newton acabam por encontrar uma outra personagem, com sotaque francês, que se autodenomina *Pascal, le magnifique*. A conversa que se estabelece é de tal maneira irritante, que os dois se veem obrigados a fugir, sendo perseguidos pelo francês. Deparam-se, então, com um conjunto de plataformas de diferentes tamanhos estando, à frente de cada, uma placa que indica o valor exato de pressão a que podem ser submetidas sem se autodestruírem. Aqui, o jogador, já sabendo a massa das personagens e o valor da aceleração da gravidade, terá de usar os óculos para medir o comprimento e largura de cada uma das plataformas e assim as suas áreas, que poderão de seguida ser usadas para calcular a pressão a que serão submetidas pelos respetivos pesos, permitindo isto escolher a única que os suportará.

Há, então, cinco plataformas de diferentes tamanhos, à frente das quais uma tabuleta indica os valores exatos da pressão,  $P$ , a que poderão ser submetidas. O quadro seguinte sumariza a informação relevante:

Tabela 4: Dados providenciados pelo jogo

Plataforma	Pressão exata a que poderá ser submetida (Pa)	Dimensões (m)
1	1000	1 x 2
2	0,5	2 x 2
3	250	4 x 1
4	500	1 x 1
5	900	3 x 3

Sabendo o peso,  $Fg$ , a que as plataformas estarão sujeitas como sendo de

$$Fg = m \cdot g = 100 \times 10 = 1000 \text{ N}$$

O jogador poderá calcular a pressão a que cada plataforma estaria sujeita, usando para tal a fórmula

$$P = \frac{F}{A}$$

Onde  $A$  é a área da plataforma. Poder-se-á, então, completar o quadro anterior:

*Tabela 5: Valores calculados em função dos dados*

Plataforma	Área ( $m^2$ )	Pressão ( $Pa$ )
1	2	500
2	4	250
3	4	250
4	1	1000
5	9	111

Isto permite concluir que a plataforma 3 será a adequada. Uma vez mais, para prevenir o recurso ao método de tentativa-erro, de cada vez que o jogador erra as dimensões das plataformas e respetivos valores de pressão, as informações dispostas nas tabuletas variarão, salvaguardando a existência de uma delas que se adegue à superação do desafio.

### 2.3.9- Momento

Levados pela adrenalina do momento, a rapariga e Newton continuam a correr, acabando por ficar, no mesmo caminho, separados por uma divisória central intransponível. À sua frente encontra-se uma plataforma larga, apoiada por um único suporte longitudinal, que assim se torna no seu eixo de rotação. Para prosseguir, as personagens terão de atravessar esta plataforma, o que convocará os conhecimentos do jogador sobre momentos e equilíbrio. Sabendo a massa de Newton e usando os óculos para medir a distância ao eixo a que este se propõe andar sobre a plataforma, o jogador terá de usar informações anteriores do jogo para calcular a massa da rapariga, bem como a lei que determina as condições de equilíbrio para saber exatamente a que distância do eixo da plataforma esta se deve movimentar.

Em conversa com Newton, a rapariga vem a saber que a sua (de Newton) massa,  $m_1$ , é de 75 kg. Isto permite determinar a sua própria massa,  $m_2$ , como sendo de 25 kg, uma vez que resulta da subtração da massa deles dois (100 kg, dada em desafios

anteriores) por 75. Esta informação é importante para o jogador saber onde posicionar a rapariga em relação ao eixo de rotação da placa, uma vez que terá de usar a lei que estabelece a condição de equilíbrio de um sistema, a qual dita que, para se manter em equilíbrio, a soma dos momentos numa determinada direção de rotação terá de ser oposta à soma dos momentos na direção oposta. Havendo apenas um momento em cada direção, causado pelo peso de cada uma das personagens, o jogador terá de usar primeiramente os óculos para medir a distância de Newton ao eixo de rotação,  $d_1$ , que é de 1,5m. Sendo o seu peso 750N ( $F_{g1} = 75 \times 10$ ) vem que o momento causado por si é

$$M_{F_{g1}} = F_{g1} \times d_1 = 750 \times 1,5 = 1125 \text{ N} \cdot \text{m}$$

Para não caírem ambos, este terá de ser também o momento causado pelo peso da rapariga, que por ser mais baixo resultará numa distância ao eixo maior:

$$M_{F_{g1}} = M_{F_{g2}} \Leftrightarrow 1125 = F_{g2} \times d_2 \Leftrightarrow 1125 = 25 \times 10 \times d_2 \Leftrightarrow d_2 = \frac{1125}{250} = 4,5 \text{ m}$$

A rapariga dever-se-á, então, deslocar pela placa sincronizadamente com Newton a uma distância de 4,5 m do seu eixo de rotação (ou a uma distância de 6 m de Newton).

### 2.3.10- Gravidade

No desafio final, os protagonistas veem-se perante um gigantesco portão que se abre com um som celestial, e para além do qual só se encontra um vazio provocado por uma ravina muito mais alta do que todas as outras no jogo e uma placa onde se lê “ $g=10\text{m/s}^2$ ”. Não havendo mais nenhum sítio para onde ir, a rapariga acaba por colocar os óculos, que lhe pedem para inserir um novo valor para  $g$ . Através de várias tentativas, o jogador aperceber-se-á que a este valor corresponde a aceleração a que todos os corpos estão sujeitos. Este desafio chama a si a importância da atribuição do sinal numa grandeza vetorial, uma vez que escolhendo um valor negativo para a aceleração da gravidade, a rapariga começará a cair na direção do céu, coincidindo isto com o momento em que acorda, mesmo a tempo de completar corretamente o seu teste de física.

### 2.3.11- Notas finais

À medida que o jogo avança, e de cada vez que um desafio é superado e mais um dos papéis de Newton é recuperado, uma caixa de diálogo abre-se e um conjunto de definições, princípios e relações físicas relativas ao tópico abordado por esse desafio são apresentadas para referência futura. Pretende-se com isso que o próprio jogo vá providenciando, ele mesmo, os dados fundamentais a cada ramo da mecânica tratado, tornando-o assim ainda mais abrangente e útil enquanto material de estudo. Os papéis em si assumem também o papel de insígnias digitais (*badges*), sendo este sistema de recompensa um elemento presente na maioria dos jogos de computador e que permite, de uma forma simples, reconhecer e identificar os feitos do jogador à medida que avança no jogo. Outro aspeto relevante da estrutura do jogo é o facto do seu denominador comum ser o par de óculos que permite medir as grandezas fundamentais da física, tais como a distância e o tempo (e velocidade, é certo, se bem que esta aptidão seja pouco utilizada), e sem os quais é impossível progredir. Isto permite criar no jogador / estudante a noção de que todas as grandezas físicas, por mais intrincadas que sejam, têm como base um conjunto muito restrito de grandezas fundamentais. Por fim, a diversidade de desafios propostos e os diferentes ambientes onde eles se inserem têm como função mostrar que esta ciência não só não é obscura, como muitas vezes é tratada, mas faz parte integrante do nosso quotidiano e é fundamental para uma compreensão mais completa e avisada do mundo em que vivemos.

### 2.4- Futuro

Para os alunos envolvidos, este projeto tem ajudado a consolidar os conhecimentos previamente adquiridos, permitindo-lhes ganhar confiança e destreza na sua aplicação e garantir as condições necessárias à extensão da sua compreensão para o nível de complexidade que é expectável no 11.º ano. No entanto, e devido a fatores que foram completamente externos a todos envolvidos neste projeto, não nos foi possível fazer os desenvolvimentos que estavam calendarizados para o fim de

Junho, pelo que a conclusão do jogo teve de ser adiada para o ano letivo de 2015/2016.

Quando estiver concluído, este jogo abordará os dez diferentes tópicos da mecânica mencionados acima. Contudo, a porta que se abre é grande o suficiente para deixar entrar virtualmente todos os campos da física e, em cada campo ou tópico, um sem número de diferentes desafios, que poderão ser acrescentados regularmente.

Pretende-se também estender a colaboração a toda a comunidade *on-line*, solicitando para isso alunos e professores de todo o mundo que se mostrem suficientemente interessados e aptos para emprestarem os seus conhecimentos, competências e ideias para um projeto que se quer tão inclusivo quanto possível.

Ainda há um longo caminho a percorrer, nomeadamente oito desafios para programar, a criação de cenas de ligação entre desafios *cut-scenes*, a dobragem dos diálogos entre as personagens, pequenas falhas a corrigir e pormenores a melhorar. Assim que o jogo esteja com um nível de completude e qualidade que seja reconhecido por todas as pessoas envolvidas, ficará disponível na plataforma *Garry's Mod*, onde também se tencionam colocar ligações para o *facebook*, *twitter* e outras redes sociais, bem como a opção de deixar comentários e sugestões de melhoramento. Tudo isto, a que acresce, obviamente, o número de utilizadores que descarregam o jogo, permitirá aferir, em tempo real, do impacto que este poderá vir a ter. Em função desta recetividade, pondera-se também estabelecer contactos com pessoas e entidades ligadas às áreas da programação de jogos de computador e dos jogos sérios (*serious games*), no sentido de darem um parecer mais profissional e objetivo sobre todo o projeto e, se for caso disso, apoiarem-no de forma a ganhar novas asas e ambições.

## 2.5- O que aprendi

Regra geral, raras são as vezes que nos predispomos a avaliar de forma rigorosa e abrangente o nosso percurso profissional. Muitos são aqueles, aliás, que o evitam fazer, dada a escala temporal e o esforço de memória necessário para compilar cronologicamente eventos e situações que, muitas vezes, pareciam para sempre remetidos para uma página obscura do nosso catálogo de lembranças, e o desgaste emocional que esta empresa sempre provoca, ao fazer reviver sensações que foram marcantes, pelos mais variados motivos, nas nossas vidas, e que contribuíram, para o bem ou para o mal, para definir o que somos hoje enquanto profissionais e indivíduos. No entanto, estes momentos de introspeção são de uma importância indiscutível, na medida em que nos obriga a fazer uma avaliação séria de tudo aquilo que fizemos e a pôr em perspectiva aquilo que ainda queremos fazer. Eles não acontecem, para a maioria das pessoas (nas quais eu me incluo), sem uma causa externa forte. Fica, portanto, a nota neste relatório daquilo a que ele próprio me obrigou nestes últimos meses. E ainda bem que assim foi, dado que o projeto que aqui descrevo se encontra ainda a meio, e esse facto permite-me olhar agora para ele com uma propriedade e um sentido holístico de que não dispunha quando foi iniciado.

Vejo-o, então, como a consequência de um percurso que começou com grandes incertezas, medos e, algumas vezes, desinteresse e afastamento pela profissão que tinha escolhido desempenhar, e foi evoluindo até chegar a um momento em que não distingo mais a profissão daquilo que, eu próprio, sou. Nele se cristaliza, de certa maneira, tudo o que aprendi entretanto: a Física e o prazer que tenho em ensiná-la, o humor e boa disposição como elemento fundamental para qualquer aprendizagem, os jogos de computador e a cumplicidade que é necessário estabelecer com os alunos. É, no entanto, no facto de este não ser um projeto meu, mas um projeto meu e dos meus alunos, que eu atribuo toda a sua importância, na medida em que todo ele é fruto de uma relação pedagógica ímpar que mantenho com cada um deles, relação esta que aprendi a estabelecer ao longo dos últimos catorze anos e que me é, agora, natural e, até identificativa. Sei hoje que este é um (o?) fator diferenciador dos bons e dos maus professores. Aprendi-o às minhas custas e não sem algum sofrimento.

Foi, não tenho hoje a menor dúvida, a minha maior lição.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Anderson, J., Barnett, M. Using videogames to support pre-service elementary teachers learning of basic physics principles. Acedido em 5/3/2015, em [http://soe.unc.edu/fac\\_research/publications/presentations/Anderson\\_Video\\_Games\\_PreService\\_NARST.pdf](http://soe.unc.edu/fac_research/publications/presentations/Anderson_Video_Games_PreService_NARST.pdf)
- Clark, D. B., Nelson, B. C., Chang, H-Y., Martinez-Garza, M., Slack, K., D'Angelo, C. M. (2011). Exploring Newtonian mechanics in a conceptually-integrated digital game: Comparison of learning and affective outcomes for students in Taiwan and the United States. *Computers & Education*, 57, 2178–2195.
- Chou, C., Tsai, M-J (2007). Gender differences in Taiwan high school students' computer game playing. *Computers in Human Behavior*, 23, 812–824.
- Gee, J. P. (2007). Bons Videojogos + Boa Aprendizagem. *Edições Pedagogo*
- Gross, M. D., Eisenberg, M. (2007). Why Toys Shouldn't Work "Like Magic": Children's Technology and the Values of Construction and Control. *Digital Game and Intelligent Toy Enhanced Learning, 2007. DIGITEL '07. The First IEEE International Workshop on, pp 25-32, Jhongli City, Taiwan.*
- Heeter, C., Egidio, R., Mishra, P., Winn, B., Winn, J. (2009). Alien Games – Do Girls Prefer Games Designed by Girls? *Games and Culture*, 4(1), 74-100.
- Pérez, F. Q. (2013). Aplicación de minijuegos en Física y Química de Bachillerato. *Historia y Comunicación Social, Vol. 18. Nº Esp. Octubre*, 411-420.
- Pittman, C. (2013). Teaching with Portals: the intersection of video games and physics education. *Learnig landscapes*, 6(2), 341-360.
- Shaffer, D. W., Squire, K. D., Halverson, R., & Gee, J. P. (2005). Video games and the future of learning. *Phi Delta Kappan*, 87 (2), 105-111
- Shute, V. J., Ventura, M., Kim Y. (2013). Assessment and Learning of Qualitative Physics in Newton's Playground. *The Journal of Educational Research*, 106, 423–430.
- Anderson, L. W., Krathwohl, D. R. (2001). A Taxonomy for Learning, Teaching, and Assessing: A Revision of Bloom's Taxonomy of Educational Objectives. Allyn & Bacon. Boston, MA



## ANEXOS



# Anexo 1

## DIPLOMAS E CERTIFICADOS

### Anexo 1 a) Certificado de Licenciatura



Carla Isabel Pereira Lavrador, Directora dos Serviços Académicos da Universidade do Minho, certifica, em face do arquivo respectivo, que SÉRGIO EMANUEL NAVEGA SOEIRO BOTELHO DE MIRANDA, natural da freguesia de São João de Souto, concelho de Braga, distrito de Braga, filho de Virgílio Emanuel Botelho de Miranda e de Maria de Fátima Navega de Barros Soeiro Botelho Miranda, obteve as classificações abaixo indicadas, nas disciplinas que constituem a LICENCIATURA EM ENSINO DE FÍSICA E QUÍMICA.

#### Primeiro ano:

- Em 1996/1997, FÍSICA GERAL I (INTRODUÇÃO À FÍSICA DA MATÉRIA E MECÂNICA), anual, com 13 (treze) valores.....
- Em 1996/1997, HISTÓRIA E FILOSOFIA DA EDUCAÇÃO, anual, com 14 (catorze) valores.....
- Em 1996/1997, MÉTODOS EM QUÍMICA ORGÂNICA, semestral, com 13 (treze) valores.....
- Em 1996/1997, ÁLGEBRA LINEAR E GEOMETRIA ANALÍTICA, semestral, com 16 (dezasseis) valores.....
- Em 1996/1997, INTRODUÇÃO À QUÍMICA-FÍSICA, semestral, com 10 (dez) valores.....
- Em 1996/1997, REACÇÕES QUÍMICAS, semestral, com 10 (dez) valores.....
- Em 1996/1997, INTRODUÇÃO À PROGRAMAÇÃO, semestral, com 14 (catorze) valores.....
- Em 2003/2004, ANÁLISE MATEMÁTICA I, semestral, com 17 (dezassete) valores.....
- Em 2003/2004, ANÁLISE MATEMÁTICA II, semestral, com 14 (catorze) valores.....

#### Segundo ano:

- Em 1997/1998, PRÁTICA PEDAGÓGICA I - ANÁLISE DA RELAÇÃO PEDAGÓGICA, anual, com 17 (dezassete) valores.....
- Em 1997/1998, PSICOLOGIA DO DESENVOLVIMENTO, anual, com 15 (quinze) valores.....
- Em 1997/1998, COMPLEMENTOS DE ANÁLISE MATEMÁTICA, semestral, com 11 (onze) valores.....
- Em 1997/1998, QUÍMICA-FÍSICA, semestral, com 15 (quinze) valores.....
- Em 1997/1998, MÉTODOS ESTATÍSTICOS, semestral, com 10 (dez) valores.....
- Em 1998/1999, FUNÇÕES QUÍMICAS E MOLÉCULAS, anual, com 13 (treze) valores.....
- Em 1998/1999, QUÍMICA DAS SOLUÇÕES, semestral, com 10 (dez) valores.....
- Em 2000/2001, FÍSICA GERAL III, semestral, com 10 (dez) valores.....
- Em 2000/2001, FÍSICA GERAL IV, semestral, com 10 (dez) valores.....

#### Terceiro ano:

- Em 1998/1999, PRÁTICA PEDAGÓGICA II - TECNOLOGIA EDUCATIVA, anual, com 16 (dezasseis) valores.....
- Em 1998/1999, DESENVOLVIMENTO CURRICULAR E MODELOS DE ENSINO, anual, com 12 (doze) valores.....
- Em 1998/1999, QUÍMICA SINTÉTICA, semestral, com 12 (doze) valores.....
- Em 1998/1999, QUÍMICA INORGÂNICA, semestral, com 13 (treze) valores.....
- Em 1998/1999, SOCIOLOGIA DA EDUCAÇÃO, semestral, com 14 (catorze) valores.....
- Em 1998/1999, FÍSICA ATÓMICA E NUCLEAR, semestral, com 14 (catorze) valores.....
- Em 1998/1999, ELECTRÓNICA, semestral, com 11 (onze) valores.....
- Em 1999/2000, MECÂNICA QUÂNTICA, semestral, com 12 (doze) valores.....
- Em 1999/2000, QUÍMICA ANALÍTICA I, semestral, com 12 (doze) valores.....

#### Quarto ano:

- Em 1999/2000, METODOLOGIA DO ENSINO DA FÍSICA E QUÍMICA, anual, com 10 (dez) valores.....
- Em 1999/2000, ÓPTICA E RADIAÇÃO, semestral, com 10 (dez) valores.....
- Em 1999/2000, OPÇÃO I - ELECTROQUÍMICA, semestral, com 11 (onze) valores.....
- Em 1999/2000, OPÇÃO III - TÓPICOS DE BIOPHÍSICA, semestral, com 10 (dez) valores.....
- Em 1999/2000, OPÇÃO IV - HISTÓRIA E FILOSOFIA DAS CIÊNCIAS, semestral, com 12 (doze) valores.....
- Em 1999/2000, ORGANIZAÇÃO E ADMINISTRAÇÃO ESCOLAR, semestral, com 12 (doze) valores.....
- Em 2000/2001, QUÍMICA ANALÍTICA II, semestral, com 10 (dez) valores.....

.../

Está conforme o original que  
me foi presente

*Andrés Loty*

1...

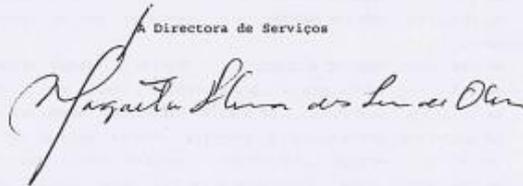
- Em 2000/2001, OPÇÃO II - ESTEREOQUÍMICA, semestral, com 10 (dez) valores.....
  - Em 2000/2001, FÍSICA DO ESTADO SÓLIDO, semestral, com 10 (dez) valores.....
- Quinto ano:
- Em 2001/2002, ESTÁGIO, anual, com 13 (treze) valores.....

Mais certifica que concluiu a referida Licenciatura aos vinte e seis de Julho de dois mil e quatro, com a classificação final de 13 (treze) valores, por efeito de realização de exames para melhoria de nota.

O interessado requereu e pagou a respectiva Carta de Curso.  
A presente certidão vai firmada com o selo branco desta Universidade.

Secretaria dos Serviços Académicos da Universidade do Minho, aos vinte e seis de Abril de dois mil e sete.

A Directora de Serviços



Esta certidão é original e  
me foi apresentada

Em \_\_\_\_\_

Anexo 1b) Declaração de estágio

**Ministério da Educação**  
Direção Regional de Educação do Norte  
Centro de Área Educativa do Brago

**AV** Agrupamento de Escolas Abel Varzim 34007

**DECLARAÇÃO**

ESTÁ CONFORME O ORIGINAL QUE ME FOI PRESENTE  
Data: 28.3.2015  
Assinado: Dora Nogueira

----- Maria de Fátima Côrte-Real de Eça Guimarães, Presidente da Comissão Provisória da Escola E.B.2,3 Abel Varzim, declara para efeitos de **CONCLUSÃO**, que o Professor **SÉRGIO EMANUEL NAVEGA SOEIRO BOTELHO DE MIRANDA**, realizou nesta Escola no ano lectivo 2001/2002, o Estágio Integrado da Licenciatura em Ensino de Física e Química, 4º Grupo A, código 15.-----

----- Por ser verdade e me ter sido pedida mandei passar a presente declaração, que assino e vai autenticada com o selo branco em uso nesta Escola.-----

----- Vila Seca e Escola E.B.2,3 Abel Varzim, 07 de Junho de 2002 -----

A Presidente da Comissão Provisória

*Maria de Fátima Côrte-Real de Eça Guimarães*

Maria de Fátima Côrte-Real de Eça Guimarães

Está conforme o original que me foi presente

*Andreia Tota*

Em 18/09/2015

Vila Seca 4755-652 Barcelos Tel. 253 852 964/5/6 Fax 253 852 077 E-mail: info@eb23-vila-seca.nets.pt

Anexo 1c) Contrato de serviço docente em Maximinos

Modelo de contrato a que se refere o artigo 33.º do Decreto-Lei n.º 139-A/90, de 28 de Abril

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO

03/1250/2002-03

Direcção Regional de Educação do Norte

Direcção Escolar do Centro da Área Educativa de Braga

CONTRATO ADMINISTRATIVO DE SERVIÇO DOCENTE

(nos termos do n.º 2 do artigo 33.º do Decreto-Lei n.º 139-A/90, de 28 de Abril)

Escola Secundária de Maximinos (402205)

Direcção Regional de Educação do Norte

Nível de ensino (\*) 3º Ciclo - Secundário

(2) SÉRGIO EMANUEL NAVEGA SOEIRO BOTELHO DE MIRANDA

de 25 anos de idade, portador do bilhete de identidade n.º 10852994, emitido em 08 / 10 / 99

pelos serviços de identificação de Braga, possuindo como habilitação profissional

Licenciatura em Ensino de Física e Química

o curso - Habilitação Profissional -, celebra com o Ministério da Educação o presente contrato

administrativo de serviço docente para o ano escolar de 2002 / 2003, como (3) Professor contra-

tado do 3ºCiclo/Secundário-4ºGrupo-A(Cód.15) não pertencendo aos quadros.

A colocação obtida (4) por notificação de colocação n.º 077/02/03 de 23.09.02 do Coorde-  
nador do Centro da Área Educativa de Braga

Entrou em exercício de funções em 25 / 09 / 2002

O horário a cumprir é completo de 10 horas semanais. a)

A remuneração mensal é paga pelo índice (5) 126

O contrato é válido (6) até final do ano escolar - 31.08.2003

Durante a vigência do contrato são aplicáveis ao docente as disposições legais restritas ao exercício de actividades docentes no respectivo nível de ensino.

O presente contrato é assinado pelo docente e por mim (7), Inocência Manuela Dias Tavares  
da Cunha (8) Presidente do Conselho Executivo

na qualidade de representante legal do Ministério da Educação.

Braga, 25 de Setembro de 20 02

Está conforme o original que me foi presente

Andréa Iluta

Em 18/09/2015

O Representante do Ministério da Educação,

Inocência Manuela Dias Tavares da Cunha

O Contratado,

Sérgio Emanuel Navega Soeiro Botelho de Miranda

GABINETE DE GESTÃO FINANCEIRA		
Orçamento para o ano de 2003	C.O. Cap. 05	C. F. 2013 Div.03
1	Orçamento Inicial.....	1722250000E
2	Reforços/Anulação.....	0E
3=1+2	Orçamento corrigido.....	1722250000E
4	Despesa Pagas.....	0E
5	Encargos Assumidos.....	91083653E
6=3-4-5	Saldo Disponível.....	81136348E
7	Despesa Emergente, que fica calvo.....	8371E
8=6-7	Saldo Residual.....	81128027E

Nos termos do n.º 4 do Art.º 74.º do Dec-Lei n.º 18 / 88 de 21 / 04 e 1.ª do Desp. n.º 2203 homologado pelo Conselho de Bragança em 22 / 07.

**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO**  
**Centro de Área Educativa de Bragança**  
 O Director Regional de Educação,  
 Colónia da Educação

**José Figueiredo**  
 Coord. Adj. Área Educativa de Bragança

2003/07/15  
 NºCat.GEF: 12120 / NºCat: 1250 / CAE: BRAGA / DRE-DREN  
 O Director (Bemundo Gomes)

Publicado - D.R. n.º 305  
 IIª Série - Ap. n.º 160  
 de 31/12/04

Atentamente, a quem se refere

- a) A partir de 01.10.02 passou a leccionar um Horário de 22 Horas  
 Ao Índice 126 corresponde o vencimento líquido de 1.035,81 Euros (mensal)  
 Ao Horário de 10 Horas corresponde o vencimento líquido de 470,82 Euros (mensal)  
 Ao Horário de 22 Horas corresponde o vencimento líquido mensal de 1.035,81 Euros  
 A Presidente do Conselho Executivo

*Maria do Carmo Cunha*

(1) Educação pré-escolar ou professor do 1.º, 2.º e 3.º ciclo do ensino básico ou do ensino secundário.  
 (2) Nome completo.  
 (3) Educador de infância ou professor do 1.º, 2.º ou 3.º ciclo do ensino básico ou do ensino secundário.  
 (4) Para os inscritos no prazo legal nos termos do artigo 33.º da ECD, para os inscritos fora do prazo legal por proposta do director ou presidente do conselho directivo.  
 (5) Índice remuneratório.  
 (6) Indicar a data certa quando for conhecida, e averbar "enquanto durar o impedimento do titular do lugar" quando do contrato de substituição.  
 (7) Nome do representante do Ministério da Educação.  
 (8) Categoria do representante do Ministério da Educação.

Anexo 1d) Contrato de serviço docente na Maia

Modelo de contrato a que se refere o artigo 33 do E.C.D.



REGLÃO AUTÓNOMA DOS AÇORES  
SECRETARIA REGIONAL DA EDUCAÇÃO E CULTURA  
DIRECÇÃO REGIONAL DA EDUCAÇÃO

Área Escolar/Escola/Conservatório ESCOLA BÁSICA INTEGRADA DA MAIA

CONTRATO ADMINISTRATIVO DE SERVIÇO DOCENTE

(nº 1 do artigo 49º do Regulamento de Concurso do Pessoal Docente)

Escola/Área Escolar/Conservatório Escola Básica 2, 3 da Maia, Maia

Nível de ensino (1) 3º Ciclo do Ensino Básico

(2) SÉRGIO EMANUEL NAVEGA SOEIRO BOTELHO DE MIRANDA

de 28 anos de idade, portador do bilhete de identidade nº 10852994, emitido em 08 / 10 / 1999 pelos serviços de identificação de Braga, possuindo como habilitação profissional/académica o curso Lic. em Física e Química ( ensino de ), celebra com a Secretaria Regional da Educação e Cultura o presente contrato administrativo de serviço docente para o ano escolar de 2004 / 2005, como

(3) Professor do 3º Ciclo do Ensino Básico- 4º Gr.A não pertencendo aos quadros.

A contratação resulta (4) Recrutamento a que se refere o artº 37º do Regulamento do Concurso de Pessoal Docente- ( Lista de Colocações nº 80 )

Entrou em exercício de funções em 29 / 09 / 2004

A componente lectiva do horário a cumprir é de 22 horas semanais.

A remuneração mensal é paga pelo índice (5) 151 Euro 1.241,33

O contrato é válido (6) em regime de Substituição Temporária

Durante a vigência do contrato são aplicáveis ao docente as disposições legais relativas ao exercício de actividades docentes no respectivo nível de ensino.

O presente contrato é assinado pelo docente e por mim (7) Suzete de Fátima Pacheco da Câmara

(8) Presidente do Conselho Executivo

na qualidade de representante legal da Secretaria Regional da Educação e Cultura.

Maia, 29 de Setembro de 2004

O Representante da S.R.E.C.

Está conforme o original que me foi presente

Andrea Costa

Em 18/09/2015

Suzete de Fátima Pacheco da Câmara

O Contratado

Sérgio Emanuel Navega Soeiro Botelho de Miranda

Modelo nº 66/DRE

Anexo 1e) Contrato de serviço docente em Ponta Delgada

00- JAN-2007 MON 15:59

ESC. SECUNDARIA A. QUINTAL

351 296 205544

P. 02

351 296 205544



**SECRETARIA REGIONAL DA EDUCAÇÃO E CIÊNCIA  
DIRECÇÃO REGIONAL DA EDUCAÇÃO  
ESCOLA SECUNDÁRIA ANTERO DE QUINTAL**

Largo Mártires da Pátria  
9504-520 PONTA DELGADA

**DECLARAÇÃO**

Declaro para os devidos efeitos que **SÉRGIO EMANUEL NAVEGA SOEIRO BOTELHO DE MIRANDA**, exerceu nesta Escola as funções de Professor Profissionalizado do 4º Grupo/A em regime de contrato administrativo de serviço docente, tendo como tempo de serviço lectivo, até 31 de Agosto de 2006, 1305 dias (Mil trezentos e cinco dias), sendo 365 dias antes da Profissionalização e 940 dias após a Profissionalização.

Por ser verdade e por me ter sido pedido, passei a presente declaração que vai por mim assinada e autenticada com o selo branco em uso nesta Escola.

Escola Secundária Antero de Quintal, 8 de Janeiro de 2007

A Chefe de Serviços de Administração Escolar

Dora Maria de Medeiros Gago da Câmara Moura

Está conforme o original que  
me foi presente

Andreia Tosta

Em 18/01/2015

**THIS CERTIFICATE IS A COPY IF THE BLUE COLORED BACKGROUND IS ABSENT**

**South Carolina State Board of Education  
Educator Certificate**

Sergio Emanuel Miranda  
VIF Program P O Box 3566  
Chapel Hill, NC 27515

<b>Certificate Number</b> 238531	<b>Social Security Number</b> 690125956	<b>Validity Period</b> 07/01/2007 - 06/30/2008
-------------------------------------	--------------------------------------------	---------------------------------------------------

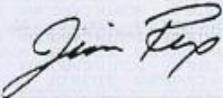
  

<b>International</b> International	<b>Class</b> Bachelors	<b>Experience</b> 3
---------------------------------------	---------------------------	------------------------

**Areas of Certification**  
15 - Chemistry  
16 - Physics



<b>Jim Rex</b> State Superintendent of Education	<b>Date Printed</b> 01/18/2008
-----------------------------------------------------	-----------------------------------

Está conforme o original que me foi presente      Please refer to the back of this certificate for additional information.

Andrea Tota

Em 16/09/2015

**THIS CERTIFICATE IS A COPY IF THE BLUE COLORED BACKGROUND IS ABSENT**

Anexo 1g) Contrato de serviço docente no condado de Darlington, Carolina do Sul



TEACHING EMPLOYMENT CONTRACT

This Agreement is entered into by and between the Darlington County Board of Education, hereafter referred to as the Board, and Sergio Miranda S.S. No. 690-12-5956, hereafter referred to as Employee. The Employee agrees to render acceptable service for the 2008-2009 school year, to perform all duties imposed on a teacher by the District and the laws of South Carolina, to comply with all District policies and regulations, and to attend required school and District meetings or activities.

In consideration of this agreement, the Employer promises to pay the above-mentioned Employee for professional services, rendered during the life of this Contract, the sum to which the Employee is entitled under local, state, or federal allotments or any combination of these, as set forth in the salary schedule adopted by the Board. The District's salary schedule will be made available to the employee as soon as practicable. The salary will be equated over a twelve(12) month period.

Loss or reduction in any amount of anticipated or appropriated local, state, or federal funding may, at the discretion of the District, require a pro-rata reduction of salary, a reduction in the term of this contract and pro-rata reduction in salary, or a termination of this agreement. Furthermore, any decline in student enrollment, elimination or change in course programming, financial emergency, or temporary closing of school or District operations because of emergency circumstances may require a pro-rata reduction in salary. Any such reduction will take place only upon the recommendation of the Superintendent and approval by the Board after reasonable notice has been provided to the affected parties. Recommendations to reduce salary or to terminate contracts will be made only after all other remedies have been considered. Any compensation reductions will be made on an equitable basis. Any position eliminations will be handled in accordance with Board Policy GCQA/GCQB (Reduction-In-Force).

This contract is issued as a(n) Annual contract as defined in Section 59-26-40 of the S.C. Code of Laws. (Rev. 2004)

The term of this Contract shall be 190 days of service for the 2008-2009 school year. Appointment to the position set forth in this Contract is subject to approval by the Board of Education and becomes effective for the school year indicated when ratified by the Board. If during the term of this Contract it is found that a specific clause of the Contract is illegal under either Federal or State law, the remainder of the Contract not affected by such ruling shall remain in force.

The Employee assumes the full responsibility for securing a valid S.C. teacher's certificate and agrees that salary payments will be based on the certificate on file in the District Office. The employee shall maintain throughout the life of this contract the required qualifications of a teacher, including a valid South Carolina Teaching Credential, as well as the "highly qualified" certification to perform his or her teaching assignment, as that term is defined in the No Child Left Behind Act and all South Carolina State Board of Education implementing rules and regulations. Failure to maintain such professional qualification(s) during the contractual period shall constitute grounds for termination of this contract.

The Employee is tentatively assigned to Hartsville High School. The assignment is tentative and may be changed by the administration upon notice to and consultation with the employee. The teaching and other assignments within the school will be made by the Principal in accordance with the policy and needs of the District and subject to the certification and qualification(s) of the Employee.

The administration may assign reasonable extra-curricular activities to teachers. The assignment of such activities, including all coaching assignments, shall be for the school year for which the assignment is made and for that year only. No expectations are created concerning such assignments for future years. All extra-curricular assignments are discretionary with the administration.

This offer of employment is subject to receipt of a criminal record history report from the South Carolina Law Enforcement Division, which reveals no good and just cause for its withdrawal.

The Employee and the District understand and agree that the respective signatures of the parties at the places indicated below make this document a binding contract of employment. Furthermore, no employee request for release therefrom will be granted except upon a satisfactory showing to the District Superintendent of good and sufficient cause for release.

I accept employment in the Darlington County School District under the conditions stated in this Contract. This Contract is void unless the Employee signs and returns the original to the Superintendent or her agent on or before 4:00 p.m. on April 25, 2008.

Signed: Sergio Emanuel Naveja Seoane Bollo de Miranda (Employee) Signed: Rainey H Knight (Superintendent, for the Board)

Date: April 3, 2008 Date: April 2, 2008

Está conforme o original que me foi presente

Andres Costa

Em 18/09/2015

Anexo 1h) Declaração de prestação de serviços do VIF Program

VISITING INTERNATIONAL FACULTY PROGRAM™ | Transforming Lives through International Education

Post Office Box 3566 • Chapel Hill, NC 27515 • USA • phone 919.967.5144 • fax 919.967.8224 • www.vifprogram.com



April 30, 2009

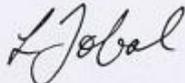
To whom it may concern:

Sergio Emanuel Navega Soeiro has completed two successful years of exchange teaching in Darlington County School District, in the United States. Mr. Navega Soeiro was selected for this program from a large pool of applicants and since that time has skillfully represented his native country and the VIF Program.

A key characteristic of a successful exchange teacher is adaptability. Mr. Navega Soeiro was asked to begin teaching in his host school immediately after arrival in the U.S. During this initial period, he had to adapt to a new culture and education system, locate housing, make automobile arrangements, buy furniture, secure a driver's license and Social Security number, and adjust to new demands and routines. Mr. Navega Soeiro's ability to adapt to new, different, and unexpected circumstances is a significant skill and an asset which should serve him well in future employment situations.

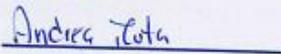
In conclusion, by becoming a VIF teacher, Sergio Emanuel Navega Soeiro has taken on a significant challenge and we are appreciative of the contributions he has made to his students, school, and community. We wish him success in all future endeavors.

Sincerely,



Laura Tobal  
Director of Teacher Support  
Visiting International Faculty Program

Está conforme o original que  
me foi presente



Em 14/09/2015



Anexo 1j) Contrato de serviço docente no CLIB

CONTRATO DE TRABALHO A TERMO CERTO

*Helena Maria Pina Vaz*

Entre "COLÉGIO Luso-Internacional de Braga, SA, com sede na Rua da Igreja Velha, Gualtar, cidade de Braga, representada pela sua Directora, Helena Maria Pina Vaz, casada residente na Rua Dr. Francisco Duarte, 108, Braga, como representante da entidade patronal, adiante designada por "COLÉGIO" e Sérgio Emanuel Navega Soeiro Botelho de Miranda, como trabalhador, adiante designada por "PROFESSOR", é celebrado o presente contrato de trabalho a termo certo que se regerá de acordo com as cláusulas seguintes que reciprocamente aceitam:

1.O COLÉGIO admite ao seu serviço o "PROFESSOR", para sob as suas ordens, direcção e fiscalização, exercer as funções inerentes à categoria de PROFESSOR, com habilitação profissional.

2. O contrato tem início no dia 1 de Setembro de 2010 e termo no dia 16 de Dezembro de 2010, e tem por motivo justificativo a substituição, temporária, do professor Martyn Reeves, que deveria leccionar no Colégio durante todo o ano lectivo de 2010-2011, mas que por motivos de ordem pessoal apenas se prevê que possa iniciar a sua actividade no início de 2011; deste modo encontra-se preenchida a tipologia justificativa do recurso à contratação a termo certo, prevista no art. 140.º, em especial na al. a) do seu n.º 2, do Código do Trabalho.

3. Deveres e responsabilidades da PROFESSOR.

O COLÉGIO considera, que o PROFESSOR, de acordo com leis relevantes e política do COLÉGIO, terá autoridade específica, direito e responsabilidade para:

- a) Apoiar de acordo com o solicitado no desenvolvimento e implementação das normas educativas, objectivos e metas que o COLÉGIO estabelece de um modo geral;
- b) Apoiar no desenvolvimento e implementação do programa educativo e currículo do COLÉGIO;
- c) Iniciar a sua actividade diária pelo menos quinze minutos antes do horário estabelecido para os alunos e terminar quando todos os procedimentos estiverem concluídos, no final do dia;
- d) Disponibilizar tempo no final dos serviços estabelecidos no seu horário para outras actividades, desenvolvimento do currículo, formação de PROFESSORES, actividades sociais do COLÉGIO, ou conferências com pais, sempre que necessário ou requerido;
- e) Apoiar em tarefas de monitorização ou supervisão;
- f) Comparecer em eventos do final do dia, que digam respeito a alunos, ou pais ou PROFESSORES;
- g) Oferecer, pelo menos, uma actividade extra-curricular por semana;
- h) Redigir relatórios de alunos e manter actualizados os registos dos alunos;
- i) Desempenhar as tarefas de supervisor académico (Director de Turma) de um grupo de alunos, se tal lhe for solicitado;
- j) Comparecer em grupos de trabalho, conferências e outras iniciativas relacionadas com desenvolvimento e formação de PROFESSORES, organizadas pelo COLÉGIO;

O COLÉGIO poderá eventualmente atribuir ao PROFESSOR tarefas e responsabilidades adicionais que considere adequadas.

4. REMUNERAÇÃO:

O salário líquido mensal do PROFESSOR será de 1.481,82 euros (mil quatrocentos e oitenta e um euros e oitenta e dois cêntimos).

Será ainda pago um subsídio mensal de alimentação no valor de 100 (cem) euros, excepto nos meses de férias.

*atnsesiq iot em*

O PROFESSOR poderá almoçar gratuitamente na cantina do colégio. \_\_\_\_\_

O PROFESSOR deve dedicar todo o seu tempo, trabalho, capacidades e atenção ao cumprimento dos seus deveres no COLÉGIO durante o período de vigência do contrato.

5. Avaliação de desempenho

A Directora do COLÉGIO deverá dedicar pelo menos uma reunião, durante a vigência do contrato para fazer uma avaliação do desempenho do PROFESSOR e do seu relacionamento com o COLÉGIO, em termos de trabalho. Essa avaliação deve basear-se em critérios de desempenho mutuamente acordados entre as partes e deverá, depois de concluído, ser reduzido a forma escrita igualmente acordada entre as partes. O COLÉGIO e O PROFESSOR deverão receber uma cópia assinada pela Directora do COLÉGIO.

6. Outro trabalho

O PROFESSOR deve dedicar todo o seu tempo e atenção ao COLÉGIO, durante este contrato, e apenas poderá aceitar outras tarefas em part-time, remuneradas ou não, se essas mesmas actividades não interferirem com total desempenho dos deveres e responsabilidades especificados neste contrato e se tiver obtido uma autorização do COLÉGIO para esse efeito.

7. Período experimental

Haverá um período experimental de quinze dias, nos termos do art.º 112.º, n.º 2, alínea b) do Código de Trabalho, podendo qualquer dos contraentes rescindir o contrato dentro deste período, sem aviso prévio, nem invocação de justa causa, não havendo lugar a qualquer indemnização.

8. Este contrato caduca, nos termos do art.º 344.º do Código de Trabalho, através de comunicação efectuada pela primeira contraente à segunda, ou pela segunda à primeira, respectivamente, 15 ou 8 dias antes de o prazo expirar, dando conta da vontade de o não renovar..

9. Em tudo o não previsto no presente contrato, regularão as disposições legais e o CCTV aplicáveis.

10. Acordo escrito

Este contrato constitui um acordo entre as duas partes envolvidas. Nenhuma alteração será válida a menos que seja estabelecida por escrito e assinada pelas duas partes.

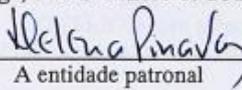
11. Para a resolução de qualquer litígio emergente do presente contrato, as partes elegem, desde já, o foro da Comarca de Braga, com renúncia a qualquer outro.

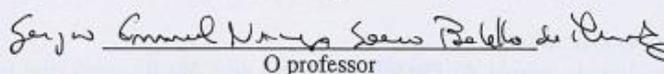
12. O presente contrato é feito e assinado em duplicado por ambos os contraentes, ficando cada um com um exemplar, sendo o original selado pela primeira contraente.

13. Para efeitos do presente contrato, nomeadamente, para as comunicações efectuadas entre os contraentes, estes elegem como domicílio os endereços constantes do mesmo, comprometendo-se a informar qualquer alteração posterior.

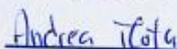
14. O presente contrato produz efeitos a partir de 1 de Setembro de 2010.

Braga, 1 de Setembro de 2010

  
A entidade patronal

  
O professor

Está conforme o original que  
me foi presente



Em 18/09/2015

Anexo 1) Certificado de participação no encontro "A Física nas Artes e a Arte na Física"



Anexo 1m) Certificado de participação na ação de formação “Reduzir a indisciplina e promover a ação pedagógica”



  
REGIÃO AUTÓNOMA DOS AÇORES  
SECRETARIA REGIONAL DA EDUCAÇÃO E CULTURA  
**CENTRO DE FORMAÇÃO DE ASSOCIAÇÃO DE ESCOLAS  
DE S. MIGUEL E SANTA MARIA**  
(registo de acreditação n.º CCPFC/ENT - AE - 0601/02, de 16/12)

**CERTIFICADO**

DORA MANUELA BETTENCOURT FAUSTINO SOUSA, Licenciada em História e Ciências Sociais, pela Universidade dos Açores, Directora do Centro de Formação de Associação de Escolas de S. Miguel e Santa Maria,

CERTIFICA que, do processo arquivado no Centro, consta que **Sérgio Emanuel Navega Soeiro Botelho de Miranda**, portador do B. I. n.º 10852994, passado pelo Arquivo de Identificação de Lisboa, completou, com aproveitamento, a seguinte acção de formação contínua, que decorreu de trinta de Junho a seis de Julho de dois mil e cinco:

Designação: *Reduzir a indisciplina - promover a relação pedagógica - II*  
Modalidade: Curso de formação  
Área de formação - Prática e investigação pedagógica e didáctica  
Formadoras: Lic.ª **Maria Manuela Espadinha da Cunha da Luz**  
Público-alvo: **Docentes do 3.º ciclo e secundário**  
Registo de acreditação: CCPFC/ACC – 29922/03  
Duração: **30 horas**  
Unidades de crédito: **1.2**

Pelo que, conforme se determina no Regime Jurídico da Formação Contínua de Professores, aprovado pelo Dec.-Lei n.º 249/92, de 9 de Novembro, com as alterações subsequentes fixadas no Dec.-Lei n.º 207/96, de 2 de Novembro, se passou a presente certidão que vai autenticada com o carimbo do Centro de Formação de Associação de Escolas de S. Miguel e Santa Maria.

Ponta Delgada e CFAE - S. Miguel e St.ª Maria, 22 de Julho de 2005

Está conforme o original que me foi presente

Andréa Ilota  
Em 19/09/2015

Dora Faustino Sousa  
Dora Manuela B. F. Sousa

  
Registo n.º 10519/2005





Anexo 1p) Diploma de participação no movimento “Um Dia Pela Vida” em Braga



Anexo 1q) Prémio Universidade do Porto na 7ª Mostra Nacional de Ciência com o *Project Shades*

fundação da juventude 23 anos  
www.fjuventude.pt

21º Concurso - 2012/2013  
**JOVENS CIENTISTAS E INVESTIGADORES**  
www.fjuventude.pt/jcientistas2013

7ª MOSTRA NACIONAL DE CIÊNCIA  
30 MAIO A 1 JUNHO 2013

Esta conforme o original que me foi presente  
Alexandra Peixoto  
Em 14/10/2013

9ª EDIÇÃO  
UNIVERSIDADE JÚNIOR  
UNIVERSIDADE DO PORTO  
PORTO, 1 A 26 JULHO 2013

TÍTULO DO PROJECTO  
PROJECT SHADES

ÁREA CIENTÍFICA  
física

NOME DO(S) AUTOR(ES)  
ALEXANDRA PEIXOTO  
RIGUEL PETERSEN  
REBECCA GEORGES

PROFESSOR COORDENADOR  
Sérgio Ricanda

ESTABELECIMENTO DE ENSINO  
COLÉGIO WSO-INTERNACIONAL DE BRAGA

Parcerias:

musuu da eletricidade fundação edp GOVERNO DE PORTUGAL MINISTÉRIO DA SAÚDE E FAMÍLIA FCT AGÊNCIA NACIONAL PARA A CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO FUNDACÃO LUSO-AMERICANA AstraZeneca Porto Editora lipor AGÊNCIA PORTUGUESA DO MAR E DO ATLÂNTICO tmin intel sapo.pt FORUMestudante

Anexo 1r) Prémio Especial de Engenharia na 7ª Mostra Nacional de Ciência com o Project Shades

**fundação da juventude** 23 anos  
 www.fjuventude.pt

Esta conforme o original que me foi presente  
 Andreia Tosta  
 Embr. / 04/2013

**21º Concurso - 2012/2013**  
**JOVENS CIENTISTAS E INVESTIGADORES**  
 www.fjuventude.pt/jcientistas2013

**7ª MOSTRA NACIONAL DE CIÊNCIA**  
 30 MAIO A 1 JUNHO 2013

**PRÉMIO ESPECIAL ENGENHARIAS**  
 €1.000 lipor

**TÍTULO DO PROJECTO**  
 Project Shades

**ÁREA CIENTÍFICA**  
 Física

**NOME DO(S) AUTOR(ES)**  
 Alexandre Manuel Peixoto  
 Manuel Oluf Petersen  
 Rebecca Ambrósio Geases

**PROFESSOR COORDENADOR**  
 Sérgio Miranda

**ESTABELECIMENTO DE ENSINO**  
 Colégio Lusó - Internacional de Braga

**Parceiros:**

museu da eletricidade | fundação edp | GOVERNO DE PORTUGAL | AGÊNCIA NACIONAL PARA A CULTURA CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA | FCT | AGENCIA NACIONAL PARA A CULTURA CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA | FUNDAÇÃO LUSO-AMERICANA  
 AstraZeneca | Porto Editora | lipor | AGENCIA PORTUGUESA DO AMBIENTE | tmn | intel | sopo.pt | FORUM EDUCATIVO

## Anexo 2

GUIÃO DO JOGO (Retirado do documento conjunto de trabalho)

### Tutorial (*Limbo Stage*)

Intro, blackout with the story's prologue (girl on the test, dream, etc.)

In this area the player -a girl-, gets familiarized with the controls of the game. She finds the mystical and awesome goggles lying conveniently on a bench -labelled as "an interesting artefact". Also in this same area she completes her first challenge which involves:

Going into a room exactly her height, she calibrates the goggles to provide information about distance (done automatically).

Running in a corridor with a timer and distance value (the length of a corridor, provided by the goggles), she is now able to calculate speeds.

After those events, a door unlocks at the end of the corridor and game starts (girl falls through that door and is then magically teleported to "game stage area")

### Introdução:

Girl falls on top of Newton (an NPC entity), initiating a dialogue with him...

Because of this, Newton loses his memory...

Girl and Newton (at the same time): Whata?!

Newton: Who dares disturbing my precious nap?

Girl (with ironic voice): Why? Was I too heavy for you? Did I hurt you? And...who the hell are you?

Newton: What?! I'm the infamous gangsta of the hood! I'm... wait! I'm... I... I forgot!

Girl finds first page of notebook. His name is there.

Girl: Is it Newton?

Newton: Yeah, it's New'on!

Girl: What do you do for a living?

Newton: I obviously... eh... I... just read that paper, girl!

Girl: Apparently you're a physicist!

Newton: WHAT?! A physicist?! And look at what you did to the other pages when you fell! they flew out of here! You're gonna help me finding them!

Girl: What's in it for me?

Newton (with ironic voice): Why? Do you have to go anywhere? What were you doing before you arrived in here?

Girl: Point taken.

### 1º desafio (deslocamento)

Newton: Now, let's get them papers already!

Hook (in a fancy car, showing off. Hook's character is a latino gang member): Check out my new wheels, essê! Way better than yours!

Newton (facing girl and whispering): I bloody hate that guy!

Newton (facing Hook): Wha'eva! How's your leg?

Newton (facing girl): See his leg?

Girl: No, I see a hook! What happened to his leg? Do you remember?

Newton: Yeah, THAT I rememba! That wha' happens when bros touch n' mess with my experiments!

Hook: I saw your papers flying around, homie! Guess you've gotta start your investigations all over again! Match point: me!

Newton: D'ya see me worried? Just the last "leg" before I finally beat you!

Hook: Whatever, gringo! I'm way ahead of you in physics! I saw one paper falling on top of one of these columns. I'll even give you this: It's at a total distance of 7m from that tree but at a displacement of 5m. Have fun (you stupid prick)!

Newton: That guy has attitude issues! Let's just get the papers. He said 7m total distance and 5m displacement. What does that mean? I can't remember...

Girl: I may have here an interesting artifact for you!

At the end of the challenge they see Gal & Leo.

### 2º desafio (aceleração)

Newton: Do ya see those two over there? They're Gal and Leo and they're capable of boring you to death with their out of date discussion about the centre of the universe. Let's just rush this.

Newton: Hi Gal! Hi Leo! Did you see any papers flying around?

Gal: Around the Earth?

Leo (at the same time): Around the Sun?

Newton: Here we go...

Leo: Yeah, we did!

Newton: Great!

Leo: But first, this: Gal is saying that if the Earth moves around the Sun we wouldn't be able to stand! What do you think?

Newton: I think you're both nuts. There is no centre of the Universe!

Gal & Leo: WHAT?!

Girl: Just tell us where the papers are...

Gal: See that wall over there? We saw one piece of paper falling behind it. Use this car to tear it down, but be careful! There's a huge cliff just behind it! You just have to use an acceleration of  $3 \text{ m/s}^2$ , making sure you hit that wall with the right speed.

Girl: Which is...

Leo (interrupting Gal): We don't know. You'll have to figure that out yourselves.

Newton: Ok. Thanks, I guess...

Leo (to Gal): I hope they hit it too fast and fall down that cliff. "There is no centre of the Universe." Blasphemy!

If car goes too slow wall doesn't break; if it goes too fast wall breaks and they fall down the cliff. The right speed is  $30 \text{ m/s}$  ( $108 \text{ km/h}$ ).

Goggles prompt them to input the time needed to reach the wall.

For that, they'll have to determine the distance to the wall ( $150\text{m}$ ) and use it to calculate the speed at that place using  $v^2 = u^2 + 2as$ ; then they'll have to determine the correct time using  $a = (v-u)/t$ ; the correct time is  $10\text{s}$ .

### 3º desafio (movimento circular)

Newton: Another challenge surpassed by the amazing, the unforgettable, the outstanding NEW'ON!

Girl: Aren't you forgetting something? And I don't mean the t in your own name.

Newton: You're right, girl! I couldn't do it without you! We kinda make a cool team! I just can't wait to get another paper! I saw another one falling on that platform just across that carousel.

Girl: Ok, we should have no problem, then.

Newton: I wouldn't be so sure...

A spinning circular platform placed in between two cliffs, the one they want to reach at a lower height. They'll have to leave it in mid-air, at a point right at the middle of the cliffs, so that they are thrown in the right direction, enabling them to reach the other side. At this moment, they find a Newton's notebook page.

#### 4º desafio (forças e movimento)

Newton: I guess there are no more papers on this area. Maybe the others fell over that side.

Girl: And how are we supposed to get there?

Newton: With the hovercraft, obviously!

Girl: What hovercr... Oh, that! Does it work?

Newton: Hell yeah! You know who built it?

Girl: Let me guess...

Newton: Yours truly!

Girl: You didn't let me guess.

Newton: I remember I built it according to a principle I recently had discovered... Inertia, or something.

Girl: Yeah, I remember that word from school!

Newton: Say what?!

Girl: Nevermind. Say, can I drive it this time?

Newton: Well... ok. But go easy on the paintwork.

On a platform designed for this challenge there is a track. Using thrusters, the player must drive the hovercraft through a track without scratching it too much. At the end, the craft must be parked on a platform that withstands only 950kg. Not sure of the craft's weight, and knowing only each thruster's force (2000N), the characters will have to use the goggle's ability to measure speeds and times to determine the acceleration caused one thruster ( $2\text{m/s}^2$ ), thus enabling them to calculate the mass of

the craft+characters set (1000kg). This is more than maximum mass but, since their own masses are certainly bigger than 50kg, then it is ok to park the craft there. Just before leaving it, they find one more page of Newton's notebook.

#### 5º desafio (energia e potência)

Girl: I guess we're stuck down here...

Newton: Yeah... Up is the way to go!

Girl: Let's use that lift, then!

Newton: Wait, girl! That thing is kinda broken. Let me read what it says there (posted note with the name of the elevator company: Joule elevators).

Girl: So?...

Newton. Read it yourself.

Girl: Yup, it seems we'll have to think again...

The sign states the maximum operating power of that elevator (50 kW), its mass (200kg), and a smaller handwritten note that reads "Gee, it's 10!". A control button outside the elevator allows the user to select the time it takes for it to go up. To figure this out, the goggles will have to be used to determine the height of the cliff and hence calculate the work needed to lift the elevator and the characters (whose mass is now estimated as 100kg) to the top:  $W=mgh$ .  $m=200+100=300\text{kg}$ ;  $g=10\text{m/s}^2$  (Gee, it's 10!);  $h=100\text{m}$ .  $W=300000\text{J}$  This value is then divided by the elevator's power to determine the correct time of operation (6s). Before leaving the elevator they find another page.

#### 6º desafio (energia cinética e energia potencial gravítica)

At the top, when the elevator door opens, a Scottish guy jumps in front of it and scares them both.

Girl and Newton: What?!!

Watt: That's my name, lad!

Newton: Watup, dog?

Watt: You know, I think I'm getting into something that can revolutionize a couple of things. I call it the *stink engine*.

Girl and Newton: What?!!

Watt: It propels things using the properties of a gas suddenly expandi...

Girl and Newton (interrupting): We heard enough!

Newton: Did you see some papers flying around?

Watt: I certainly did! One fell in front of my face and I almost fell over this cliff. I wrapped it around a 1kg rock and threw it away.

Watt points down the cliff.

Newton (looking down the cliff): Where is it? Is it that thing on top of that wooden plank?

Girl: The plank seems to be pivoted on the bedrock underneath. Perhaps we can use it as a seesaw?

Watt: Cleaver, this girl!

Newton: Yeah, I was telling her just that a while ago. If we'd only have specific masses we could use...

Watt: Don't call me a weirdo, but I like to carry always a 3 kg stone in my pocket.

Newton: What?! What for?

Watt: I dunno... I always had this feeling it would be needed for something someday.

Girl and Newton: Weirdo!

This rock can now be thrown to the wooden plank that works as a seesaw. However, since its mass is bigger than 1kg, if it is thrown from the top of the cliff the little rock is going fly past them, not allowing them to grab it. There is, however, a stair that is nailed to the cliff and goes down but doesn't reach the ground, that can be used to throw this stone. Assuming there is no loss of energy, the energy needed to raise the 1kg stone to the top of the 100m cliff is  $GPE=1 \times 10 \times 100=1000J$ . According to the law of conservation of energy, this is also the value of the kinetic energy of the other stone before impact and, for the same reason, the value of its GPE upon release. The height at which it has to be dropped can be calculated by dividing 1000 by 30 ( $3 \times 10$ ), which gives a height of 33m.

### 7º desafio (pressão)

A typical french character appears on the screen. He introduces himself.

French character: Bonjour, monsieur! Bonjour, mademoiselle!

Newton: Get lost! I'm not buying anything!

Girl: Watch your manners! You're with a little girl, can't you see?

Newton: Yeah. You're right. Again.

Newton (looking at french character): Who the hell are you?

Girl: (sight)

French character: Je suis Pascal, le magnifique!

Newton: Magnificent? You? How come?

Pascal (trying to speak in English with a very strong French accent): Je... how do you say it... have... a skill.., you see?

Girl: What skill?

Pascal: Je suis.... annoying, yes?

Girl and Newton: ???

Pascal: Yes... I like... annoying the people... with words. Nobody can handle... le pressure.

Girl: What? What pressure?

Pascal: Le pressure.

Newton: Yeah, but...

Pascal (interrupting Newton): Le pressure.

(Girl and Newton look at each other)

Pascal: Le pressure.

Girl: Ok, stop it now.

Pascal: Le pressure.

Pascal: Le pressure.

Pascal: Le pressure

Newton: Stop it. Really!

Pascal: Le pressure.

Pascal: Le pressure.

Pascal: Le pressure.

Newton (to girl): Ok, just look him in the eye and step back. Nod with your head and smile.

Pascal: Le pressure.

Pascal: Le pressure.

Pascal: Le pressure.

Girl: To hell with that! Let's just RUN FOR IT!!!

Pascal goes after them repeating "le pressure" and bottlenecks them against the pressure platforms. Various "pressure plates" are placed lined up on the map. Each one has a different area and a sign tells its specific pressure. The goggles will tell the player the lengths and widths of each of the blocks and each character's total mass is, again, 100kg. The player will then direct the characters to stand on the correct pressure plate.

### 8º desafio (momento)

The girl and Newton are still running and stop suddenly in front of a long platform hinged transversely at its middle. They are on different sides of this platform and the only way to go is across it. One can still hear Pascal saying "le pressure" at a distance in the background.

Girl (suddenly stopping): A Moment!

Newton (stopping as well): What? What did you say??

Girl: This platform doesn't seem to be stable! On top of that, we're on different sides of it! I think we'll have to take in consideration our different weights to be able to walk across it.

Newton: Hell, girl! You're getting better than me at this!

Girl: I'm surprised myself! Say, what's your mass?

Newton: 75 kg. What you gonna do with it?

The girl and Newton will have to walk synchronized and at different distances from the hinged part of the platform. Using the goggles the girl measures Newton's distance to the hinge as 1.5m. This gives an anticlockwise moment of 112.5N.m. Since the clockwise moment caused by the girl has to be the same, and since her mass is 25 kg (100kg, used in previous challenges, minus 75kg), she'll have to stand at a distance of 4.5m.

### 9º desafio (gravidade)

At the end of the previous challenge a door opens and a celestial-like sign shows them the information “ $g=10\text{m/s}^2$ ”. This happens at the top of a huge cliff. The door shuts and there is no other place to go.

Newton: Ok... What now?

Girl: Seems like we're stranded!

Newton: And the only thing we have is that damn sign! What in Earth are we supposed to do with it?

Girl: What did you just say? “...in Earth”? I think I have an idea! It's a long shot, but everything around here is so weird that this might as well work!

Girl inputs this info on her goggles and she can now have control over the value of  $g$ . By selecting a negative value for it, she'll start falling upwards, enabling her to wake up from this dream, just in time to correctly complete her physics test.