

MARLIN CONCEPCIÓN GONÇALVES FERNANDES

**As conceções alternativas e a mudança conceptual no ensino da Física-Mecânica:  
alunos com dificuldades de aprendizagem a frequentar o 9º ano numa escola do  
Concelho do Funchal**



UNIVERSIDADE FERNANDO PESSOA

**Porto, 2015**

---



MARLIN CONCEPCIÓN GONÇALVES FERNANDES

**As conceções alternativas e a mudança conceptual no ensino da Física-Mecânica:  
alunos com dificuldades de aprendizagem a frequentar o 9º ano numa escola do  
Concelho do Funchal**



**UNIVERSIDADE FERNANDO PESSOA**

**Porto, 2015**

---

MARLIN CONCEPCIÓN GONÇALVES FERNANDES

**As concepções alternativas e a mudança conceptual no ensino da Física-Mecânica:  
alunos com dificuldades de aprendizagem a frequentar o 9º ano numa escola do  
Concelho do Funchal**



Dissertação de mestrado apresentada à Universidade Fernando Pessoa como parte dos requisitos para a obtenção do grau de Mestre em Ciências da Educação - Educação Especial (área de especialização: Domínio Cognitivo e Motor), sob a orientação da Professora Doutora Luísa Saavedra.

**UNIVERSIDADE FERNANDO PESSOA**

**Porto, 2015**

---

## **RESUMO**

Várias investigações têm demonstrado que os alunos, antes do ensino formal, geralmente assimilam noções de forma errada, circunstância que deriva de diversas fontes do meio onde estão inseridos, razão pela qual se torna objetivamente necessário que o professor tenha a percepção dessa realidade para que tais noções sejam substituídas pelas corretas. Com efeito, tem-se constatado que as concepções alternativas, particularmente no ensino da Mecânica (Física), são frequentes e difíceis de alterar através do ensino tradicional, inclusive nos professores que lecionam esta disciplina.

O presente estudo tem como objetivo principal verificar se de facto acontece a mudança conceptual correta (aprendizagem) dos conteúdos da Física (Mecânica) em alunos a frequentar o 9º ano de escolaridade numa escola dos 2º e 3º Ciclos do Ensino Básico no Concelho do Funchal e que apresentavam problemas de aprendizagem, assim como, perceber quais são os conhecimentos prévios dos referidos alunos.

As questões problemáticas apresentadas foram quatro, com enfoque em fenómenos naturais do dia-a-dia, designadamente: o livro, as esferas, a moeda e a nave espacial. De referir que todos estes exemplos relativos ao movimento dos corpos têm por base a explicação nas leis de Newton.

Foi utilizada uma metodologia qualitativa, com recurso à entrevista não estruturada, com questões abertas e em profundidade. A entrevista foi aplicada em dois momentos distintos, antes do ensino formal e depois do ensino formal.

Os nossos resultados levam-nos a perceber que um melhor conhecimento das concepções alternativas, permitirá aos professores descobrir estratégias de aprendizagem eficazes para todos os alunos, inclusive os alunos com Necessidades Educativas Especiais (NEE) para uma mudança conceptual cientificamente correta e uma Educação Inclusiva, considerando a vertente da Educação Especial no ensino da Ciência.

**Palavras-chave: concepções alternativas, mudança conceptual, mecânica.**

## **ABSTRACT**

Several investigations have shown that students before the formal teaching assimilate notions usually wrongly, that circumstance derived from various sources from the environment where they live, which is why it becomes objectively necessary that the teacher has the perception of this reality that such notions are replaced by correct. Indeed, it has been found that Alternate conceptions, particularly in the teaching of Mechanics (Physics) are common and difficult to change through traditional teaching, including the teachers who teach this course.

The main aim of the present study is to attest if the correct Conceptual Change (learning) of the contents of Physics (Mechanics) happens in students attending the 9th grade in a school in Funchal, students that reveal learning problems after the constructivist teaching strategies applied by the teacher, as well as to become aware of the previous knowledge of those students.

The problematic issues presented to students were four in number, with a focus on natural phenomena of the day-to-day, that is to say: the book, the balls, the currency and the spacecraft. Notice that these examples are all related to the moving bodies having as an explanation the Newton's Laws.

Roughly speaking, the study contended with an updated and guided by a literature research theoretical framework. The empirical study, in turn, was based on a qualitative methodology, using the unstructured interview with open-ended and in-depth questions. The interview was administered at two different times (before and after the formal education) on students, individually.

It is our belief that a better understanding of the alternative conceptions allow teachers to find effective learning strategies for all students (including students with SEN-Special Educational Needs) for a scientifically correct conceptual change and Inclusive Education considering the aspect of Special Education in science education.

**Keywords: alternative conceptions, conceptual change, mechanics.**

## **AGRADECIMENTOS**

Os meus primeiros agradecimentos são dirigidos à Doutora Luísa Saavedra, pela disponibilidade, amabilidade, compreensão e incentivo, fundamentais na concretização deste trabalho.

Agradeço a autorização da Doutora Laurinda Leite que me permitiu utilizar o protocolo da entrevista do seu estudo de doutoramento, desde que devidamente justificado.

Agradeço à Diretora da escola que me autorizou e possibilitou a realização este estudo.

Agradeço aos meus familiares e amigos as palavras de incentivo.

De tudo ficaram três coisas: a certeza de que estava sempre começando, a certeza de que era preciso continuar e a certeza de que seria interrompido antes de terminar. Fazer da interrupção um caminho novo, fazer da queda, um passo de dança, do medo, uma escada, do sonho, uma ponte, da procura um encontro.

**Fernando Sabino**

## ÍNDICE

RESUMO .....	V
AGRADECIMENTOS .....	VII
ÍNDICE DE ILUSTRAÇÕES .....	XII
ÍNDICE DE ANEXOS .....	XI
INTRODUÇÃO.....	1
I – FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA .....	5
1. Educação Especial .....	5
1.1 Perspetiva histórica da Educação Especial até a Educação Inclusiva.....	5
1.2 Necessidades Educativas Especiais: as dificuldades de aprendizagem.....	11
1.3 As teorias de aprendizagem e desenvolvimento.....	15
2. As concepções alternativas e a mudança conceptual no ensino da Ciência .....	21
2.1 O conceito de mudança conceptual .....	21
2.2 A importância do ensino da Ciência.....	25
2.3 As concepções alternativas e a mudança conceptual no ensino da Mecânica (Física).....	28
2.4 As leis de Newton e os movimentos dos corpos .....	33
II – ABORDAGEM EMPÍRICA.....	39
1. Problemática .....	39
2. Objetivos de Estudo .....	39
2.1 Objetivo geral .....	39
2.2 Objetivos específicos.....	40
3. Método .....	40
4. Caracterização dos participantes .....	42
5. Instrumentos e Procedimentos .....	54
III – APRESENTAÇÃO, ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS.....	58
1. Resultados das respostas dos alunos às quatro situações problemáticas da Física: o livro, a moeda, as esferas e a nave espacial .....	58
CONCLUSÃO.....	96
BIBLIOGRAFIA .....	101
ANEXOS.....	117

## **ÍNDICE DE TABELAS**

Tabela 1 - Caraterização global da amostra de alunos .....	42
Tabela 2 - Caracterização individual dos participantes .....	44
Tabela 3 - Movimento do livro (situação A, situação B e situação C).....	158
Tabela 4 - Movimento das esferas (situação A e B).....	173
Tabela 5 - Movimento da moeda (situação A e B).....	182
Tabela 6 - Movimento da nave espacial (situação A, B e C) .....	193

## **ÍNDICE DE ANEXOS**

Anexo 1 - Autorização da investigadora e Doutora Laurinda Leite .....	120
Anexo 2 - Pedido de autorização ao Conselho Executivo .....	122
Anexo 3 - Guião da Entrevista.....	124
Anexo 4 - Transcrição Áudio das entrevistas (antes e depois do ensino formal)...	130
Anexo 5 - Pedido de apresentação de projeto .....	152
Anexo 6 - Declaração de consentimento informado pela comissão de ética da Universidade Fernando Pessoa .....	154
Anexo 7 - Análise de Conteúdo das entrevistas e registo de observação direta....	157

## **ÍNDICE DE ILUSTRAÇÕES**

Ilustração 1. Respostas dos alunos à situação do livro A .....	59
Ilustração 2. Respostas dos alunos à situação do livro B .....	66
Ilustração 3. Respostas dos alunos à situação do livro C .....	69
Ilustração 4. Respostas dos alunos à situação A das esferas .....	72
Ilustração 5. Respostas dos alunos à situação B das esferas .....	76
Ilustração 6. Respostas dos alunos à situação da moeda A .....	79
Ilustração 7. Respostas dos alunos à situação da moeda B .....	83
Ilustração 8. Respostas dos alunos à situação da nave A .....	85
Ilustração 9. Respostas dos alunos à situação da nave B.....	88
Ilustração 10. Respostas dos alunos à situação da nave C.....	91

## **INTRODUÇÃO**

As dificuldades de aprendizagem em contexto escolar e o conseqüente insucesso, especificamente ao nível do ensino da Ciência, constituem na atualidade uma das principais razões de preocupação para os professores, pais, psicólogos, alunos, governantes, e, de uma maneira geral, para todos aqueles que se preocupam com questões relacionadas com a educação, e mais particularmente com o ensino e a aprendizagem da Ciência.

Segundo o argumento de alguns dos estudiosos no campo da educação, tais como Magnuson, Krajick e Borko (1999, *cit.in* Gulberg, 2008), o conhecimento das ideias prévias dos alunos por parte do professor é fundamental, sendo a partir desta base que se deve orientar o planeamento de uma aula e do ensino de um tópico específico (Gulberg, 2008).

É de salientar que muitos outros investigadores, ao longo dos tempos, têm-se dedicado ao estudo das concepções alternativas e a vantagem da sua utilização, por parte dos professores, como estratégia de ensino para os conteúdos em que os alunos manifestam mais dificuldades (Lewis, Leach, & Wood-Robinson, 1997; Lewis, Leach, & Wood-Robinson, 2000; Martión del Pozo et al., 2001; Haney et. al., 2002; So, et al., 2005; Kattmann, Frerichs & Gluhodow, 2005; Rivero et al., 2005; Gulberg et al., 2008; Osti, 2009; Contreras, 2010; Porlan et al., 2010; Prass, 2012).

De facto, as concepções alternativas acontecem quando novas experiências são interpretadas com base nas experiências anteriores. Se o novo conceito não preencher o esquema mental pré-existente, provavelmente será esquecido ou até mesmo rejeitado. Assim sendo, o objetivo da aprendizagem é reduzir estas ideias pré-existentes e substituí-las por conhecimento cientificamente correto (Wenning, 2008).

Na investigação de carácter descritivo e documental de Nava et al., (2009), plasmam-se algumas posições educativas, no âmbito das quais o modelo educativo de concepções alternativas e mudança conceptual é considerado como um dos mais importantes ao nível do ensino da Ciência.

Efetivamente, estes autores partem do pressuposto de que se o professor não tiver em conta as concepções alternativas dos discentes na preparação das aulas, estes desenvolverão um conflito entre os conhecimentos que possuem na sua estrutura cognitiva e o conhecimento cientificamente correto, não deixando desenvolver de forma apropriada as informações existentes na estrutura cognitiva, entendendo-se por capacidade cognitiva a atividade mental que trabalha simultaneamente com a memória, a qual tem uma capacidade limitada de informação (Franke & Bogner, 2011).

O objetivo principal do presente estudo é analisar as concepções alternativas de uma amostra de alunos do nono ano de escolaridade (do Concelho do Funchal) que revelam dificuldades de aprendizagem, e verificar se, de facto, ocorreu a mudança conceptual pretendida, sendo que as estratégias de aprendizagem usadas pelo professor tiveram em conta os conceitos mentais prévios dos alunos envolvidos. Na verdade, neste trabalho de investigação pretende-se ilustrar que os professores que têm em conta o pressuposto anteriormente referido com os seus discentes, são os que garantem a construção correta dos conhecimentos científicos na estrutura mental e cognitiva dos mesmos.

Contudo, convém salvuardarmos que o sucesso educativo e escolar não depende de um único fator. Regista-se, a título prévio, que, neste estudo, se verificaram outras variáveis que poderão influenciar a eficácia da aprendizagem e do ambiente de ensino, sem ser unicamente a responsabilidade do aluno e do papel do professor.

Assim sendo, e tendo em conta os participantes em estudo, pode-se verificar que, apesar das suas limitações cognitivas ao nível da aprendizagem, estes tiveram que enfrentar os parâmetros de avaliação exigidos pela instituição escolar, que, embora promova a inclusão, ainda coloca barreiras na mudança de paradigma, isto é, ainda continua a privilegiar os mais aptos.

Apesar da escolaridade mínima obrigatória, os alunos revelaram ter interesses divergentes dos escolares, verificando-se que as suas motivações não foram ao encontro do currículo que são obrigados a aprender (Lopes, 2009). Confirma-se que, para além destas limitações/constrangimentos, acresce o facto de os currículos se

apresentarem extensos e desarticulados dos programas, exigindo elevadas cargas horárias semanais para a sua concretização. Consequentemente, isto dificulta o papel do professor, nomeadamente quando este pretende simplificar a aprendizagem, de forma a torná-la mais acessível a todos os alunos, independentemente das suas características individuais.

Associado aos fatores supramencionados está o facto de os alunos manifestarem problemas disruptivos, o que compromete gravemente a aprendizagem e a eficácia do ambiente de ensino.

Por outro lado, a dificuldade comportamental e de aprendizagem manifestadas, segundo vários autores devem-se, em boa parte, a ambientes familiares problemáticos, dos quais os alunos são originários (Amado, 2000; Nunes, 2004). O ambiente familiar pode ser a causa e contribuir para o desenvolvimento de problemas de comportamento da infância, os quais levam consigo para a adolescência, até chegar à idade adulta (Dias, 2009).

Na realidade, as características dos ambientes familiares de onde são oriundos os alunos da nossa amostra de estudo, as quais estão registadas e comprovadas no próprio Projeto Curricular de Turma, são notoriamente problemáticas, o que justifica, em grande medida, a indisciplina e a agressividade manifestadas por aqueles.

Por outro lado, e tendo em conta o momento atual, os problemas de indisciplina e do insucesso escolar podem considerar-se como resultado/reflexo de uma sociedade que coloca na escola todas as responsabilidades (Lopes, 2009).

Em conclusão, a nosso ver, este tema reveste-se de particular relevância científica e social, uma vez que se tem verificado nas escolas Básicas do Concelho do Funchal, nestes últimos anos, um elevado número de casos de alunos que revelam insucesso na aprendizagem da Físico-Química, especialmente aqueles que revelam maior dificuldade de aprendizagem, com base na informação dos resultados estatísticos do sucesso escolar dos estabelecimentos do Ensino Básico do Concelho do Funchal (Ilha Madeira).

Os alunos com Necessidades Educativas Especiais (NEE), à semelhança dos restantes, também estão em contacto com os fenómenos naturais do meio envolvente e sofrem os efeitos da Ciência e da Tecnologia da sociedade onde estão inseridos. Sendo assim, é importante promover a alfabetização científica destes alunos, de acordo com as limitações que apresentam.

Certo é que o insucesso em causa conduz a estados de desmotivação e desinteresse pela disciplina e, conseqüentemente, no futuro, poderá mesmo levar ao afastamento dos jovens destas áreas científicas essenciais para a aquisição e desenvolvimento de certas profissões, bem como de suma importância para a sua formação pessoal e social como cidadãos da sociedade futura.

Em termos de estrutura formal, o trabalho está organizado em duas partes distintas, sendo de registar que os capítulos, embora independentes, procuram atingir os objetivos propostos.

Assim, no primeiro capítulo, procede-se à explicação do conceito de Educação Inclusiva, analisando a evolução ao longo do tempo que conduziu à ideia de que a educação é para todos. Do mesmo modo, caracterizam-se as teorias de aprendizagem e desenvolvimento, as suas vantagens e desvantagens, semelhanças e diferenças. No segundo e último capítulo aborda-se o conceito e a etiologia das concepções alternativas e a mudança conceptual, os métodos de ensino que têm em conta esta noção como também a perspetiva histórica e a importância do ensino da Ciência na formação do indivíduo.

A segunda parte do trabalho encontra-se organizada em dois capítulos. No primeiro, apresenta-se, o estudo empírico, definindo-se o objetivo e a metodologia, como também os instrumentos utilizados. O segundo capítulo corresponde à análise e discussão dos resultados e conclusões.

## I – FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

### 1. Educação Especial

#### 1.1 Perspetiva histórica da Educação Especial até a Educação Inclusiva

Nos nossos dias produz-se legislação que defende o direito à frequência das instituições de ensino das pessoas com Necessidades Educativas Especiais, a saber: o artigo 26 da Declaração Universal dos Direitos Humanos (1948); e as Diretrizes da 1ª Conferência Mundial sobre a Educação, reunida em Jomtien, Tailândia (Unesco, 1990); e o Estatuto da Criança e do Adolescente (Lei 8069/90); a Convenção dos Direitos da Criança (Unicef, 1998); o Fórum Mundial sobre a Educação para Todos, realizado em Dakar, Senegal (2000).

Nos artigos supramencionados está clarificada a ideia de que a educação é um direito humano inalienável que dá aos cidadãos o conhecimento preciso para viverem com dignidade (Freitas, 2010).

Apostar na educação, segundo o argumento de Freitas (2010), é assegurar os direitos humanos. À luz deste princípio humanista, esta deve naturalmente incluir a aceitação das desigualdades e da diversidade, a redução da pobreza, a aceitação dos progressos na Ciência e na educação, o controle do crescimento demográfico.

Contudo, no início da história da Educação Especial, constata-se que as pessoas com “*handicaps*” não eram tratadas com efetiva aceitação.

Na verdade, durante a maior parte da História da Humanidade, a pessoa com deficiência foi muitas vezes vítima de segregação, pois realçava-se a sua incapacidade ou anormalidade (Borges et al., 2010).

Até meados do século XVIII e primeiras décadas do século XIX, nos países escandinavos e na América do Norte, estas pessoas eram colocadas em instituições especializadas como pessoas com deficiência. Historicamente, pode dizer-se que foi a partir desta altura que terá surgido a Educação Especial.

Embora seja de lamentar o carácter tardio desta mudança, é de louvar o facto de a sociedade, gradualmente, ter vindo a consciencializar-se de que havia necessidade de atender as pessoas consideradas deficientes. No entanto, o atendimento prestado era sobretudo assistencialista. Esta assistência era prestada em centros especializados, nos quais as pessoas recebiam atendimento de vários profissionais (médicos, psicólogos, psicopedagogos, assistentes sociais).

A partir do século XX, a desinstitucionalização acontece com a introdução de programas escolares para os deficientes mentais.

Os serviços especiais tornaram-se diversificados e estas classes especiais passaram a ser integradas no contexto escolar. No entanto, ainda se verificam a segregação e a exclusão (*idem*).

Segundo Borges (2010), a terminologia que classifica as pessoas detentoras de “*handicaps*” foi variando ao longo do tempo, mas esta mudança tem sido lenta, devido às dificuldades da aceitação social da Educação Inclusiva. A primeira terminologia usada foi: Pessoas Portadoras de Deficiência ou «Excepcionais». No entanto, a partir de 1980, esta definição foi mudada para pessoas com Necessidades Educativas Especiais.

De acordo com Diniz (2007), a mudança da terminologia de Pessoas Portadoras de Deficiência para pessoas com Necessidade Educativas Especiais, significa que a dimensão do problema evoluiu do indivíduo para uma conceção social, em que a comunidade passa também a participar.

Em contrapartida, a terminologia Necessidades Educativas Especiais ainda não é um termo unânime, isto porque continua o debate em torno da adequação ou não deste conceito, discussão que tem vindo a ser feita quer pelas instituições oficiais de pesquisa, quer pelas academias, passando pela necessidade contínua de revisão crítica da legislação a esta temática (Borges, 2010).

O conceito de «inclusão» nasce, em 1986, nos Estados Unidos da América, com a “Regular Education Initiative” (REI). Logo depois, surge em Inglaterra, sendo de analisar um conjunto de iniciativas que foram desenvolvidas desde então, visando o

aperfeiçoamento do serviço prestado através da colaboração de diversas áreas designadamente as da assistência social, saúde e trabalho. Paralelamente, a intervenção e a investigação foram desenvolvidas através de medidas governamentais e através de diversas investigações sobre Educação Inclusiva, o mais conhecido Centro de Estudos é o “Centre for Studies on Inclusive Education”(CSIE), pois é dele que têm surgido os principais documentos a respeito da área da Educação Especial: “UN Standard Rules on the Equalisation of Opportunities for Persons with Disabilities”(United Nations, 1993); “Unesco Salamanca Statement” (Unesco, 1994); “UN Convention on the Rights of the Child” (Unicef, 1998); “International Perspectives on Inclusion” (Timmons, 2002; Borges, 2010).

De registar que têm partido deste centro documentos orientadores a serem colocados em prática em vários países do continente asiático Na atualidade, o conceito de Necessidades Educativas Especiais corresponde ao da Educação Inclusiva. De acordo com Borges (2010, p.9), a finalidade principal é “analisar o potencial de aprendizagem, como sujeito integrado num sistema de ensino regular” (*idem*).

Segundo o Decreto Legislativo n.º 3/2008, de 7 de Janeiro: a Educação Inclusiva visa a igualdade educativa, sendo que por esta se entende a garantia de igualdade, quer no acesso quer nos resultados. Assim sendo, este modelo de educação implica necessariamente a gestão da diversidade das características individuais dos alunos mediante a aplicação de estratégias educativas adaptadas a cada situação. À luz do mesmo decreto, e de acordo com os seus princípios orientadores:

(...) A escola inclusiva pressupõe individualização e personalização das estratégias educativas, enquanto método de prossecução do objetivo de promover competências universais que permitam a autonomia e o acesso à condução plena da cidadania por parte de todos (Decreto Legislativo n.º 3/2008, de 7 de Janeiro, p.154).

O referido documento é ainda mais explícito quando sustenta que “todos os alunos têm necessidades educativas” (Decreto Legislativo n.º 3/2008, de 7 de Janeiro, p.154) trabalhadas no quadro da gestão da diversidade acima referida. Existem casos, porém, em que as necessidades se revestem de contornos muito específicos, exigindo a ativação de apoios especializados.

Assim, de acordo com a noção da Educação Inclusiva, para todos os alunos que têm Necessidades Educativas Especiais, deve tomar-se em linha de conta as situações mais específicas, nomeadamente as que necessitam da prestação de serviços mais especializados.

Com efeito, os apoios especializados são para aqueles que manifestam limitações específicas em um ou mais domínios da vida, e citamos:

Os apoios especializados visam responder às necessidades educativas especiais dos alunos com limitações significativas ao nível da atividade e da participação, num ou vários domínios de vida, decorrentes de alterações funcionais e estruturais, de carácter permanente, resultando em dificuldades continuadas ao nível da comunicação, da aprendizagem, da mobilidade, da autonomia, do relacionamento interpessoal e da participação social e dando lugar à mobilização de serviços especializados para promover o potencial de funcionamento biopsicossocial (Decreto Legislativo n.º 3/2008, de 7 de Janeiro. pp. 155-157).

Em suma, urge reter o princípio orientador segundo o qual os apoios especializados implicam não só medidas para os alunos, mas também, e paralelamente, medidas efetivas de mudança no contexto escolar.

A Declaração de Salamanca é considerada um marco na documentação a favor da Educação Inclusiva. Esta aconteceu a 10 de Junho de 1994, precisamente na cidade de Salamanca, em Espanha, onde se realizou a Conferência Mundial da Educação. Este evento foi patrocinado pelo governo Espanhol e pela Unesco, no qual se encontravam representados 92 países e 25 organizações internacionais e foi reafirmado nesta conferência o compromisso de que a educação deveria ser para todos (Freitas, 2010).

No entanto, esta situação implica uma reflexão mais profunda. Apesar de a legislação existir, a Educação Inclusiva baseia-se em fatores mais gerais que abrangem não somente as leis. Uma das questões principais consiste em como tornar compatível esta realidade heterogénea com os esquemas tradicionais pré-existentes (*idem*).

Com efeito, não se pode ignorar que a própria estrutura escolar foi historicamente construída com base no conceito da normalidade, de forma que só os alunos aptos a superar os obstáculos de apreensão dos conteúdos, seriam aqueles que efetivamente

teriam acesso aos níveis mais elevados de ensino, ao passo que os outros alunos, com um ritmo mais lento e diferenciado de aprendizagem, deveriam seguir por outros caminhos, segregados ou ignorados pelo sistema escolar (*idem*).

Na realidade, a estrutura escolar continua a dar primazia à razão e ao fazer técnico, com a predominância de conteúdos eruditos e científicos em detrimento da valorização de aspetos subjetivos e criativos das experiências dos alunos.

Esse fato contribui para a manutenção de uma hierarquia de saberes que só irá favorecer apenas os alunos com ritmo de aprendizagem acelerado de conceitos científicos (*idem*).

Ainda de acordo com Freitas (2010), estes são favorecidos pelo meio social, cultural e económico, reproduzindo e mantendo essa ordem. Basicamente, esta estrutura gera dois grupos distintos: os privilegiados, que irão beneficiar da situação das suas capacidades, e o grupo de pessoas com Necessidades Educativas Especiais, que estarão de uma forma geral afastados do processo de interação escolar e social, tais como o acesso aos meios de produção e vinculação cultural.

De fato, a visão da escola inclusiva implica a desconstrução de discursos educacionais que excluam às diferenças.

É preciso, segundo Skliar et al. (2010), eliminar as representações sociais inerentes ao próprio termo deficiente, que é visto como um problema, como algo que está errado no sujeito. Objetivamente, nesta perspetiva, as pessoas com Necessidades Educativas Especiais (NEE) não encontram uma aceitação. Segundo o autor, anteriormente referido, urge desmistificar o termo normal, que em si mesmo traz a violenta imposição de uma suposta identidade considerada única e verdadeira, mas não abrangente, e fazendo dela a única identidade possível.

Bourdieu (2003, *cit.in* Freitas, 2010), concluiu que a escola não consegue corrigir as desigualdades sociais, antes contribui para que estas se repitam, privilegiando aqueles que a própria socialização familiar já preparou para o ensino. A função da escola em muitos casos é a repetição do status quo, que existe fora da sociedade.

A este propósito, a socióloga Duru-Bellat (2004), argumenta que a escola não é «todo-poderosa» e que, se existem desigualdades sociais, sexuais e culturais, é porque estas já existiam e continuam a existir na sociedade. As desigualdades escolares formam-se precocemente, pois estão sujeitas às desigualdades materiais e culturais que hierarquizam os diferentes meios familiares. Segundo a mesma, não é a estrutura escolar de normalização aquela que favorece o sucesso escolar, mas sim a aceitação da heterogeneidade que, conseqüentemente, gera igualdade, evitando a estigmatização das turmas, os comportamentos negativos, a exclusão.

Para dar resposta às diversas necessidades educacionais e diferentes ritmos de aprendizagem, é preciso ter em conta certas atitudes:

(...) Mudanças organizacionais, estratégias didático-pedagógicas, recursos diferenciados, estruturação do espaço físico, capacitação docente. É impossível pensar num sistema educativo inclusivo, apenas com legislação, mantendo todo o resto na mesma (Freitas, 2010, p.29).

De acordo com Freire (1992, *cit in*. Freitas 2010), o processo de inclusão requer mudança de paradigma, busca de aproximações com linguagens mais modernas, novos medias, transformação nas práticas de ensino-aprendizagem, tendo em conta o reconhecimento das representações culturais. Por outro lado, implica também reconhecer o caráter provisório do conhecimento, suas possibilidades emancipatórias e democratizantes, que incorporam considerações sobre distintos contextos sociais. A comunicação, de acordo com Freitas, é a chave para ultrapassar os obstáculos da aceitação da diferença.

Há vários estudos sobre a perceção e opinião dos professores sobre a inclusão dos alunos com Necessidades Educativas Especiais. A partir desses estudos, constata-se que a perceção dos professores é influenciada pela experiência profissional e pela sua formação.

A título de exemplo, sobre a inclusão de alunos com Trissomia 21, nas escolas do ensino regular, confirma-se que os professores que já tiveram alguma experiência em trabalhar com alunos com Trissomia 21 eram obviamente aqueles que demonstravam ser mais recetivos quanto à sua inclusão em sala de aula. Este mesmo estudo confirma

que os professores estavam abertos à ideia da inclusão, embora com muitas preocupações quanto à sua operacionalização na prática (Correia et al., 2009).

## **1.2 Necessidades Educativas Especiais: as dificuldades de aprendizagem**

### **1.2.1 Conceitos**

As dificuldades de aprendizagem podem ser consideradas como algo que absorve uma diversidade de problemas educacionais e este termo muitas vezes pode ser mal interpretado, dado as várias definições que lhe atribuem. Este termo pode estar relacionado com um conceito mais amplo e complexo que engloba fatores sócio culturais, económicos, pedagógicos, psicológicos e familiares (Sousa, 2009).

Ao longo do tempo vários foram os investigadores que procuraram dar uma definição de dificuldades de aprendizagem. No exemplo a seguir encontra-se várias definições sobre esse conceito: as dificuldades de aprendizagem segundo a proposta por Kirk consistem em dificuldades relacionadas com a linguagem e nos rendimentos académicos, independentemente da idade das pessoas, cuja causa seria uma disfunção cerebral ou uma alteração emocional condutual. Esta definição foi usada pela primeira vez no Congresso de 1963 da “*Association for Children with Learning Dissabilities, atualmente Learning Dissabilities Association of America*” (Kirk, 1962, cit. in Lima, 2014).

As reflexões de Kirk (1968, p.481) seriam melhor refletidas na sua obra “*National Advisory Comittee and Handicapped Children*” (NACHC), que nos sublinha:

Uma dificuldade de aprendizagem refere-se a um retardamento, transtorno ou desenvolvimento lento em um ou mais processos da fala, linguagem, leitura, escrita, aritmética ou outras áreas escolares, resultantes de um handicap causado por uma possível disfunção cerebral e/ou alteração emocional ou condutual. Não é o resultado do retardamento mental, deprivação sensorial ou fatores culturais e instrucionais (Kirk, 1968, p.481).

Outra definição foi dada por Bateman (1965, p.8), introduzindo o conceito de discrepância entre rendimento e aptidão:

As crianças que têm dificuldade de aprendizagem são as que manifestam uma discrepância educativa significativa entre seu potencial intelectual estimado e o nível atual de execução relacionado com os transtornos básicos nos processos de aprendizagem (Bateman, 1965, p.8).

A investigação levada a cabo neste âmbito pela Universidade de Northwestern, procura reduzir as várias definições de dificuldade de aprendizagem para uma única definição mais completa. De facto, com esta finalidade “*United States Office of Education*” (USOE) constitui um “*Institute for Advanced Study at Northwestern University*”. Relativamente à definição de problemas de aprendizagem, consideram que realmente há a discrepância entre aptidão e rendimento, embora não sugiram as causas das dificuldades de aprendizagem e excluam as definições que integravam noções de transtornos de pensamento, incluindo os transtornos da orientação espacial entre as dificuldades de aprendizagem (USOE, 1977).

Por outro lado, o “*National Project on the Classification of Exceptional Children*” (NJCLD) (1994, *cit. in* Correia, 2004, pp. 61-64) só considera dificuldades de aprendizagem, nas situações em que se verifique um déficite nos processos perceptivos que produzem problemas académicos:

As dificuldades de aprendizagem específicas, tal como se definem aqui, fazem referência às crianças de qualquer idade que demonstrem uma deficiência substancial num aspeto particular do aproveitamento académico por causa de handicaps motores ou perceptivo-motores, sem considerar a etiologia de outros fatores contribuintes. O termo perceptual, tal como se utiliza aqui, refere-se a processos mentais (neurológicos) através das quais as crianças adquirem os sons e as formas básicas do alfabeto (NJCLD,1994, *cit. in* Correia, 2004, pp.61-64).

De acordo com Correia (2007), numa perspetiva orgânica, as dificuldades de aprendizagem são desordens neurológicas que interferem com a receção, integração, ou expressão de informação, caracterizando-se, em geral, por uma discrepância acentuada entre o potencial estimado do aluno e a sua realização escolar.

A primeira definição, e aquela que parece ser mais aceite internacionalmente, é a que figura na ‘Public Law’ actualmente designada por “*Individuals with disabilities*

Education Act” (IDEA) que sustenta que: “dificuldades de aprendizagem específica” (p. 94-142) significa uma perturbação num ou mais dos processos psicológicos básicos envolvidos na compreensão ou utilização da linguagem falada ou escrita, que pode manifestar-se por uma aptidão imperfeita de escutar, pensar, ler e escrever, soletrar, ou fazer cálculos matemáticos. O termo inclui condições como problemas perceptivos, lesão cerebral, disfunção cerebral mínima, dislexia e afasia de desenvolvimento. O termo não engloba as crianças que têm problemas de aprendizagem resultantes principalmente de deficiências visuais, auditivas ou motoras, de deficiência mental, de perturbação emocional ou de desvantagens ambientais, culturais ou económicas (*Federal Register*, 1977, *cit. in*. Correia, 2007).

Sousa (2009), argumenta que uma dificuldade de aprendizagem não significa necessariamente uma deficiência mental ou orgânica, mas pode indicar outra condição específica onde existem aspetos que devem ser trabalhados para se obter melhor rendimento intelectuais, isto porque, por vezes a dificuldade de aprendizagem na criança, pode estar relacionado com a inibição intelectual que pode dificultar o bom desenvolvimento dos processos cognitivos, e sua relação com a aquisição de conhecimentos e com a família, na medida que as atitudes parentais influenciam a relação da criança com o desenvolvimento.

De acordo com a pesquisa bibliográfica, podemos situar as dificuldades de aprendizagem, através de duas teorias: a dificuldade de aprendizagem sintoma e a dificuldade de aprendizagem reativa. Segundo Bruner (1960, *cit.in* Sousa, 2009) na dificuldade de aprendizagem sintoma pode-se observar que existem as possibilidades externas para a aprendizagem, no entanto já não há a motivação para aprender. Em contrapartida, na dificuldade de aprendizagem reativa há o desejo de aprender, contudo, não foram proporcionadas ao indivíduo situações viáveis de aprendizagem.

Pode-se constatar que há controvérsias quanto à etiologia, à caracterização e à definição de dificuldades de aprendizagem e que aqueles que são rotulados por esta definição pertencem a um grupo heterogéneo, podendo apresentar problemas socioeconómicos e comportamentais, menor aceitação social ou problemas de imaturidade ou ansiedade.

### 1.2.2 As dificuldades de aprendizagem versus problemas de comportamento e insucesso escolar

Os problemas de comportamento são tão antigos, como a existência da própria escola (Lopes, 2009). No entanto, estes mesmos comportamentos acabam por afligir todos aqueles que pertencem ao universo escolar. As agressões verbais e físicas entre os alunos, entre estes e professores, a invasão de grupos externos e até o narcotráfico têm violado o espaço escolar causando insegurança e medo (Oliveira, 2002).

Segundo Baker (1998) e Oliveira (2002), os problemas comportamentais manifestados no contexto escolar são vários, os quais se destacam os vários comportamentos antissociais aplicados na escola, incluindo comportamentos de oposição, agressões a pares, professores e funcionários.

Estes comportamentos resultam da disfuncionalidade altitudinal de alunos específicos e grande parte deles são originários do exterior da escola, não constituindo propriamente produto da escolarização (Lopes & Rutherford, 2001).

Muitos autores que estudam e analisam dificuldade de comportamento e as questões relacionadas com a sua compreensão, também afirmam que este conceito apresenta sério obstáculo quanto à sua definição, classificação e diagnóstico, pois o termo problemas ou dificuldades de comportamento é muito ambíguo e controverso (Brioso & Sarria, 1995; Peterson, 1995, *cit.in* Bolsoni-Silva & Prette, 2003; Major 2011). No entanto, partindo de princípios comportamentalistas pode-se definir como comportamento, ações observáveis e mensuráveis do indivíduo (Lopes & Rutherford, 2001).

O facto de ser um conceito ambíguo, porque um mesmo comportamento pode ter origem em várias causas, desde distúrbios metabólicos e do cérebro, até distúrbios induzidos associados a disfunções familiares, e que, de acordo com a sua tipologia, isto é, tratando-se de:

Comportamentos excessivos, crónicos e desviantes, que vão desde os atos impulsivos e agressivos até aos atos depressivos e de afastamento (Graubard, 1973, *cit.in* Lopes & Rutherford, 2001, p.25).

Os problemas comportamentais representam um grave problema no contexto escolar, dado que os alunos que o evidenciam demonstram dificuldades em se envolver e persistir com as tarefas escolares, perturbam constantemente o grupo que frequentam, demonstram falta de atenção e concentração, logo demonstram deficiência ao nível das competências de estudo, revelam dificuldade em seguir as regras sugeridas pelo professor, conseqüentemente sendo alvo de maior ação disciplinar (Camisão, 2005).

Contudo é preciso salientar que os problemas comportamentais não podem ser avaliados e reconhecidos a partir de sistemas isolados, mas sim a partir de um modelo de desenvolvimento que resulte num conjunto de comportamentos cada vez mais estruturados e coerentes à medida que o indivíduo vai crescendo (Lopes & Rutherford, 2001).

De facto, os problemas de aprendizagem poderão vir a estar associados a problemas comportamentais, pois estes afetam negativamente o sistema de ensino prejudicando a aprendizagem dos alunos, ou a eficácia do ambiente de ensino (Veiga, 2001).

Assim sendo, as crianças que manifestam problemas comportamentais revelam frequentemente problemas ao nível académico, social e emocional. Como se encontram continuamente expostas ao insucesso, revelam falta de interesse nas tarefas escolares e têm tendência a desistir com facilidade, dando lugar ao mau desempenho académico (Barkley et al., 2002, *cit. in* Camisão, 2005).

### **1.3 As teorias de aprendizagem e desenvolvimento**

Atualmente, as teorias de aprendizagem em Ciências da Educação abordam dois pontos de vista: o individual e o fator sociocultural.

Sob ponto de vista individual, a aprendizagem resulta da mudança da estrutura mental do sujeito, sendo esta que dá significado às experiências e às suas concepções. Este ponto de vista teve origem em Piaget e na epistemologia genética (Leach, 1994, *cit. in* Gullberg et al., 2008). Em termos de enquadramento teórico, esta é de carácter cognitivista, pois a aprendizagem é vista como a aquisição de conhecimentos ou também como a construção e a mudança sequencial desses mesmos conhecimentos (Franke, 2011).

Note-se que os estudos de Piaget são de suma importância porque procuram explicar como o indivíduo passa de um estado de menor conhecimento para um de maior conhecimento. Segundo este, o homem possui um organismo que, em contacto com o meio ambiente, irá amadurecer (Osti, 2009).

Piaget preconiza que os conhecimentos são construídos uns a partir de outros. E acredita que, à nascença, o bebé traz conhecimentos necessários à sua sobrevivência e que estes têm origem hereditária como, por exemplo, os reflexos da preensão/tato e da sucção, o ato de pegar e sugar, a audição e a visão, o ato de ouvir e olhar na direcção diretamente. Basicamente, este considera o sistema cognitivo como um ato de prolongamento do sistema biológico. Sendo assim, à construção do conhecimento está inerente a necessidade do indivíduo de saber fazer ou ter ferramentas precisas para a sobrevivência independente (*idem*).

Segundo esta teoria, o desenvolvimento acontece em quatro etapas:

- a) O período que antecede a linguagem (período sensório motor), desde o nascimento até os dois anos, caracteriza-se pelas percepções sensoriais, esquemas motores da criança, construídos a partir de reflexos inatos (sucção e preensão) de que o bebé dispõe para lidar com o ambiente. Nesta fase a criança não possui capacidade de representação. Nesta etapa, a finalidade é distinguir os objetos do seu próprio corpo (*idem*);
- b) Segue-se o período pré-operatório, que acontece entre os 2 e os 7 anos de idade, com o aparecimento da função simbólica e com a capacidade de representar através da palavra, do gesto, ser capaz de falar sobre objetos e acontecimentos, passando a interiorizar as ações. É próprio desta fase o egocentrismo, o animismo que consiste na atribuição a objetos e pessoas dos seus próprios pensamentos, e o artificialismo que é atribuir causas humanas a fenómenos naturais. Nesta etapa verifica-se que nas suas explicações, as crianças, confundem o real com a fantasia;
- c) Segue-se-lhe a fase do período pré-operatório concreto. O interesse da criança pela família passa para o grupo social. Há aumento do campo da socialização com a inserção em outros grupos sociais, os amigos da escola, do clube, etc. O egocentrismo presente na fase anterior diminui, pois a criança começa a

perceber que outras pessoas têm pensamentos e sentimentos diferentes aos seus. O pensamento torna-se crítico revelando a presença de estruturas lógicas (Osti, 2009);

- d) A partir dos 12 anos, o pensamento do jovem é designado como hipotético-dedutivo o que traduz na capacidade de pensar na realidade concreta e possível. O jovem consegue formar esquemas conceituais abstratos, tais como a felicidade, o amor, o sonho e a fantasia, conseguindo formular hipóteses e analisar consequências;

De referir que em todas estas fases da teoria de Piaget está presente o equilíbrio fundamental para o desenvolvimento cognitivo. Apesar da divisão das fases cognitivas por idade, convém salientar, segundo o argumento do autor, que as idades não são fixas, pelo que não há garantia de que, ao alcançar certa idade, a criança tenha adquirido a correspondente capacidade cognitiva própria da sua faixa etária (*idem*).

A teoria psicogenética é designada de construtivista, porque o conhecimento é construído e reorganizado através da interação, não se centra nem no sujeito, nem no objeto. Cada estágio é marcado por estes dois processos e só então avança para o seguinte, a estrutura construída numa idade faz parte integrante da etapa seguinte.

O próprio Piaget refere que a afetividade é a força que impulsiona o desenvolvimento, pois é esta que dá valor às atividades, regulando a energia. A vida afetiva e a vida intelectual são paralelas e interdependentes (Osti, 2009).

Outro autor, Vergnaud (1985) foi doutor em ensino da Matemática, psicólogo e discípulo de Piaget. Embora retome os estudos deste último, Vergnaud adota como referência o conteúdo do conhecimento, centrando o seu interesse em ambientes escolares, no âmbito dos quais Piaget não trabalhou. A sua teoria ficou conhecida como teoria dos campos conceptuais (TCC), conforme afirma, esta “não tem ambição de ser uma teoria didática, mas de fornecer um quadro teórico para analisar a formação e o funcionamento dos conhecimentos” (Prass, 2012, p.41).

Bruner (1986), por seu turno, foi o defensor da teoria de aprendizagem por descoberta, tendo enfatizado a importância do papel do aluno no processo de aprendizagem. No

seu entender, a aprendizagem por descoberta acontece quando o professor apresenta todas as ferramentas necessárias para que o aluno possa descobrir por si só o que deseja aprender.

Uma outra perspetiva a respeito da teoria de aprendizagem é a da aprendizagem significativa de Ausubel (1978). Este relata que teve uma educação rodeada de castigos e humilhações, refere ainda que a escola é um cárcere para meninos. O crime de todos é a pouca idade e, por isso, os carcereiros dão-lhes punição.

Este autor considera que a estrutura cognitiva de cada indivíduo é extremamente organizada e hierarquizada, de maneira que os vários ideais se ligam segundo a relação entre elas. Nesta estrutura, é que se fundam e se organizam novas ideias que o indivíduo vai gradualmente internalizando e aprendendo. Assim, a aprendizagem acontece, sobretudo, quando acontece a ampliação da estrutura cognitiva, através de novas ideias que se vão integrando nesta. O tipo de interação entre as ideias já existentes e as novas que se estão incorporando, pode resultar numa aprendizagem significativa ou numa aprendizagem mecânica.

A aprendizagem significativa acontece quando as novas ideias se relacionam logicamente com as ideias pré-existentes na estrutura cognitiva do indivíduo. A esta luz, o objetivo do ensino é que todas as ideias sejam aprendidas de forma significativa.

Só desta forma é que as novas ideias serão armazenadas por bastante tempo e de maneira estável. Pelo contrário, com a aprendizagem mecânica, as novas ideias não se relacionam de forma lógica e clara com nenhuma ideia pré-existente. Consequentemente, elas serão armazenadas sem conexão, sem o indivíduo aprender o seu significado, pelo que será incapaz de utilizar este conhecimento em contexto diferente daquele no qual foram primeiramente apresentados estes conceitos.

Piaget e Bruner valorizavam a aprendizagem por descoberta como a ideal. Mas Ausubel alerta para o inverso, para o contexto de sala de aula, afirmando que a aprendizagem por descoberta pode ser mecânica, pelo que as ideias pré-existentes na estrutura cognitiva e a nova ideia poderão não estabelecer relações lógicas e claras para o aluno (Prass, 2012).

A aprendizagem significativa poderá acontecer por subordinação. Esta pode ser derivativa se o que se aprende é mais um exemplo daquilo que já se sabe, não trazendo qualquer alteração para a ideia mais geral com a qual está relacionada ou correlativa se a nova ideia que se aprende é um exemplo que dá sentido a algo mais amplo que já se sabe; a aprendizagem significativa por superordenação acontece quando a nova ideia que se aprende é mais geral do que uma ou mais ideias que se sabe.

E, finalmente, a aprendizagem combinatória, que acontece quando a nova ideia não tem uma ponte possível com as ideias existentes na estrutura cognitiva. No entanto, podem progressivamente interconectar-se umas com as outras, através do trabalho consciente do indivíduo que procura e estabelece estas relações (reconciliação integrativa).

É preciso ter em conta a disponibilidade do indivíduo para aprender. Os fatores são: os cognitivos, os fatores afetivos e sociais, e fatores externos que obstaculizam a aprendizagem significativa.

A estrutura cognitiva do indivíduo no ensino-aprendizagem depende da existência de âncoras mentais para conectar com as novas ideias que se pretenda ensinar por subordinação, superordenação ou de forma combinatória, se há clareza e firmeza das ideias que serão as âncoras que determinarão o nível e a estabilidade da aprendizagem.

Relativamente aos fatores afetivo-sociais, estes determinam a disposição do aluno para a aprendizagem significativa. Assim sendo, mesmo que o material seja potencialmente significativo para o estudante, ele pode optar simplesmente por decorá-lo.

Em contrapartida, no ponto de vista sociocultural, a aprendizagem realiza-se no contexto social e cultural, sendo a linguagem e a cultura o elo de ligação entre o indivíduo e o meio envolvente (Leach, 1994, *cit.in* Gullberg et al., 2008). Esta perspetiva teve origem em Vygotsky (1926 até 1998) e tem sido desenvolvida por vários autores tais como Wertsch (1991), Barros (1998), Moreira (1999) e Prass (2012), entre outros.

É de realçar a importância fundamental da teoria de aprendizagem de Vygotsky, o qual enfatizou o processo histórico-social e o papel da linguagem no desenvolvimento do

indivíduo, tendo abordado a importância da cultura e do contexto social na evolução da criança e da sua aprendizagem (Prass, 2012).

Segundo Vygotsky (1998), a linguagem é importante para o desenvolvimento cognitivo da criança, demonstrando que esta é capaz de construir rapidamente conceitos. Para este, a linguagem era a principal maneira de transmissão da cultura e do pensamento e a autorregulação voluntária (*idem*).

A linguagem da criança numa fase inicial em que está orientada para a interação superficial em seu convívio evolui e, até certo ponto, penetra no subconsciente para se constituir na estrutura do pensamento. Assim, segundo este autor, o significado básico das palavras adquiridas, funcionará como base para a formação de novos e mais complexos conceitos (*idem*).

As teorias de aprendizagem das Ciências de Educação referem-se à aprendizagem que tem em conta a mudança da estrutura mental dos indivíduos e ao aspeto sociocultural, sustentando que a aprendizagem resulta do contexto social e cultural (Gulberg, 2008).

Leach e Scott (1994, *cit. in* Gulberg, 2008), enfatizam que ambas as teorias de aprendizagem, quer sob o ponto de vista individual, quer sob o ponto de vista sociocultural trazem informações sobre a nossa compreensão acerca do ensino e da aprendizagem da Ciência.

Outra teoria de aprendizagem é o condutivismo, advogado por Skinner (1904-1990), psicólogo Americano formado em Harvard, principal representante desta corrente. Genericamente, o condutivismo explica que o comportamento animal e humano é resposta a diferentes estímulos. A experiência de Skinner, mundialmente conhecida, é a do rato e a da comida. O rato corre em volta da caixa e pisa no pedal. Consequentemente, uma determinada porção de comida cai na caixa. O condicionamento denomina-se operante se o comportamento que conduziu o rato a receber a comida se repete no futuro (ao reforçador) (Prass, 2012).

Outro autor importante para o nosso estudo é Rogers (2009, *cit. in* Prass, 2012). Segundo este, o organismo dos seres vivos tem tendência à atualização e, como finalidade, à autonomia. Segundo este, é a autonomia a alavanca que move os seres

vivos, no caso dos humanos, à abertura de novas experiências. A tentativa de dar novos horizontes à educação levou à formação desta corrente humanista que incorpora no ensino ideias da psicoterapia. Relativamente à educação, Rogers advoga que o papel do professor é semelhante ao do terapeuta e o do aluno ao do cliente. Em termos concretos, a tarefa do professor é facilitar o processo de educação que o aluno gere a seu modo (Prass, 2012).

Na sua concepção, a educação é usada como um sistema de opressão, no qual o aluno é visto como sujeito que nada sabe e a educação é uma doação dos que julgam ter conhecimento. Na realidade, o professor “ deposita” o conteúdo na mente dos alunos que a recebem apenas como forma de armazenamento, sem acontecer a transformação desse saber. É a chamada cultura do silêncio, porque o professor é o detentor da palavra, criando no aluno um indivíduo que não participa na sua educação.

## **2. As concepções alternativas e a mudança conceptual no ensino da Ciência**

### **2.1 O conceito de mudança conceptual**

As estratégias de um professor de Ciência terão como finalidade despertar e motivar os alunos para os conteúdos e conhecimentos científicos, demonstrando os fenómenos naturais que acontecem no dia-a-dia, trabalhando, holisticamente, os cinco sentidos do ser humano.

Com efeito, por detrás dos objetivos programáticos, o professor deverá orientar os alunos para os objetivos específicos como a construção do raciocínio lógico e abstrato, para o estímulo da criatividade, para a coordenação motora, visando desenvolver a função de cada órgão dos sentidos das crianças de uma forma lúdica e significativa para a vida.

Neste quadro, as metodologias de aprendizagem deverão ser variadas, passando pela realização de jogos, pelos exercícios práticos, pelas atividades pedagógicas e lúdicas, visando despertar nos alunos o interesse pelas aulas de ciências.

De acordo com alguns professores, os alunos motivam-se mais pela Ciência quando o seu conteúdo teórico é complementado com a parte laboratorial, em que as experiências são demonstradas aos alunos no momento em que elas acontecem (Almeida, et al., 2011).

Paralelamente, na Ciência, como em qualquer outra área de ensino, é imprescindível o conhecimento profissional dos professores, sendo fundamental planear e experimentar estratégias de formação que promovam a evolução do seu conhecimento profissional (Porlan et. al., 2010).

De acordo com Leach e Scott (1994, *cit. in* Gulberg, 2008), o professor tem um importante papel, que é o de dar contexto às aulas. Mortimer e Scott (2002) argumentam que:

(...) Para que uma ferramenta analítica tenha impacto nas práticas pedagógicas do dia-a-dia, no ensino de ciências, ela deve preencher dois critérios básicos: 1) ela precisa capturar efetivamente os aspectos chaves do que acontece nas salas de aula; 2) ela precisa ser desenvolvida num nível de detalhe apropriado, de modo a facilitar o trabalho de análise e planeamento de ensino (Mortimer e Scott, 2002, p.303);

Shulman (1986, *cit. in* Gulberg, 2008) considerou como base de conhecimento dos professores o “Pedagogical Content Knowledge” (PCK). Havendo outros autores que têm desenvolvido este mesmo modelo ao longo dos tempos (Tamir 1988; Grossman et al., 1989; Marks 1990; Cochran et al., 1993; Bull et al., 2008, Rohann et al., 2010).

Mais especificamente, a estrutura do modelo PCK refere-se à orientação do ensino da Ciência, segundo Magnusson (1999, *cit. in* Gulberg, 2008) e seus colegas é sumariamente o que se apresenta a seguir :

1. Conhecimento do currículo científico refere-se ao conhecimento dos professores sobre o que os alunos devem aprender segundo o seu currículo, como também indica o conhecimento que estes devem ter relativamente aos materiais que poderão ser utilizados;

2. Conhecimento da avaliação da literacia científica, refere-se ao conhecimento das dimensões da avaliação do ensino das ciências, como também os métodos usados para essa mesma avaliação;
3. O conhecimento das estratégias instrucionais, inclui o conhecimento sobre a matéria e sobre as estratégias de ensino (modelos, comparações, desenhos), assim como o conhecimento do modo como esses materiais podem ser otimizados para ajudar aos alunos a compreender os conceitos específicos e a relação entre eles; e finalmente as concepções dos alunos sobre os conceitos específicos e a relação entre eles, isto é, o conhecimento dos requisitos necessários para que a aprendizagem aconteça e o conhecimento das áreas onde os alunos revelam mais dificuldade;

É de salientar que Magnusson, Krajcik e Borko (1999, *cit. in* Gulgerg, 2008), chamam a atenção para a necessidade de o professor ter um efetivo conhecimento das concepções científicas dos alunos, a fim de poder planear e ensinar partindo das mesmas. Recorde-se que ao conhecimento das concepções alternativas dos alunos, segundo os autores supracitados, corresponde a base para introduzir os novos conceitos científicos.

Estes investigadores chamam a atenção para a situação problemática que acontece quando os conhecimentos pré-concebidos dos alunos são contrários ao conceito cientificamente correto. Nestas situações, o problema não consiste somente em ensinar o novo conceito. Vai muito para além dessa intervenção, convocando necessariamente da parte do professor a exigência de eliminar o conceito considerado não cientificamente correto.

Paralelamente, revela-se de igual importância o registo e a análise da progressão das concepções dos professores relativamente às estratégias de ensino implementadas por estes (Martión del Pozo et al., 2001; Rivero & Pórlan, 2005; Porlán et al., 2010).

Neste contexto, não nos podemos esquecer; os diferentes métodos de ensino aplicados pelo professor, correspondem a diferentes modelos didáticos que influenciam a aprendizagem dos alunos.

Assim, se o modelo didático for o tradicional (MDTR), o método utilizado pelo professor é de caráter transmissivo (metodologia transmissiva). O professor realiza atividades de tipo expositivo, explica e controla a disciplina da aula. Por seu turno, cabe aos alunos escutar e estudar esses conteúdos, limitando-se posteriormente a reproduzi-los.

No modelo designado como didático-técnico (MDTC), o professor realiza atividades sequenciadas e dirigidas, incorporando exercícios e atividades práticas (metodologia científica), de modo a substituir as ideias dos discentes pelas consideradas corretas. Neste contexto, o professor realiza exposições e controla e dirige as atividades da aula.

Pelo contrário, no modelo didático-ativista (MDES), a metodologia utilizada pelo professor é autónoma e espontânea. Os alunos são vistos como os protagonistas sendo chamados a realizar muitas atividades individuais e em grupo. Cabendo ao professor um papel de líder social e afetivo com a incumbência de coordenar e orientar as aulas. É um líder social e afetivo.

Por último, temos o modelo didático-investigativo (MDIE) cuja metodologia se baseia na investigação do aluno. Em termos práticos, o trabalho da aula parte de uma situação problemática e a sequência das atividades é determinada por este mesmo problema.

Neste contexto, o aluno constrói e organiza o seu conhecimento através de processos de negociação na aula, cabendo ao professor a tarefa de coordenar e facilitar os processos de investigação que acontecem em sala de aula, tanto do aluno como do próprio processo (Rivero & Pórlan, 2005).

Não obstante, é importante salientar que há estudos que demonstram uma dualidade no papel do professor, designadamente entre o que declara como metodologia de ensino aplicada e o que realmente executa em sala de aula, podendo ser estes dois aspetos não concordantes (Contreras, 2010).

Por outras palavras, o professor poderá referir que a sua metodologia de ensino está longe de ser somente transmissiva, muito embora as suas práticas reais em sala de aula sejam muito próximas de um ensino transmissivo (Haney & McArthur 2002; So & Watkins 2005; Contreras, 2010).

Relativamente à metodologia de aprendizagem utilizada pelos professores, é sabido o quanto essencial é o conhecimento do professor quanto à melhor prática profissional (Porlan, et. al., 2010).

Segundo os investigadores neste campo da educação é importante criar estratégias de formação que promovam a evolução do conhecimento profissional. Como tal, é essencial analisar a progressão das concepções do professor nas estratégias de formação implementadas (Martín del Pozo et al., 2001; Rivero & Pórlan, 2005; Porlán et. al., 2010).

## **2.2 A importância do ensino da Ciência**

A importância do ensino da Ciência, tal como as temáticas relacionadas com a Ciência e a Tecnologia, são reconhecidas em todo o mundo por investigadores da área, sobretudo nos anos iniciais do Ensino Básico (Almeida et al., 2011).

Em 1983, a Unesco considerou que o ensino das ciências pode ajudar o aluno a refletir de forma lógica sobre os factos quotidianos e a resolver situações práticas simples do dia-a-dia. As orientações para o futuro têm a predominância destes ramos, sendo preciso que as crianças comecem a ter contacto com essa realidade desde tenra idade.

De acordo com Fracalanza (1986, *cit.in.* Almeida, et al., 2011), o ensino da Ciência, nos anos iniciais, contribui para o domínio das técnicas de leitura e escrita, possibilita a aprendizagem de conceitos básicos da Ciência Natural, permite compreender a relação entre sociedade e Ciência e os mecanismos que estão associados à produção, como os conhecimentos científicos e tecnológicos inerentes a esse processo, permite garantir a transmissão e a sistematização dos saberes e da cultura regional e local.

Efetivamente, o ensino da Ciência nos anos iniciais deve fornecer, a todos os alunos, os conhecimentos e oportunidades de desenvolvimento de capacidades precisas para, no futuro, se poderem orientar nesta sociedade complexa, compreendendo o que se passa à sua volta, de forma a tomar uma atitude correta diante das situações.

É em tenra idade que a aprendizagem poderá realizar-se de forma significativa, o que quer dizer que a criança irá construir e reconstruir os seus conceitos, através da

apropriação e compreensão dos significados apresentados no processo de ensino das Ciências Naturais. Como tal, o professor deverá trabalhar essas questões tendo em consideração a faixa etária e o ritmo de aprendizagem do aluno.

É importante constatar como o ensino da disciplina anteriormente supramencionada foi implementado em Portugal.

A definição do atual sistema educativo inicia-se com a publicação, em 1986, da lei de Bases do Sistema Educativo, a qual dá ênfase à formação científica e tecnológica:

[...]

Artigo n.º 8

(...) c) Para o 3º ciclo, a aquisição sistemática e diferenciada da cultura moderna nas suas dimensões humanísticas, literacia artística, física e desportiva, científica e tecnológica, indispensável ao ingresso na vida activa e ao prosseguimento de estudos, bem como a orientação escolar e profissional que faculte a formação subsequente ou de interacção na vida ativa (Lei n.º 46/86 de 14 de Outubro-alterada pela Lei n.º 115/97 De 19 de setembro e pela Lei n.º 49/2005, de 31 de Agosto, p.3070).

A lei de Bases do Sistema Educativo aplicou-se a todo o território português (Portugal continental e às Regiões Autónomas, nomeadamente, a Região Autónoma dos Açores e a Região Autónoma da Madeira). Em 2001 foi publicado o Currículo Nacional do Ensino Básico, que permitiu a ligação entre os programas escolares e a realidade envolvente dos alunos. Neste documento, mais precisamente no artigo 3, faz referência que o trabalho a desenvolver pelos alunos integrará, obrigatoriamente, atividades experimentais e atividades de pesquisa adequadas à natureza das diferentes áreas ou disciplinas, nomeadamente no ensino da Ciência:

[...]

Artigo n.º 3

(...) Valorização das **aprendizagens experimentais** nas diferentes áreas e disciplinas, em particular, e com **carácter obrigatório**, no ensino das **ciências**, promovendo a integração das dimensões teóricas ou práticas (Lei n.º 6/ 2001,

de 18 de janeiro de 2001, Diário da República- I série- A, nº 15, p.3068).

Em Portugal continental, a 23 de Dezembro de 2011, surge o Despacho nº 17168/2011 com a finalidade de alterar o que foi mencionado anteriormente no documento Currículo Nacional do Ensino Básico- Competências Essenciais.

Neste quadro, e no respeito pelas orientações decorrentes da lei de Bases do Sistema Educativo e das grandes medidas para a educação anunciadas no programa XIX governo constitucional, verifica-se que o documento Currículo Nacional do Ensino Básico: - Competência Essenciais não reúne condições para constituir documento orientador da política educativa preconizada para o Ensino Básico, pelo que se dá por finda a sua aplicação.

Atualmente é o Decreto-Lei n.º 94/2011, de 3 de Agosto, que revê a organização curricular do 2º e 3º ciclos do Ensino Básico e corresponde à quarta alteração do Decreto-Lei n.º 6/2001, de 18 de Janeiro.

As mudanças na legislação estão relacionadas com as alterações da avaliação das aprendizagens dos alunos do Ensino Básico como a introdução das provas finais no fim do ciclo e a valorização da avaliação formativa na aprendizagem dos alunos.

Relativamente à Região Autónoma da Madeira, a Lei n.º 6/ 2001, de 18 de Janeiro de 2001, Diário da República- I série- A, nº 15, é adaptada ao Decreto Legislativo Regional N.º 26/ 2001/ M, em que contextualiza os programas escolares de acordo com a História da Madeira, como se pode ler no seu artigo nº 4:

[...]

Artigo n.º 4

1. Nas áreas disciplinares suscetíveis de serem abordados conteúdos de índole regional, nomeadamente de História da Madeira, tais conteúdos devem ser inseridos nos respectivos currículos.
2. As áreas referidas no número anterior são, designadamente, as áreas de História, Geografia, Literatura e Ciências (Decreto Legislativo Regional. N.º 26/ 2001/ M - adaptada à Região autónoma da Madeira o Decreto-Lei n.º 6/ 2001, p.5464).

Atualmente, e tendo em conta às alterações que houve na legislação, o Despacho Normativo n.4/2013/M é o que regulamenta a avaliação das aprendizagens do Ensino Básico da Região Autónoma da Madeira:

A avaliação, constituindo-se como um processo regulador da prática educativa e do ensino, é orientadora do percurso escolar e permite determinar as diversas componentes do processo de ensino e de aprendizagem, nomeadamente a seleção dos métodos e recursos educativos, as adaptações curriculares e as respostas às necessidades educativas especiais dos alunos, orientar a intervenção do professor na sua relação com os alunos, com os outros professores, com outros profissionais que acompanhem o desenvolvimento do processo educativo e com os encarregados de educação, bem como auxiliar os alunos a formular, ou reformular decisões que possam influir positivamente na promoção e consolidação do seu próprio processo educativo. Assim sendo, a avaliação tem como objetivo a melhoria da qualidade do ensino no quadro do sistema educativo regional, através da aferição do grau de cumprimento dos programas e das metas curriculares globalmente fixadas para os níveis de ensino básico. Esta verificação deve ser utilizada por professores e alunos para, em conjunto, suprir as dificuldades de aprendizagem (Despacho Normativo n.4/2013/M, p.2).

Como supracitado, destaca-se a importância do processo de avaliação, neste caso referente ao Ensino Básico, pois é este que determina o resultado da aprendizagem e consequentemente o sucesso escolar.

### **2.3. As concepções alternativas e a mudança conceptual no ensino da Mecânica (Física)**

Desde 1970 os educadores da Ciência examinaram as concepções alternativas. Estas são descritas como: “robust and difficult to extinguish through teaching” (Vosniadou, 1970, *cit. in* Franke & Bogner, 2011, p.119). Normalmente, estes conceitos alternativos diferem dos conceitos cientificamente corretos (Treagust, 1988; Palmer, 1999; Morrison & Lederman, 2003).

Muitos outros estudos referem ainda que as concepções alternativas estão presentes em diferentes campos e domínios (Lewis et al., 1997; Lewis et al., 2000; Kattmann et al., 2005).

Vários investigadores realçam também a importância do conhecimento das concepções alternativas na realização das aulas para a mudança conceptual sobre um dado conhecimento.

Quando os estudantes chegam à escola trazem ideias que adquiriram, de forma natural, no mundo que os rodeia e que nem sempre são corretas. Estes conceitos mentais adquiridos são muito resistentes à mudança e têm uma influência muito forte na nova aprendizagem. Estas interpretações impróprias são conhecidas por concepções alternativas.

As concepções alternativas acontecem quando novas experiências são interpretadas com base nas experiências anteriores. Se o novo conceito não preencher o esquema mental pré-existente, provavelmente será esquecido ou até mesmo rejeitado (Wenning, 2008).

Assim sendo, o objetivo da aprendizagem é reduzir as concepções alternativas dos alunos e substituí-las por conhecimento cientificamente correto. Porém, se o professor não tiver em conta as concepções alternativas dos alunos na preparação das aulas, o aluno desenvolverá um conflito entre os conhecimentos que possui na sua estrutura cognitiva e o conhecimento cientificamente correto, não permitindo desenvolver de forma apropriada as informações existentes na estrutura cognitiva, entendendo-se por capacidade cognitiva a atividade mental que trabalha juntamente com a memória e a qual tem uma capacidade limitada de informação (Franke & Bogner, 2011).

É necessário distinguir três componentes que fazem parte do campo cognitivo:

a) O campo cognitivo intrínseco, no âmbito do qual a dificuldade da aprendizagem pode estar relacionada com a informação pré-existente nas estruturas mentais na medida em que há elementos que podem ser aprendidos individualmente se houver uma interação baixa dos mesmos com os esquemas cognitivos pré-existentes (Franke & Bogner, 2011);

b) O segundo componente que pode influenciar o campo cognitivo é o estilo com que são ministradas as aulas. Este é designado por “*extraneous cognitive load*” (pp.158-170) literalmente traduzido significa estranha carga cognitiva. Muitos estudiosos afirmam que a forma como é organizado o material de aprendizagem tem influência no campo cognitivo (Kalyuga et al., 1998; Franke & Bogner, 2011);

c) E finalmente a estrutura cognitiva pertinente, isto é, “*germane cognitive load*” (p.158-170) que está enraizada no esquema cognitivo do indivíduo, o qual faz parte da memória e do campo cognitivo (Kalyuga, Chandler & Sweller, 1998; Kalyuga, Chandler & Sweller, 2000; Kalyuga, Chandler & Sweller, 2001; Schnotz & Kurschner, 2007; Franke & Bogner, 2011);

De uma forma geral, e como é sugerido pelo investigador Sweller (1988, p.158-170), o objetivo das condições de aprendizagem é reduzir “*extraneous cognitive load*” a favor do “*germane cognitive load*”, permitindo, deste modo, uma aprendizagem correta dos conceitos a serem assimilados.

Outras investigações, tais como Magnusson, Krajcik e Borko (1999, *cit. in* Gullberg, 2008) sustentam que o conhecimento das concepções e ideais dos alunos por parte do professor é fundamental, sendo a partir desta base que deve orientar o planeamento de uma aula e do ensino de um tópico específico (Gullberg et al., 2008).

Nas situações referidas anteriormente, estes mesmos autores salientam outro tipo de problema, mais precisamente o de que os conhecimentos pré-adquiridos pelos alunos podem ser contrários ao conhecimento cientificamente correto. E, nesta situação, o problema não é somente introduzir um novo conceito na estrutura cognitiva do aluno, mas também o de superar o obstáculo que reside em modificar o conceito pré-existente (*idem*).

Cachapuz e colaboradores (2005, *cit.in* Leite, 1993) realizaram um estudo com a finalidade de investigar o modo como a problemática das concepções alternativas é tratada nas disciplinas de Metodologia/ Didática da Física e da Química que fazem parte dos currículos portugueses de formação inicial de professores de Ciências Físico-Químicas do 3º ciclo do Ensino Básico e do Ensino Secundário. Deste estudo

concluiu-se que nem todos os professores abordam as concepções alternativas nas suas aulas por vários motivos, a saber: o entendimento de que estas não têm importância na avaliação dos alunos e dos futuros professores; a indisponibilidade de instrumentos de diagnóstico das concepções alternativas; desconhecimento das estratégias de ensino de raiz construtivista.

Foi na área da Mecânica, pertencente à disciplina de Física, que as concepções alternativas foram cuidadosamente investigadas durante um longo tempo pelos cientistas.

Wandersee et al. (1993), a par de outros investigadores (Wenning 2008), após uma extensa pesquisa literária efetuada, tomando como base as experiências ao nível do ensino da Ciência, concluíram a existência de algumas concepções alternativas presentes na Física, que descrevemos:

- a) Quando a força é aplicada num objeto é produzido um movimento na direção da força;
- b) A aplicação de uma força constante conduz a movimento de objetos com velocidade constante;
- c) A ausência de forças aplicadas num corpo ou o corpo está em repouso ou verifica-se o abrandamento do movimento;
- d) Um objeto que se mova sob o efeito de uma força central terá uma trajetória retilínea quando libertado;
- e) A aceleração dos objetos em queda livre depende da massa;
- f) A queda livre do movimento dos corpos é para baixo;
- g) Não há gravidade no espaço;
- h) A gravidade só existe nos corpos em queda livre;
- i) Um objeto está em repouso quando não está sujeito a uma aceleração;

Assim, as concepções alternativas têm origem nas diversas experiências pessoais, incluindo diretamente a percepção e a observação direta, o grupo cultural, a linguagem, o ensinamento dos professores, os materiais usados na instrução. As diversas fontes das concepções alternativas são especulativas, no entanto, investigações chegaram à

conclusão que os diferentes pontos de vista dos estudantes têm um impacto importante no ambiente envolvente.

De acordo com Nava et al. (2009), atualmente, nas escolas, há a necessidade de criar formas alternativas de ensino que permitam não só atingir os conhecimentos formais científicos, como o desenvolvimento de competentes habilidades profissionais. Os autores, na sua investigação, estabelecem alguns referentes teóricos relacionados com a didática da Física e com a aprendizagem dos conceitos científicos. Nos seus estudos exibiram algumas posições educativas, no âmbito dos quais o modelo educativo de mudança concetual é considerado como um dos principais, juntamente com a teoria da aprendizagem significativa, sugerindo as relações necessárias entre as ideias prévias e a nova informação a assimilar, a construção e a ampliação das estruturas do conhecimento.

Contudo, e independentemente das várias posições assumidas, parece ser consensual que a aplicação de diferentes estilos de aprendizagem que envolvam processos básicos do pensamento com a finalidade de desenvolver habilidades cognitivas e, conseqüentemente, o interesse pelo estudo da Ciência é imprescindível.

Efetivamente, várias investigações neste campo são unânimes em sustentar que se impõe a necessidade da mudança concetual na construção de conhecimentos científicos e que aquela deve ser entendida como um contributo para a ampliação dos conhecimentos, dando particular destaque ao desenvolvimento da capacidade do estudante para distinguir e discriminar entre as suas concepções alternativas relativamente às concepções cientificamente corretas (Nava et al., 2009).

Atualmente, as teorias de aprendizagem construtivistas são frequentemente usadas como base de aprendizagem para as lições experimentais, tendo como referência às experiências pessoais dos estudantes e às suas próprias concepções (Hofstein & Lunetta, 1982; Franke & Bogner, 2011).

Com base em estudos experimentais realizados, pode-se verificar nos indivíduos a confirmação ou a rejeição e a alteração das representações mentais e até mesmo o desenvolvimento de novas representações mentais (Franke & Bogner, 2011).

As experimentações, assim como as observações ou informações baseadas em textos podem dar lugar a conhecimentos prévios. O que pressupõe um processo cumulativo e contínuo, que inclui uma avaliação ou estruturação dos novos conhecimentos adquiridos (Hofstein & Lunetta, 1982; Franke & Bogner, 2011).

A citação seguinte demonstra a importância das atividades experimentais no ensino da Ciência, no sentido de permitir aos alunos a interação das suas próprias concepções alternativas e de ajudá-los a transformar as suas próprias ideias em conhecimentos científicos:

Constructivism implies that students require opportunities to experience what they are to learn in a direct way and time to think and make sense of what they are learning. Laboratory activities appeal as a way of allowing students to learn with understanding and, at the same time, engage in a process of constructing knowledge by doing science (Tobin *cit.in* Franke & Bogner, 2011, pp.404-405).

Um estudo realizado na Universidade do Minho, com alunos do 8º ano e 10º ano, relativamente às concepções alternativas em Mecânica, concluiu, a partir de cada uma das entrevistas executadas aos alunos, que as explicações dos mesmos relativamente aos fenómenos científicos (mecânica newtoniana) apresentados (antes e depois do seu estudo) eram concordantes com a teoria do senso comum para o movimento, sendo que, para os alunos do 10º ano, numa percentagem baixa, foram obtidas explicações consistentes com a mecânica newtoniana (Leite, 1993).

#### **2.4 As leis de Newton e os movimentos dos corpos**

As leis segundo as quais o Universo funciona são chamadas as leis da natureza ou leis universais. Um exemplo concreto é o referente às leis de Newton, sendo a lei da gravidade a mais célebre.

Assim, como argumenta Lastra (2011, p.8):

As ciências nos falam sobre inúmeras leis científicas. Um exemplo é a lei da gravitação universal. Esta proposição expressa que dois objetos com massas  $m_1$  e  $m_2$  se atraem por meio de uma força que é proporcional às suas massas e que é

inversamente proporcional ao quadrado da distância entre eles. Se essa lei científica for verdadeira, ela estabelece que as propriedades de ter a massa  $m_1$  e de ter a massa  $m_2$ , quando distanciadas, têm a consequência de gerar nos objetos que as instanciam uma certa tração (Lastra, 2011, p.8).

As três leis enunciadas por Newton, é sabido, alteraram a compreensão de que como o ser humano vê o Universo. A primeira lei de Newton enuncia que todos os corpos mantêm o seu estado de repouso ou de movimento se nenhuma força lhe for aplicada. Esta lei é conhecida pela lei da inércia definindo-se cientificamente como a propriedade de todos os corpos em fazer resistência à alteração do seu estado, quer ele seja de repouso ou de movimento.

A segunda lei de Newton é a mais importante de todas, sendo considerada a lei fundamental da dinâmica, posto que, através desta lei, é possível calcular a velocidade e a aceleração de todos os corpos quando uma determinada força é aplicada sobre o corpo. A expressão matemática é a  $\vec{F}$ (força) = m (massa)  $\times$   $\vec{a}$ (aceleração do corpo). É a partir desta definição que surge o conceito de peso ou força gravítica-  $\vec{P}$  (peso) = m (massa)  $\times$   $\vec{g}$  (aceleração gravítica da Terra que é igual a  $9,80655 \text{ m/s}^2$ ). O conceito de força e peso são definidas em Física como grandezas físicas vetoriais.

Relativamente à terceira lei de Newton, esta preconiza que toda a ação de uma força tem a sua reação oposta e aplicada em corpos diferentes (Gianopolous, 2008; Pereira, 2011).

Salienta-se que estas três leis são aplicáveis a todos os corpos existentes no Universo e explicam por que razão as coisas são e como são. Como se pode atestar brevemente a seguinte reflexão de Lastra (2011, p.9):

(...) Uma razão que pode levar alguém ao realismo é querer uma explicação para o fato de as coisas serem da forma que são, e não de outra maneira. Se as leis dizem como o mundo tem de ser, elas explicam por que as coisas são como são, e não são de outra forma. Se as leis realmente existem e têm um papel na ocorrência de estados de coisas particulares, como propõe o realista, elas podem dizer como o mundo tem de ser; e, assim, responder a questão sobre a razão de as coisas serem como são e não de outra maneira.

Desta forma, as entrevistas que a investigadora realizou com os alunos incluem quatro situações problemáticas gerais do dia-a-dia e que têm por base a explicação científica segundo as leis de Newton.

A primeira situação problemática foi referente ao livro. Neste sistema de estudo foram analisados três perspetivas problemáticas respetivamente:

- a) Um sistema de repouso sobre um objeto, o exemplo considerado: à superfície da terra-livro;
- b) Um sistema de movimento provocado por uma força instantânea, na presença do atrito-livro;
- c) Um sistema de queda com velocidade inicial horizontal à superfície da terra-livro;

A segunda situação problemática referente às esferas:

- a) Um sistema de queda a partir do repouso, no ar, à superfície da terra- esferas A;
- b) Um sistema de queda a partir do repouso, no vácuo, à superfície da terra-esferas B;

A terceira situação problemática é relativa à moeda:

- a) Um sistema de ascensão vertical provocada por uma força instantânea, próximo da superfície da terra-moeda A;
- b) Um sistema de queda após ascensão, no ar, à superfície da terra-moeda B;

E, finalmente, a quarta situação problemática relativa às naves espaciais:

- a) Uma situação de movimento retilíneo uniforme, na ausência de ar e gravidade - nave A;
- b) Uma situação de movimento acelerado, na ausência de ar e gravidade, provocado por uma força constante em direção perpendicular à da velocidade inicial - nave B;
- c) Uma situação em que a força que atuava sobre um móvel, numa direção perpendicular à da velocidade inicial, deixa de atuar, na ausência de ar e de gravidade- nave C (Leite, 1993);

Cada uma das situações supracitadas tem dois tipos de respostas. A resposta cientificamente correta, e que está de acordo com as leis da Física, nomeadamente a lei da mecânica newtoniana e as prováveis respostas que têm como base a teoria do senso comum sobre o movimento.

Na situação problemática do livro sobre a mesa (A), a explicação científica é aquela que corresponde à terceira lei de Newton que afirma que a força resultante é nula ou zero quando um corpo está em repouso. A teoria do senso comum explica, por outros termos: que a mesa suporta o livro; que ninguém exerce esforço sobre o livro; a mesa não deixa passar o livro através dela (Leite, 1993; Gianopolous, 2008; Pereira, 2011, Gibson, 2011).

Relativamente à situação (B) do livro, as leis de Newton explicam, nomeadamente a segunda lei de Newton, que o movimento é uniformemente retardado e que o corpo tem uma aceleração negativa devido à força de atrito entre a mesa e o livro e que contraria o próprio movimento deste. No senso comum a resposta possível a esta situação é de que o esforço fornecido ao livro se vai esgotando e quando se anula, o movimento para (Leite, 1993; Gianopolous, 2008; Pereira, 2011, Gibson, 2011).

A situação específica da queda do livro (C) corresponde ao movimento horizontal ligeiramente retardado devido ao atrito entre a mesa e o livro (antes da queda) e o movimento acelerado (depois da queda) devido a ação da gravidade. A explicação resultante da experiência do dia-a-dia explica que a queda fica a dever-se à falta de suporte; que o peso do livro é a gravidade e que a trajetória horizontal acontece enquanto o espaço da mesa for suficiente (Leite, 1993; Gianopolous, 2008; Pereira, 2011, Gibson, 2011).

Relativamente ao segundo problema da esfera (madeira, metal), (situação A), as leis de Newton (2ª lei de Newton) explicam que se trata de um movimento retilíneo uniformemente acelerado (MRUA) ou movimento retilíneo uniformemente variado (MRUV) e que o tempo da queda é inversamente proporcional à aceleração (devido à gravidade). O senso comum explica que a queda é devido à falta de suporte, ao peso, à

gravidade; e o tempo da queda é inversamente proporcional ao peso da esfera (Leite, 1993; Gianopolous, 2008; Pereira, 2011, Gibson, 2011).

Relativamente ao problema da queda das esferas (madeira, metal) (situação B), as leis de Newton explicam novamente que, na ausência de ar (vácuo), a esfera de madeira e a de metal têm o mesmo tempo de queda, uma vez que ambos os corpos estão sujeitos a mesma aceleração gravítica, uma vez que estão sujeitos a uma mesma força gravítica. O senso comum explica que a esfera de metal por ser mais pesada do que a esfera de madeira, será aquela que tem uma maior aceleração e conseqüentemente um menor tempo de queda comparativamente a esfera de madeira (*idem*).

Quanto à terceira situação problemática moeda (A), o movimento é considerado retilíneo uniformemente retardado (MRUR) ou movimento retilíneo uniformemente variado (MRUV); a velocidade inicial é devido a força instantânea do lançamento da moeda. Enquanto a experiência do dia-a-dia explica que o movimento tem lugar no ar, que a moeda recebe esforço quando é lançada; a moeda gasta esforço para se manter no ar e para subir, devido ao movimento e ao peso, e à impulsão; quando o esforço acaba ela não sobe mais e fica sem suporte (Leite, 1993; Gianopolous, 2008; Pereira, 2011, Gibson, 2011).

Tendo em conta a situação da moeda (B), a explicação científica preconiza que a queda é devido à força de gravidade e que o tipo de movimento é o uniformemente acelerado, tendo em conta o conjunto de forças que é aplicado no corpo, a gravidade e a resistência do ar. O senso comum afirma que a queda resulta da falta de suporte, ao peso da moeda ou à existência de ar; maior altura de queda implica maior velocidade.

Relativamente à última situação problemática, a quarta situação problemática, nave (A), a Ciência Físico-Química explica que os motores estão desligados, segundo a primeira lei de Newton - quando a força resultante for zero ou estará a nave em repouso ou estará a circular com a mesma velocidade, isto é, com movimento retilíneo uniforme (MRU). A explicação provável poderá ser que a nave precisa produzir um esforço constante que mantenha as características do movimento (motor não ligado e constante);

Na nave espacial (situação B), a trajetória é parabólica, em que a velocidade horizontal é constante e a velocidade vertical uniformemente crescente, tendo em conta o raciocínio científico que tem por base respetivamente a primeira e a segunda leis de Newton. A teoria do senso comum sugere que a velocidade da nave é constante se o esforço pretendido produzido pelo motor K for constante. O movimento retilíneo é perpendicular à direção inicial do movimento (Leite, 1993; Gianopolous, 2008; Pereira, 2011, Gibson, 2011).

E finalmente, no caso da nave C, o movimento em direção tangente à trajetória no ponto em que o motor é desligado e a velocidade é constante, segundo a primeira lei de Newton. A resposta não científica poderá ser que houve uma paragem (mais ou menos imediata) provocada pela ausência de esforço e a queda devido à falta de suporte (Leite, 1993; Gianopolous, 2008; Pereira, 2011, Gibson, 2011).

Leite (1993), no seu estudo, salienta que é preciso continuar as investigações nesta temática, uma vez que o seu estudo apresenta algumas lacunas, nomeadamente como e quando os alunos começam a construir as concepções alternativas; a evolução das concepções alternativas ao nível da Ciência dos alunos portugueses ao longo do tempo; testar a eficácia de ações pedagógicas didáticas que tenham em conta os resultados da investigação sobre a natureza e o conteúdo das concepções alternativas em Mecânica e que adotando uma perspetiva construtivista do ensino-aprendizagem ou recorrendo a outras técnicas ou estratégias consideradas eficazes contribuem para a mudança dessas concepções.

## **II – ABORDAGEM EMPÍRICA**

### **1. Problemática**

De forma a alcançar os objetivos pretendidos e consequentemente orientar o nosso estudo, foram elaboradas as seguintes perguntas de partida:

- Quais são as concepções alternativas mais frequentes verificadas na população em estudo?
- A mudança conceptual é um processo fácil? Ou há algumas resistências para que este fenómeno aconteça naturalmente?
- As metodologias de ensino construtivista usadas pelo professor poderão ter influência nas aprendizagens dos alunos?

Neste estudo pretende-se descrever e comparar, entre si, os resultados previstos pela teoria do senso comum para o movimento com os resultados científicos da mecânica newtoniana. Para tal, analisou-se o comportamento na resolução de problemas qualitativos de Mecânica dos estudantes do 9º ano de escolaridade, antes do ensino formal da Mecânica (primeiro momento de avaliação), e depois do ensino formal da Mecânica, cerca de um mês após terem terminado o estudo do tópico programático em causa (segundo momento de avaliação), sendo submetidos ao mesmo método de ensino (ensino construtivista). Pretendemos, assim, investigar quais são as concepções alternativas mais frequentes na população em estudo, como também a coerência e a motivação das respostas dos alunos e a respetiva mudança conceptual correta, após a aprendizagem científica do mesmo.

### **2. Objetivos de Estudo**

#### **2.1 Objetivo geral**

- Analisar as concepções alternativas dos alunos do Ensino Básico (9ºano), provenientes do Concelho do Funchal, ao nível do conteúdo da Física- Mecânica.

## **2.2. Objetivos específicos**

- Identificar quais são as concepções alternativas existentes nos alunos e a frequência com que surgem;
- Perceber se as concepções dos alunos aprendidas nas aulas acerca do movimento são consistentes com a teoria do senso comum para o movimento ou com a teoria newtoniana acerca do movimento aprendida nas aulas;
- Verificar se a mudança conceptual aconteceu com a aplicação de uma metodologia de ensino construtivista, por parte do professor;

## **3. Método**

De modo a alcançar os objetivos propostos, além da pesquisa bibliográfica sobre a temática, planeou-se também recolher saberes específicos de alguns autores em relação à metodologia no sentido de saber como determinar o tipo de análise e os mecanismos de tratamento e análise de dados que melhor se adequam à investigação que se pretende levar a cabo, sem se perder de vista que o início de qualquer investigação surge com uma problemática, suficientemente relevante para justificar o estudo.

Com efeito, a pergunta de investigação visa testar hipóteses, como forma de verificar a veracidade das mesmas e dar resposta ao problema enunciado.

Investigar, por definição, é uma atividade que pressupõe algo que é investigado, uma intencionalidade de quem investiga e um conjunto de metodologias e técnicas para que a investigação seja levada a cabo numa continuidade que se inicia com uma interrogação e termina com a apresentação pública dos resultados da investigação (Coutinho, 2011).

É sabido que na investigação científica existem duas alternativas na recolha de dados: o método qualitativo em que as técnicas de recolha de dados permitem integrar e compreender os fatos sociais e o método quantitativo que se debruça em medir e determinar matematicamente a realidade envolvente (Rodrigues, 2009; Rodrigues 2013).

Para além disso, são várias as ferramentas que estão ao dispor do investigador, para que este possa executar a sua investigação.

Assim sendo, neste estudo de investigação, optou-se por uma metodologia de carácter qualitativa, uma vez que a abordagem qualitativa centra a atenção na análise exaustiva do fenómeno social e na acumulação de informação que permite a generalização empírica das conclusões obtidas (Araújo & Silvestre, 2011), sendo a análise de conteúdo, para este tipo de metodologia, a técnica de análise de dados a qual tem vindo ser usada com frequência na Sociologia, na Educação e na Psicologia (Rebelato & Grzybovski, 2011).

Segundo afirma Chizzotti ( 2006, p. 98):

(...) O objetivo da análise de conteúdo é compreender criticamente o sentido das comunicações, seu conteúdo manifesto ou latente, as significações explícitas ou ocultas.

É sobretudo os materiais textuais escritos os mais tradicionais na análise de conteúdo, podendo ser manipulados pelo pesquisador na procura de respostas às questões de pesquisa (Bauer et al., 2008).

Em suma, com este trabalho de investigação pretendemos, então, basicamente, averiguar a relevância científica e social das concepções alternativas e a mudança conceptual no ensino da Mecânica, razão pela qual se optou por estruturar o estudo empírico com base em entrevistas individuais e orais aos alunos, pela análise qualitativa, em dois momentos distintos, antes e após a aprendizagem.

Relativamente ao material recolhido, este pode revestir várias origens, a saber: notas de campo, fichas de documentação e transcrição e diário de pesquisa. Por sua vez, o material pode ser documentado por meio de fotos, áudios, filmes e outros. Todas essas formas de documentação têm relevância no processo de pesquisa (Flick, 2009).

Na descodificação dos documentos (na análise qualitativa), o investigador pode utilizar vários procedimentos, procurando identificar o mais apropriado para o material a ser analisado, como “a análise lexical, a análise de categorias, a análise da enunciação, a análise de conotações” (Chizzotti, 2006, p.98).

Quanto à preparação dos dados para a análise qualitativa, esta consiste “em extrair sentido dos dados de texto e imagem” (Creswell, 2007, p. 194). A seleção do procedimento mais adequado depende do material a ser analisado, dos objetivos da pesquisa e da posição ideológica e social do analisador (Chizzotti, 2006).

#### **4. Caraterização dos participantes**

No processo de seleção dos participantes do estudo foram selecionados 20 alunos do Concelho do Funchal (Ilha Madeira), a frequentar o 9ºano. Os participantes foram selecionados tendo por base os seguintes critérios: problemas de aprendizagem e problemas comportamentais. Esta informação foi fornecida pelo Diretor de Turma da respetiva turma em estudo, o qual tem conhecimento dos processos individuais dos alunos.

Na tabela 1 apresenta-se a caraterização global dos participantes deste estudo. Cada participante foi identificado pela inicial ou pelas duas primeiras letras do nome, tendo também em consideração a idade, o sexo e o ano de escolaridade, como também as siglas para a designação da escola (sigla A) e da turma (sigla B).

Como se pode verificar através da consulta da tabela 1, fizeram parte deste estudo 20 alunos do nono ano de escolaridade, cuja média de idade é de 15 anos. Relativamente ao sexo é de referir que o número de participantes rapazes (n=15 rapazes), neste estudo é superior ao número de raparigas (n=5 raparigas), o que se deve ao fato de a turma ser quase exclusivamente composta por rapazes. Um dado importante a registar é a circunstância de seis dos 20 alunos se encontrarem a repetir o 9º ano de escolaridade pela segunda vez.

**Tabela 1 - Caraterização global da amostra de alunos**

<b>(N=19)</b>						
<b>Escola</b>	<b>Ano</b>	<b>Turma</b>	<b>Nº de participantes/turma</b>	<b>Sexo</b>		<b>Idade Média</b>
A	9º	B	19	M (n=12)	F (n=5)	15
<b>Aluno</b>	<b>Idade</b>	<b>Sexo</b>	<b>Ano de escolaridade</b>	<b>Professor de CFQ</b>		<b>Repetentes</b>
N	15	F	9º			R

**As concepções alternativas e a mudança conceptual no ensino da Física-Mecânica: alunos com dificuldades de aprendizagem a frequentar o 9º ano numa escola do Concelho do Funchal**

C	15	F	9º	
L	15	M	9º	R
F	15	M	9º	R
J	15	M	9º	
A	15	M	9º	
Fi	14	M	9º	R
E	14	M	9º	
Ma	14	F	9º	
Ar	17	M	9º	
Na	15	M	9º	R
Fa	14	M	9º	
Ca	14	M		9º
D	17	M		9º
P	15	M		9º R
M	14	F		9º
Vi	15	M		9º
Do	15	M		9º
Mr	15	M		9º
S	15	F		9º

Por outro lado, através da leitura da tabela 2, que se apresenta de seguida (resultante das informações fornecidas pelo Diretor de Turma, que tem acesso aos processos individuais dos alunos, e o qual é autor do próprio Projeto Curricular de Turma) pode concluir-se que apenas um aluno apresenta dificuldades de aprendizagem sendo considerado pela equipa de Educação Especial um aluno com Necessidades Educativas Especiais (NEE). Nesta mesma tabela encontra-se registada, para os alunos mais problemáticos pertencentes ao nosso estudo, a descrição sintética e pormenorizada das suas características individuais (ao nível cognitivo e comportamental).

Em síntese, de uma forma geral, as principais dificuldades diagnosticadas e características definidoras são: alunos heterogéneos com distintos ritmos de

**As concepções alternativas e a mudança conceptual no ensino da Física-Mecânica: alunos com dificuldades de aprendizagem a frequentar o 9º ano numa escola do Concelho do Funchal**

aprendizagem; dificuldade no respeito pelas normas de participação e pelas regras de convivência na aula; falta de atenção, concentração e sentido de responsabilidade, em vários alunos; não saber escutar; dificuldade na assimilação e compreensão de novos conceitos; falta de hábitos e métodos de trabalho. Toda esta informação pode ser verificada na tabela 2.

**Tabela 2 - Caracterização individual dos participantes**

Nome	Sexo	Identificação	Fonte dos dados
			<b>Caraterização de cada aluno segundo o Projeto Curricular de turma</b>
Fra.	M	E5	Idade: 14 Proveniência: 8º14 Transita. Evidenciou um aproveitamento satisfatório, ao longo do seu processo de ensino-aprendizagem, demonstrando ser um aluno relativamente empenhado e participativo. Por vezes, demonstrou interesse, outras vezes, distraía -se facilmente com os colegas. Cumpre as regras estabelecidas. Precisa participar mais, oralmente. Deve trabalhar muito em casa e aproveitar toda a oferta que a escola tiver para melhorar o seu desempenho.
Fa.	M	E6	Idade: 14 Proveniência: 8º14 Transita com um nível negativo (Matemática). Evidenciou um aproveitamento satisfatório, ao longo do seu processo de ensino-aprendizagem, demonstrando, no entanto, ser um aluno pouco empenhado e participativo. Trabalhou apenas para conseguir nível positivo. Revelou falta de estudo e hábitos de trabalho. Apresenta dificuldades na

**As concepções alternativas e a mudança conceptual no ensino da Física-Mecânica: alunos com dificuldades de aprendizagem a frequentar o 9º ano numa escola do Concelho do Funchal**

			<p>aquisição e relação de conhecimentos. O aluno apresentou períodos de desinteresse e aparente tristeza que afetaram o seu aproveitamento. Tem a mãe e uma irmã a viver em Lisboa. Vive na Madeira com o pai e a madrasta. Mantém uma grande ligação com a mãe. Sendo um aluno que apresentava algumas debilidades ao nível da autoestima, foi encaminhado para o Serviço de Educação Especial e Orientação Escolar, onde foi acompanhado pelo psiquiatra. Faltou a duas sessões. No entanto, quando começou a ser acompanhado, o aluno já não apresentava os mesmos problemas que se tinham manifestado no início do ano. Como o aluno tinha superado as suas dificuldades, não continuará a usufruir de acompanhamento. Deve trabalhar muito em casa e aproveitar toda a oferta que a escola tiver para melhorar o seu desempenho.</p>
Ca.	M	E7	<p>Idade: 14          Proveniência: 8º14          Transita, mas com três níveis negativos (Português, Geografia e Matemática).          Revela muitas dificuldades de aprendizagem, dificuldades cognitivas, tais como: na aquisição e relação de conhecimentos; na compreensão e interpretação de ideias; na análise/síntese/avaliação de situações; na expressão escrita; no raciocínio lógico e abstrato. Apesar de tudo, é um aluno relativamente empenhado e cumpre as regras estabelecidas. Mostrou ser muito distraído e nem sempre realizou os trabalhos de casa. Precisa ter mais iniciativa e ser mais participativo, oralmente. Deve trabalhar muito em casa e aproveitar toda a oferta que</p>

**As concepções alternativas e a mudança conceptual no ensino da Física-Mecânica: alunos com dificuldades de aprendizagem a frequentar o 9º ano numa escola do Concelho do Funchal**

			a escola tiver para melhorar o seu desempenho.
L.	M	E8	<p>Idade: 13</p> <p>Proveniência: 8º14</p> <p>Transita.</p> <p>É atento, aplicado, assíduo e pontual. Contudo, não participa voluntariamente na oralidade. É um aluno muito interessado embora muito inseguro, esta falta de segurança prejudica-o imenso, poderia ter ainda melhores resultados.</p> <p>Cumprir as regras estabelecidas. Deve trabalhar muito em casa e aproveitar toda a oferta que a escola tiver para melhorar o seu desempenho.</p>
Ar.	M	E9	<p>Idade: 15</p> <p>Proveniência: 8º14</p> <p>Transita.</p> <p>É educado, atento, interessado, aplicado, assíduo e pontual. Contudo, não participa voluntariamente na oralidade. Preocupa-se em realizar tudo o que lhe é proposto. Demonstrou evolução ao longo do ano. É um aluno com vocabulário elementar, com dificuldades ao nível da oralidade, visto usar em casa outra língua além do português, o espanhol. Deve trabalhar muito em casa e aproveitar toda a oferta que a escola tiver para melhorar o seu desempenho.</p>
Ma.	M	E10	<p>Idade: 13</p> <p>Proveniência: 8º14</p> <p>Transita.</p> <p>Evidenciou um aproveitamento satisfatório, ao longo do seu processo de ensino-aprendizagem, demonstrando ser um aluno relativamente empenhado e participativo. Trabalha para atingir satisfatoriamente os objetivos, contentando-se com o</p>

**As conceções alternativas e a mudança conceptual no ensino da Física-Mecânica: alunos com dificuldades de aprendizagem a frequentar o 9º ano numa escola do Concelho do Funchal**

			<p>mínimo. Apresenta dificuldades na aquisição e relação de conhecimentos. Cumpre as regras estabelecidas. Deve empenhar-se mais e estudar por forma a consolidar os conhecimentos. Deve trabalhar muito em casa e aproveitar toda a oferta que a escola tiver para melhorar o seu desempenho.</p>
P.	M	E11	<p>Idade: 15          Proveniência: 9º12          PCT início do ano: Avaliação final:          Nível 3 em quase todas as disciplinas, à exceção de Português, Geografia, Matemática, nas quais obteve nível 2. Nas áreas não disciplinares obteve S. É um aluno com mau comportamento e pouco participativo. O aluno transitou de ano com três negativas e revela graves dificuldades na aquisição e aplicação de conhecimentos, bem como: lacunas na aprendizagem (falta de pré-requisitos essenciais), especialmente em Português, bem como noutras disciplinas. Revela pouca responsabilidade e falta de atenção/concentração. Pensa mais em jogar futebol (é federado) do que nos estudos. O encarregado de educação só veio à escola nas reuniões de entrega da avaliação.          PCT final de ano: Avaliação final:          Nível 2 em quase todas as disciplinas. Nas áreas não disciplinares obteve S. Teve Plano de Recuperação no 1º, 2º e 3º períodos, tendo NOVE níveis negativos no final do ano. A falta de interesse do aluno no terceiro período não permitiu o desenvolvimento das aprendizagens e competências definidas por cada disciplina. Estando dentro da escolaridade obrigatória, não lhe foi permitido a candidatura aos</p>

**As conceções alternativas e a mudança conceptual no ensino da Física-Mecânica: alunos com dificuldades de aprendizagem a frequentar o 9º ano numa escola do Concelho do Funchal**

			exames de equivalência à frequência, conforme previsto no nº2 do artigo 8º da lei nº85/2009. Ficou não aprovada no 9ºano (com nove níveis negativos). É um aluno que apresenta muitas dificuldades e que não se esforça por realizar as tarefas propostas.
JP.	M	E12	Idade: 15 Proveniência: 8º14 Transita, mas com três níveis negativos (Português, Geografia e Matemática). Aluno diagnosticado com hiperatividade, o qual foi considerado como um aluno com Necessidades Educativas Especiais. Além disso, este revela muitas dificuldades de aprendizagem, dificuldades cognitivas, tais como: na aquisição e relacionação de conhecimentos, na compreensão e interpretação de ideias, na análise/síntese/avaliação de situações, na expressão escrita e no raciocínio lógico e abstrato. Não realizou algumas das tarefas propostas. Melhorou ligeiramente as suas dificuldades, precisa, porém, de ter mais iniciativa, de ser mais participativo oralmente e mais perseverante. Revela capacidade para obter melhores notas. Deve trabalhar muito em casa e aproveitar toda a oferta que a escola tiver para melhorar o seu desempenho. Teve uma participação de comportamento.
Ni.	F	E13	Idade: 15 Veio da escola da Torre (Estreito de Câmara de Lobos). Transitou.
Mari.	F	E14	Idade: 14 Proveniência: 8º14 Transita, mas com três níveis negativos (Inglês, Francês e Matemática). Revela muitas dificuldades de

**As concepções alternativas e a mudança conceptual no ensino da Física-Mecânica: alunos com dificuldades de aprendizagem a frequentar o 9º ano numa escola do Concelho do Funchal**

			<p>aprendizagem, dificuldades cognitivas, tais como: na aquisição e relacionação de conhecimentos, na compreensão e interpretação de ideias, na análise/síntese/avaliação de situações, na expressão escrita; no raciocínio lógico e abstrato. Foi, a consenso do Conselho de Turma, alterada uma nota (Ciências Naturais), atendendo a uma lógica de ciclo. Demonstrou um aproveitamento satisfatório, embora revelasse falta de atenção/concentração, o que se refletiu na sua aprendizagem. É uma aluna algo inconstante, por vezes deixa-se influenciar negativamente por alguns colegas. É Pouco responsável. Tem capacidade para ter melhores notas. Deve trabalhar muito em casa e aproveitar toda a oferta que a escola tiver para melhorar o seu desempenho. Teve uma participação disciplinar por mau comportamento.</p>
JG.	M	E14	<p>Idade: 15          Proveniência: 9º13</p> <p>No início do ano: era um aluno com algumas dificuldades, piorou a nível do comportamento, tem de empenhar-se mais. História: falta de empenho, apatia pela escola e pelo estudo, às vezes realiza as tarefas contrariado.</p> <p>Avaliação do Plano de Recuperação:          O Plano de Recuperação surtiu efeito embora persistam algumas dificuldades, nomeadamente os hábitos de trabalho e de estudo e a participação oral nas atividades letivas. Transitou com uma negativa: Francês.</p> <p>No final do ano letivo: o aluno revelou muitas lacunas ao nível do domínio cognitivo e</p>

**As concepções alternativas e a mudança conceptual no ensino da Física-Mecânica: alunos com dificuldades de aprendizagem a frequentar o 9º ano numa escola do Concelho do Funchal**

			<p>metodológico.</p> <p>Demonstrou falta de atenção/concentração/ empenho, poucos hábitos de estudo e de trabalho e pouca pontualidade. Foi sujeito a Plano de Recuperação. Não Aprovado com 4 negativas: Língua Portuguesa, Francês, Matemática e ITIC. Tem Plano de Acompanhamento para 2012/2013.</p>
Di.	M	E16	<p>Idade: 17</p> <p>Proveniência: 8º14</p> <p>Transita.</p> <p>Ao longo do ano letivo, sobretudo durante o segundo e terceiro períodos, o aluno foi apresentando melhorias significativas ao nível do aproveitamento, revelando-se mais empenhado na realização das atividades e menos conversador. Evoluiu muito ao longo do ano letivo. Todavia, revelou, por vezes, falta de atenção/concentração. No início do ano letivo apresentou-se bastante desmotivado sem qualquer interesse pela escola. Mas, ao longo do ano, modificou a sua postura e chegou ao fim sem qualquer nível negativo. Apresenta dificuldades na aquisição e relação de conhecimentos. Deve trabalhar muito em casa e aproveitar toda a oferta que a escola tiver para melhorar o seu desempenho. Ao longo do ano teve inúmeras participações de comportamento, ocorrências, foi alvo de repreensão registada, inibição de participar em atividades de complemento curricular.</p>
Sa.	F	E17	<p>Idade: 17</p> <p>Proveniência: 8º14</p> <p>Transita, mas com três níveis negativos (Inglês, Francês e Matemática). Revela muitas dificuldades de</p>

**As concepções alternativas e a mudança conceptual no ensino da Física-Mecânica: alunos com dificuldades de aprendizagem a frequentar o 9º ano numa escola do Concelho do Funchal**

			<p>aprendizagem, dificuldades cognitivas, tais como: na aquisição e relacionação de conhecimentos, na compreensão e interpretação de ideias, na análise/síntese/avaliação de situações, na expressão escrita e no raciocínio lógico e abstrato. Pouco empenhada, conversadora, distraída e nem sempre realiza os trabalhos de casa. É uma aluna que está muito aquém das suas capacidades pelo que precisa de ser mais exigente consigo própria para que possa melhorar o seu aproveitamento. Deve reforçar os seus hábitos e métodos de trabalho e de estudo. Precisa de ser pontual, responsável, empenhada e perseverante. No ano letivo anterior já tinha transitado com bastantes níveis negativos. Tem processo na Comissão de Proteção de Crianças e Jovens. Deve trabalhar muito em casa e aproveitar toda a oferta que a escola tiver para melhorar o seu desempenho.</p>
Ca.	F	E18	<p>Ao longo do ano teve participações por mau comportamento, ocorrências, foi alvo de repreensão registada, inibição de participar em atividades de complemento curricular.</p> <p>Avaliação final: nível 2 em cinco disciplinas. Nas áreas não disciplinares obteve S. Teve Plano de Recuperação no 1º, 2º e 3º períodos, tendo cinco níveis negativos no final do ano, a Inglês, Geografia, Matemática, Ciências Naturais e a Físico-Química.</p> <p>A falta de interesse da aluna, no terceiro período, não permitiu o desenvolvimento das aprendizagens e competências definidas para cada disciplina. Estando dentro da escolaridade obrigatória, não lhe foi permitida a candidatura aos exames de equivalência à</p>

**As concepções alternativas e a mudança conceptual no ensino da Física-Mecânica: alunos com dificuldades de aprendizagem a frequentar o 9º ano numa escola do Concelho do Funchal**

			<p>frequência, conforme previsto no nº2 do artigo 8º da lei nº85/2009.</p> <p>Ficou não aprovada no 9ºano (com seis níveis negativos).</p>
Vi.	M	E19	<p>Idade: 15</p> <p>Proveniência: 8º14</p> <p>Transita com um nível negativo a Francês. Evidenciou um aproveitamento satisfatório, ao longo do seu processo de ensino-aprendizagem, demonstrando ser um aluno empenhado e relativamente participativo. Apresenta dificuldades na aquisição e relação de conhecimentos. Cumpre as regras estabelecidas. Precisa participar mais oralmente. Deve trabalhar muito em casa e aproveitar toda a oferta que a escola tiver para melhorar o seu desempenho.</p>

Tendo por base o perfil destes alunos, os conteúdos programáticos a serem transmitidos sofrerão alterações, no sentido de permitir o seu sucesso educativo, à luz do princípio orientador, segundo o qual “as escolas devem incluir nos seus projetos educativos as adequações relativas ao processo de ensino aprendizagem.” (artigo 2, Decreto de Lei, de 7 de Janeiro, n.º3/2008 do Diário da república, p.154) De acordo com o Decreto-Lei nº6/2001 de 18 de Janeiro de 2001, este Projeto Curricular de Turma, elaborado pelo Conselho de Turma, aplicado a este grupo de alunos, e referente ao ano letivo de 2012/2013, tem como propósito adequar o processo de ensino-aprendizagem às características específicas da turma, nomeadamente às particularidades cognitivas, socio afetivas e comportamentais dos seus alunos, bem como ao meio em que a escola está inserida.

A fim de sustentar pedagogicamente o projeto em termos das orientações educativas mais gerais foram designadas, pelos professores do Conselho de Turma, as seguintes

competências conforme a legislação em vigor, que entretanto já sofreu novas alterações:

• **A competência geral 1**

“Mobilizar saberes culturais, científicos e tecnológicos para compreender a realidade e para abordar situações de problemas do quotidiano”; (Currículo Nacional do Ensino Básico- *competências essenciais*, 2001, p. 15)

• **A competência geral 5**

“Adotar metodologias personalizadas de trabalho e de aprendizagem adequadas aos objetivos visados”; (Currículo Nacional do Ensino Básico- *competências essenciais*, 2001, p. 15)

• **A competência geral 9**

“Cooperar com outros em tarefas e projetos comuns”; (Currículo Nacional do Ensino Básico- *competências essenciais*, 2001, p. 15)

Assim sendo, e segundo o Projeto Curricular de Turma elaborado pelo Diretor de Turma, relativamente à competência geral 1, a ação a exercer por cada professor será analisar e discutir evidências, situações problemáticas que permitam adquirir conhecimento científico apropriado, de modo a interpretar e compreender leis e modelos científicos, reconhecendo as limitações da Ciência e da Tecnologia na resolução de problemas pessoais, sociais e ambientais.

No que diz respeito à competência geral 5, as estratégias de ação a desenvolver por cada professor devem incluir: a promoção intencional na sala de aula e fora dela de atividades dirigidas à expressão e ao esclarecimento de dúvidas e de dificuldades; organizar o ensino com base em materiais e recursos diversificados, adequando-as às diferentes formas de aprendizagem; apoiar o aluno na descoberta das diversas formas de organização da sua aprendizagem.

Finalmente, no que diz respeito à competência geral 9, é dever do professor fomentar atividades cooperativas de aprendizagem, tendo o cuidado de proceder à devida explicitação de papéis e responsabilidades.

## 5. Instrumentos e Procedimentos

Com o presente trabalho de investigação pretendemos descrever o comportamento dos alunos na resolução de problemas qualitativos da Mecânica, de forma tão completa e profunda quanto possível, e compará-lo com a “teoria do senso comum para o movimento” sem que se pretenda, porém, fazer uma generalização dos resultados.

Os dados da análise qualitativa, junto aos alunos, foram recolhidos através de uma entrevista não estruturada. A seleção das situações problemáticas sobre as quais se centrou a entrevista fez-se com base na literatura existente sobre as concepções alternativas em Mecânica.

No anexo 1, encontra-se a declaração de autorização da investigadora Leite (1993), para utilizar o guião da entrevista do seu estudo, neste trabalho de investigação, desde que devidamente justificado.

Relativamente à forma como a recolha dos dados foi realizada, destaca-se que todas as entrevistas foram feitas numa sala de aula que a escola disponibilizou para o efeito, o qual nos permitiu realizar este estudo com o respetivo consentimento da Direção Executiva (anexo 2).

O guião de entrevista (anexo 3), foi estruturado em consonância com quatro tipos de problemas (o livro, as esferas, a moeda, a nave espacial), incluindo as dez situações problemáticas que a seguir se especificam sumariamente, baseada nos estudos de Leite (1993):

- Uma situação de repouso de um objeto sobre o outro, à superfície da terra - livro A;
- Uma situação de movimento provocado por uma força instantânea, na presença de atrito - livro B;
- Uma situação de queda com velocidade inicial horizontal, à superfície da terra - livro C;
- Uma situação de queda a partir do repouso, no ar, á superfície da terra - situação problemática das esferas - situação A;

– Uma situação de queda a partir do repouso, no vácuo, à superfície da terra - situação problemática das esferas - situação B;

– Uma situação de ascensão vertical provocada por uma força instantânea, próximo da superfície da terra - moeda A;

– Uma situação de queda após ascensão, no ar, à superfície da terra - moeda B;

– Uma situação de movimento retilíneo uniforme, na ausência de ar e de gravidade - nave A;

– Uma situação de movimento uniformemente acelerado, na ausência de ar e de gravidade, provocado por uma força constante com direção perpendicular à da velocidade inicial- nave B;

– Uma situação em que a força que atuava num móvel, numa direção perpendicular à da sua velocidade inicial, deixa de atuar, na ausência de ar e de gravidade - nave C;

A entrevista passou por dois momentos distintos (antes da aprendizagem e depois da mesma). As situações problemáticas apresentadas aos alunos tiveram como base a explicação científica segundo as leis de Newton. Assim sendo, cada problema tem a resposta cientificamente correta e que está de acordo com as leis da Física (a lei da mecânica newtoniana), e as prováveis respostas que têm como base a teoria do senso comum sobre o movimento.

Como supracitado, cada aluno será entrevistado duas vezes. A primeira entrevista com estes alunos acontecerá antes do início do ensino formal da Mecânica, mais concretamente entre 15 de Fevereiro de 2013 até o dia 28 de Fevereiro de 2013. O segundo momento da entrevista decorrerá após dois meses, prevê-se em Abril, após o ensino formal destes conteúdos, nomeadamente entre 15 de Abril de 2013 até 30 de Abril de 2013.

A duração global da entrevista variará entre os quarenta e cinco minutos e os sessenta minutos, sendo que o tempo útil necessário para a discussão das situações oscila entre os 35 minutos e os 45 minutos. A diferença entre a duração global e o tempo útil da entrevista tem a ver com a necessidade de, antes de iniciar a entrevista, ser preciso descontraír os alunos e explicar-lhes os objetivos e os procedimentos da entrevista.

As estratégias de ensino e aprendizagem aplicadas aos alunos foram as mesmas para todos, tendo em conta o ensino construtivista, reduzindo a aplicação de metodologias de ensino tradicionais de carácter expositivo.

As situações da entrevista, com exceção da situação da moeda, não serão demonstradas experimentalmente, uma vez que com elas se pretendia a previsão de acontecimentos. O problema da moeda será demonstrado experimentalmente para tornar esta situação mais clara ao entrevistado.

Apesar do protocolo da entrevista apresentar as situações tratadas na entrevista, bem como as principais questões, a entrevistadora não se limitará a essas questões, devendo mesmo introduzir outras em função das respostas dadas pelo entrevistador às questões iniciais, e tendo como objetivo a classificação dessas respostas e/ou obtenção de mais informação.

Após a realização das entrevistas, estas foram transcritas na íntegra. O discurso ficou registado com repetições, eventuais erros de linguagem, pausas, entre outros (anexo 4).

Quando se trata de trabalhar um documento em bruto, a primeira transcrição do texto é fundamental. Na prática a primeira transcrição realiza-se em dois tempos, ou seja, no primeiro, executa-se a transcrição do texto oral, no segundo, completa-se a primeira transcrição que normalmente tem sempre falhas. A primeira transcrição corresponde igualmente à primeira fase do trabalho de tratamento do material. Na segunda, por sua vez, completa-se as palavras que não foi possível entender na primeira fase.

Contudo, é de destacar que se encontra também em anexo - (anexo 5) - o pedido de apreciação desta investigação à Comissão de ética da Universidade Fernando Pessoa.

Assim sendo, e de forma a garantir a privacidade a que os participantes tinham direito, o entrevistador e o(a) aluno(a) entrevistado(a) foram as únicas pessoas presentes na sala durante o decorrer da entrevista. Esta foi gravada com o consentimento dos participantes.

De maneira a obter o consentimento acima referido, os alunos assinaram a declaração de consentimento informado da Comissão de Ética da Universidade Fernando Pessoa. (Anexo 6) Depois foi pedida a autorização aos respetivos encarregados de educação dos alunos intervenientes no estudo, salientando que as respostas eram confidenciais e seriam usadas exclusivamente para o estudo, a autorização foi dada de bom grado. Assim sendo, houve o compromisso de garantir que as entrevistas fossem apenas utilizadas para fins académicos de mestrado, sendo destruídas após a conclusão da mesma (anexo 6).

As entrevistas foram submetidas à análise de conteúdo para a sua interpretação (anexo 7), tendo as mesmas revelado possuir apenas uma categoria (categoria A - as leis de Newton) dividida em quatro subcategorias que são correspondentes às quatro situações problemáticas onde estas leis se aplicam (o livro, as esferas, as moedas e a nave espacial).

As diferentes técnicas disponíveis para a investigação educacional e a respetiva utilização na investigação em Ciências foram já objeto de reflexão por parte de vários autores (Leite, 1993; Araújo & Silvestre, 2011; Coutinho 2011; Rodrigues, 2013) que se preocupam com as explicações dos indivíduos sobre o mundo que os rodeia. Os mesmos referem que todas as técnicas têm vantagens e limitações, pelo que a escolha por uma delas deve ser feita com base na comparação das potencialidades e limitações das diferentes técnicas, realizada à luz dos objetivos do estudo em causa.

### III – APRESENTAÇÃO, ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Nesta parte do estudo vamos apresentar e discutir as respostas dos alunos, quando confrontados com as quatro situações problemáticas, e comparar as respostas dadas segundo a teoria do senso comum para o movimento e segundo com a mecânica newtoniana. A organização da apresentação dos resultados obtidos do presente estudo foi estruturada por temas e subtemas de análise, procurando ir sempre ao encontro do cumprimento dos objetivos da investigação. Ao proceder à interpretação dos resultados das diferentes entrevistas realizadas, houve a preocupação de correlacionar os resultados obtidos com o quadro conceptual que orientou o trabalho.

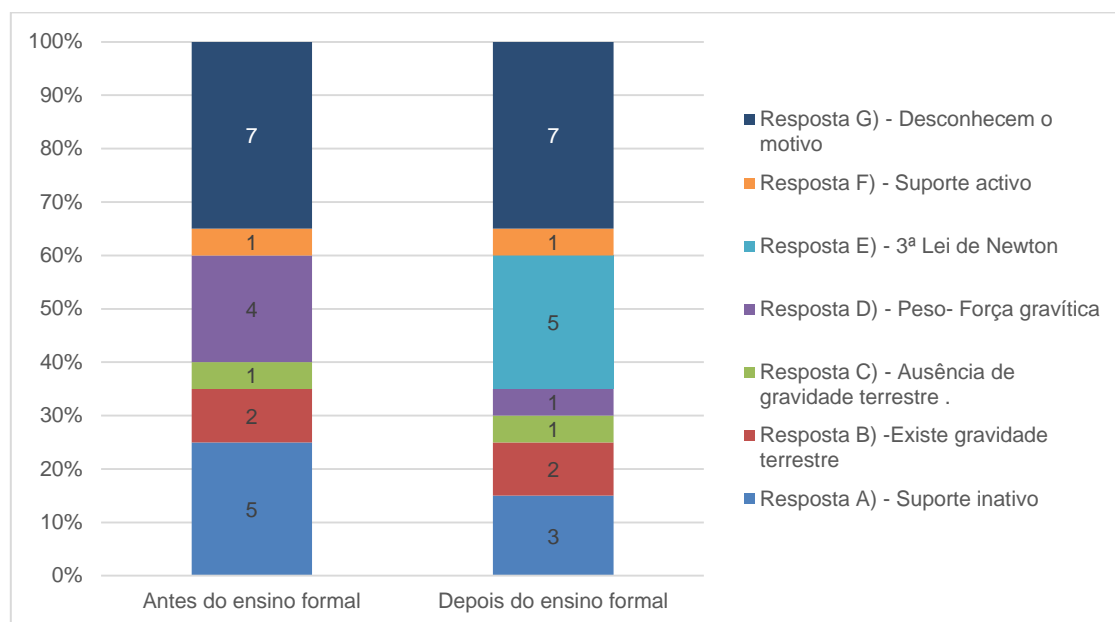
#### **1. Resultados das respostas dos alunos às quatro situações problemáticas da Física: o livro, a moeda, as esferas e a nave espacial**

Neste ponto vamos apresentar e discutir o desempenho dos alunos perante situações problemáticas “o livro” (situações A, B e C) com que cada um foi confrontado durante a (s) entrevista (s). Começaremos por analisar o desempenho dos alunos em cada situação problemática, para, de seguida, comparar globalmente o desempenho dos diferentes grupos de alunos com a teoria do senso comum para o movimento e com a mecânica newtoniana.

Depois disso, faremos uma análise da coerência das respostas dos alunos ao longo de cada entrevista. Terminaremos com a apresentação de uma síntese de conclusões retiradas do estudo realizado.

Na ilustração 1, contabilizam-se os resultados da análise de conteúdo das respostas dos alunos participantes neste estudo face à situação problemática ‘ livro A ’ (um livro em repouso, em cima de uma mesa), antes do ensino formal e depois do ensino formal.

## As concepções alternativas e a mudança conceptual no ensino da Física-Mecânica: alunos com dificuldades de aprendizagem a frequentar o 9º ano numa escola do Concelho do Funchal



**Ilustração 1. Respostas dos alunos à situação do livro A**

As explicações para o facto de o livro, uma vez pousado, permanecer em repouso, baseiam-se em sete conceitos: *desconhecem o motivo; suporte activo; presença de gravidade terrestre; ausência de gravidade terrestre; suporte inativo e as leis de Newton.*

Todos os 20 alunos entrevistados recorreram a apenas um destes conceitos para explicarem o repouso do livro.

Apenas cinco alunos (n=5) consideraram que o livro está sobre a mesa por razões de suporte inativo, isto é, simplesmente consideraram que o livro está parado porque não se movimenta, mas não relacionam com fatores externos (ver tabela 3 no anexo 7):

Ex.: “ (...) *Porque a mesa está parada.*” E1, 1ª avaliação

“ (...) *O livro está parado sobre a mesa porque a mesa não está em andamento.*” E2, 1ª e 2ª avaliações

“*O livro está em repouso, o livro está na mesa e não está sendo aplicada força.*” E7, 1ª avaliação

Dois alunos responderam que o livro está em repouso devido à existência da força gravítica. Apesar de identificarem as forças atuantes no livro, não foram capazes de usar para explicarem o repouso do mesmo, isto é, não consideraram que a força

resultante total fosse nula. Evidentemente que isto não podia acontecer, uma vez que se tratam de respostas dadas antes do ensino formal (ver tabela 3 em anexo 7):

Ex.: “*Está parada por causa da gravidade.*” E10, 1ª avaliação

“*Está parado devido a gravidade.*” E12, 1ª avaliação

Como argumenta Leite (1993, p.229), num estudo semelhante sobre esta temática das concepções alternativas refere que:

(...) Embora os alunos afirmassem, por ocasião da segunda entrevista, que já não se lembravam de como tinham respondido durante a primeira entrevista, verificou-se que todos eles mantiveram no fundamental: as suas previsões e/ou explicações, o que demonstra, em primeiro lugar e como se desejava, que a primeira entrevista não originou aprendizagem e, em segundo lugar, que as respostas dos alunos não são dadas por acaso mas antes refletem uma maneira própria de ver o mundo (Leite, 1993, p.229).

Um aluno (E5) considerou como resposta - *suporte ativo* (n=1) (ver tabela 3 no anexo 7):

Ex.: “*Existe força de atrito porque o livro não se mexe.*” E5, 1ª e 2ª avaliações

O que significa que o livro está apoiado num suporte ativo o que o impede de cair. Segundo Leite (1993), a atribuição desta capacidade ao suporte é o primeiro passo para a compreensão da explicação científica do repouso de um objeto sobre outro.

Quatro alunos (E6; E15; E4 e E12) - (n=4) *consideraram a noção peso do corpo, relacionando com a força gravítica do corpo* (ver tabela 3 em anexo 7):

Ex.: “*O livro está parado em cima da mesa devido ao seu peso... devido a sua gravidade.*” E6, 1ª avaliação

“*O livro está parado devido a gravidade.*” E15, 1ª avaliação

“*Por causa da gravidade... se deve a descoberta dos cientistas.*” E 4, 1ª avaliação

*“Por causa da força da gravidade, por causa da teoria da gravidade.”* E  
12,1ª avaliação

Dos seis alunos que apresentaram explicações baseadas na gravidade (no primeiro momento da avaliação), apenas quatro evidenciaram possuir conhecimento relativamente a noção de gravidade e a sua relação com o conceito peso.

É duvidoso se seriam de prever, nesta idade, tantas referências (n=4), relativas à gravidade terrestre, dado que este conceito não é um conceito tipicamente do dia-a-dia. Contudo, e devido essencialmente aos meios de comunicação social, ou então pelo facto de este conceito já ter sido abordado nos anos letivos anteriores na disciplina de Físico-Química, nomeadamente sétimo ano de escolaridade e oitavo ano de escolaridade, ele parece ser um conceito muito importante para a maioria dos alunos, para explicar o repouso dos objetos à superfície da terra, por oposição à flutuação que acontece a todos os corpos na ausência de gravidade (Rodrigues, Zimmermann et al., 2012).

Um aluno deu como resposta a ausência de gravidade terrestre (n=1) atribuindo esta ausência gravítica pelo facto do livro não estar em andamento (ver tabela 3 em anexo 7):

Ex.: *“ O livro está parado porque não tem gravidade... isso é uma lei.”* E 13,  
1ª avaliação

Sete alunos (n=7), dizem desconhecer o motivo do facto de o livro estar em repouso, eventualmente devido às dificuldades de aprendizagem dos mesmos e também devido a problemas comportamentais do saber estar na sala de aula revelados pelos mesmos, bem como devido a interesses divergentes dos escolares.

Após o ensino formal, três alunos (n=3) continuaram a considerar que o livro permanece em repouso através da existência de um suporte inativo, dois alunos (n=2) insistiram na existência da gravidade terrestre, como explicação para o repouso do livro, e o mesmo aluno, (n=1) continuou a considerar o livro parado em suporte ativo. Os sete alunos (n=7) continuaram a revelar dificuldades em dar uma explicação para o problema.

O número de alunos cuja resposta está de acordo com o conhecimento científico correto ou com a mudança concetual pretendida foram cinco alunos (n=5) (ver tabela 3 em anexo 7):

Ex.: *“Aplica-se a 3ª lei de Newton que é a lei da ação-reação. Há sempre para toda a ação uma força oposta. A reação é de igual intensidade.”* E7, 2ª avaliação

*“A mesa está parada e como a gravidade puxa todas as coisas para baixo, a mesa está parada e exerce força sobre o livro, logo o livro está parado.”* E10, 2ª avaliação

*“O sistema da mesa é aplicado pela terceira lei de Newton, a lei da ação-reação, para toda a ação há sempre uma reação de igual intensidade e a força total dá zero.”* E11, 2ª avaliação

*“Não há uma força que o empurre... não sei... se não houver uma força que perturbe o livro não se mexe.”* E 9, 2ª avaliação

*“Não há toque. O livro está em cima da mesa, se não há movimento não há força.”* E 16, 2ª avaliação

Apesar de ser um número de alunos reduzido, pode-se afirmar que perante as características dos nossos participantes (alunos com problemas de aprendizagem e comportamentais), os resultados podem ser considerados positivos.

O desempenho dos alunos foi o resultado da função do professor, uma vez que as estratégias de ensino aplicadas por este tiveram em conta uma metodologia ativa e participativa, com base em esquemas concetuais e mentais dos alunos.

Esta ideia é defendida por muitos investigadores, entre os quais destaca-se Magnusson, Krajcik e Borko (1999, *cit. in* Gulberg et al., 2008), os quais apontam para a necessidade do professor ter em conta, nas estratégias de ensino, as concepções prévias dos alunos, para que a partir destas possa planear e ensinar. Com efeito, estas correspondem a base para introduzir os novos conceitos científicos. Assim sendo, é preciso ter duas preocupações, segundo os mesmos, o de ensinar o novo conceito, mas

igualmente ter o cuidado de eliminar o conceito não considerado cientificamente correto da mente dos alunos.

De igual forma, Wandersee et al. (1993), a par de outros investigadores Wenning (2008) e Franke e Bogner (2011), chegaram à seguinte conclusão nos seus estudos: que os alunos nas leis do movimento na Física tinham conclusões concordantes com a teoria do senso comum.

Os autores Wandersee et al. (1993) e Wenning (2008), após uma extensa pesquisa literária efetuada, tomando como base as experiências ao nível do ensino da Ciência, concluíram a existência de algumas concepções alternativas presentes na Física, que descrevemos:

- ✓ Quando a força é aplicada num objeto é produzido um movimento na direção da força;
- ✓ A aplicação de uma força constante conduz a movimento de objetos com velocidade constante;
- ✓ A ausência de forças aplicadas num corpo ou o corpo está em repouso ou verifica-se o abrandamento do movimento;
- ✓ Um objeto que se mova sob o efeito de uma força central terá uma trajetória retilínea quando libertado;
- ✓ A aceleração dos objetos em queda livre depende da massa;
- ✓ A queda livre do movimento dos corpos é para baixo;
- ✓ Não há gravidade no espaço;
- ✓ A gravidade só existe nos corpos em queda livre;
- ✓ Um objeto está em repouso quando não está sujeito a uma aceleração;

Da relação entre os dados obtidos pelos alunos com os professores, a investigadora Leite (1993), confirma que a persistência de conceitos do senso comum na interpretação de fenómenos científicos estava relacionado com a elevada percentagem de professores que não tinham em conta as concepções alternativas dos alunos nas estratégias e metodologias aplicadas em sala de aula:

(...) Este resultado significa que é preciso investir muito e rapidamente na formação dos professores, relativamente à problemática das Concepções Alternativas, a fim de que eles

estejam preparados para ensinar os conteúdos programáticos daquela disciplina, com base nos conceitos prévios dos alunos e, de um modo especial, nas Concepções Alternativas que estes possuem (Leite, 1993, p.315).

Há evidências práticas que revelam que o ensino tradicionalista (de carácter expositivo com a transmissão de conhecimentos) por parte dos professores é insuficiente para alterar as ideias prévias dos alunos para os novos conhecimentos cientificamente corretos, visto que este tipo de aprendizagem não tem em conta o aluno como construtor do conhecimento.

Não obstante, é importante salientar que há estudos que demonstram uma dualidade no papel do professor, designadamente entre o que declara como metodologia de ensino aplicada e o que realmente executa em sala de aula, podendo ser estes dois aspetos não concordantes (Haney & McArthur 2002; So & Watkins 2005; Contreras, 2010).

Relativamente à metodologia de aprendizagem utilizada pelos professores, é sabido o quão essencial é o conhecimento do professor quanto à melhor prática profissional (Porlan, et. al., 2010).

De facto, há a preocupação em tornar a educação em Ciência acessível a todos os cidadãos, surgida em meados do século XX, no entanto esta foi insuficiente, pois não conduziu a uma população detentora de conhecimento científico capaz de acompanhar, de forma esclarecida, os debates em torno de questões científicas (Leite, 2005).

Os elevados níveis de literacia científica exigido aos cidadãos, bem como o ritmo acelerado com que o conhecimento científico evolui, obrigam a que o papel do professor também se altere. Mudar a ênfase do ensino para a aprendizagem significa efetuar uma revolução que só será bem-sucedida se devidamente acompanhada por uma adequada formação de professores.

De acordo com Perrenoud (2010), grande parte dos problemas de ensino aprendizagem acabam, inevitavelmente, por convergir na figura do professor, ao estarmos ligados a uma sociedade de informação e de conhecimento, assim sendo os trabalhos que há a realizar nas escolas, não é só de cada comunidade educativa, mas também do trabalho que o professor desenvolve.

De facto, os resultados confirmam que cinco dos vinte alunos, obtiveram o resultado pretendido. É de salientar, também, a dificuldade do docente em gerir o tempo da aprendizagem com a motivação e desenvolvimento intelectual dos alunos que nos remete para o que nos diz Perrenoud (1999):

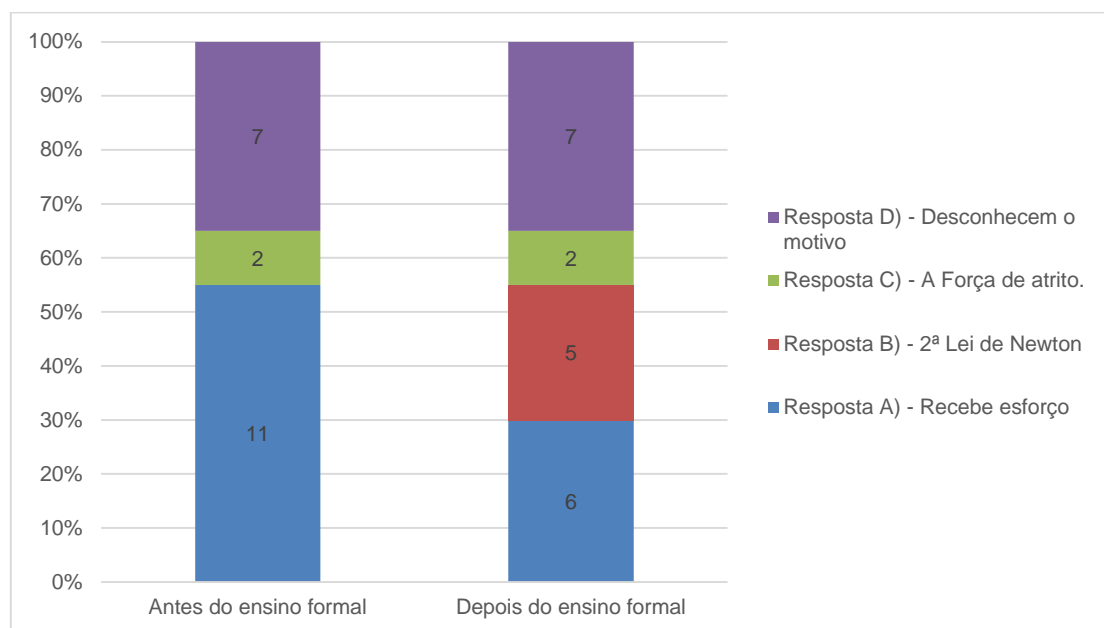
Os professores em uma sala de aula não estão operando apenas com o conhecimento erudito mas com situações inéditas, imprevistas fazendo que o professor tenha que decidir nas condições efetivas da ação, às vezes, com informações incompletas, com urgência ou stresse, levando-se em consideração parceiros pouco cooperativos, condições pouco favoráveis e incertezas de todos os tipos (p.54).

A análise das respostas dadas à situação problemática “ livro A” pelos alunos que participaram neste estudo leva-nos a concluir que as suas respostas evoluem desde o mais elementar nível do senso comum até um nível concordante com o conhecimento científico, neste caso as leis de Newton. Na sequência evolutiva, verificaram-se também semelhanças com os resultados obtidos por Leite (1993). Assim, a evolução das respostas verificada é a seguinte:

1. Livro apoiado em suporte inativo;
2. A gravidade ou o peso do livro fazem com que este tenda a estar apoiado;
3. A gravidade e/ou peso fazem com que o livro tenda a cair;
4. O livro está apoiado em suporte ativo que contraria a tendência para cair;

Na ilustração 2, apresentam-se os resultados da análise de conteúdo das respostas dos alunos à situação problemática “livro B” (um livro que se desloca pela ação de uma força instantânea até o ponto A), avaliando os dois momentos da entrevista, antes do ensino formal e depois do ensino formal.

**As concepções alternativas e a mudança conceptual no ensino da Física-Mecânica: alunos com dificuldades de aprendizagem a frequentar o 9º ano numa escola do Concelho do Funchal**



**Ilustração 2. Respostas dos alunos à situação do livro B**

Como se pode verificar através desta análise, 11 alunos entrevistados consideraram que o livro recebe esforço (através da tacada que lhe é dada), recorrendo à ideia de que o esforço se gasta (naturalmente) durante o movimento (ver tabela 3 em anexo 7):

Ex.: “*Por causa da força.*” E15, 1ª avaliação

“*Tem a ver com a força que é exercida sobre o livro.*” E1, 1ª e 2ª avaliações

“*Ao dar-nos uma pancada no livro ele mexe-se... deu-se uma pancada e ele movimentou-se.*” E3, 1ª e 2ª avaliações

“*Devido a força que era exercida sobre o livro. Se não houvesse nenhuma força o livro não se deslocaria.*” E14, 1ª e 2ª avaliações

“*Devido a força.*” E15, 2ª avaliação

“*Era a força exercida pela nossa habilidade. Ao bater no livro iria bater até o ponto A.*” E6, 1ª avaliação

Contudo, dois destes alunos tomaram a força de atrito ( $n=2$ ) como a responsável por dificultar o movimento (ver tabela 3 em anexo 7):

Ex.: *“O livro arrastou-se... devido a superfície plana, porque se a superfície fosse cresspa não se movimentava.”* E4, 1ª e 2ª avaliações

*“Devido a superfície do livro e da mesa” Iria-se mover até o ponto A devido a força de atrito.”* E6, 2ª avaliação

Alguns alunos (n=7), dizem desconhecer o motivo do facto do livro parar após a tacada, eventualmente devido às dificuldades de aprendizagem dos mesmos e também devido a problemas comportamentais do saber estar na sala de aula revelados, assim como o resultado de interesses divergentes dos escolares e, sobretudo, devido à falta de atenção e concentração.

Em contrapartida, no segundo momento da avaliação, após o ensino formal, apenas seis alunos consideraram que o livro recebe esforço através da tacada, os restantes cinco alunos (n=5) que anteriormente tinham referido a noção anteriormente citada, conseguiram atingir a mudança concetual pretendida, que foi explicar o movimento segundo as leis de Newton: a segunda lei de Newton ou a lei fundamental da dinâmica, porque, através desta lei, é possível calcular a velocidade e a aceleração de todos os corpos quando uma determinada força é aplicada sobre o corpo. A expressão matemática é a  $\vec{F} = m \times \vec{a}$  (Gianopolous, 2008; Pereira, 2011, Gibson, 2011).

Os exemplos das respostas corretas dadas (ver tabela 3 em anexo 7) foram:

Ex.: *“Deve-se ao movimento uniformemente retardado que o livro irá ter e consequentemente a aceleração negativa.”* E11, 2ª avaliação

*“Deve-se ao movimento uniformemente retardado que o livro irá ter e consequentemente a aceleração negativa, devido à segunda lei de Newton em que a Força resultante é diferente de zero.”* E7, 2ª avaliação

*“Devido à força resultante que aplicamos no livro.”*E17, 2ª avaliação

*“A velocidade diminui devido ao atrito com a mesa, provocando a diminuição da velocidade e a aceleração negativa.”* E18, 2ª avaliação

*“Porque o movimento é retardado.”* E19, 2ª avaliação

Nesta segunda fase, os restantes sete alunos (n=7) continuavam a não saber explicar o problema.

A leitura dos resultados obtidos leva-nos à conclusão de que o estudo da Mecânica não fez com que os alunos alterassem, no essencial, a explicação que já possuíam para a situação “livro B”, nem fez com que aqueles que desconheciam a explicação fossem capazes de explicar segundo a mecânica newtoniana. Registe-se que cinco alunos atingiram a mudança concetual.

A mudança concetual destes cinco alunos foi o resultado do desempenho do professor que aplicou estratégias de aprendizagem baseadas na resolução de problemas, pois este tipo de aprendizagem ajuda os alunos a desenvolver competências diversas necessárias para o seu desenvolvimento pessoal e social no futuro como nos referem vários autores (Hmelo, 2004; Lambros, 2004; Leite & Afonso, 2001).

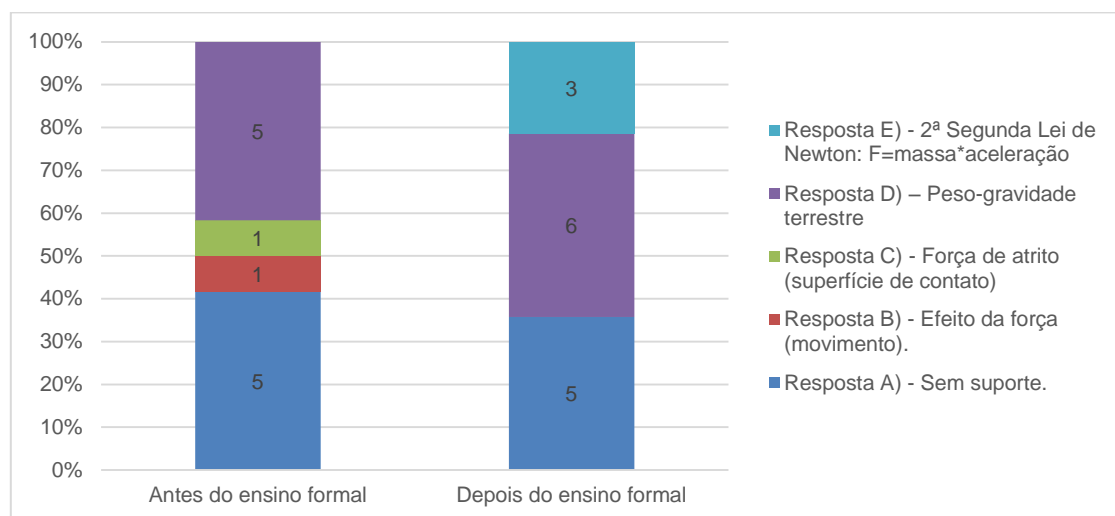
A análise efetuada às respostas dos alunos relativamente à situação problemática “livro B” levou-nos a concluir que elas evoluem do conceito mais simples até chegar ao conceito científico pretendido:

1. Desconhecem o motivo;
2. O livro recebe esforço (o movimento gasta esforço e termina quando o esforço se esgota);
3. O livro recebe esforço (o atrito dificulta o movimento);
4. O livro recebe esforço que a força de atrito gasta;

Resultado semelhante foi encontrado no estudo (Leite, 1993), concluindo que o passo mais difícil a ser ultrapassado pelos alunos é a existência de uma força contrária ao do movimento sendo que os alunos que atingissem este conceito facilmente atingiriam a mudança concetual pretendida.

Na ilustração 3 mostra-se como os alunos previram o comportamento de um livro, o qual demos uma tacada que o fez cair abaixo da mesa (livro C), antes do ensino formal e depois do ensino formal.

**As concepções alternativas e a mudança conceptual no ensino da Física-Mecânica: alunos com dificuldades de aprendizagem a frequentar o 9º ano numa escola do Concelho do Funchal**



**Ilustração 3. Respostas dos alunos à situação do livro C**

No primeiro momento da avaliação, os alunos previram que, assim que o livro saísse da mesa, cairia na vertical. Cinco alunos ( $n=5$ ) consideraram como única causa explicativa deste tipo de queda a falta de suporte (a que o livro fica sujeito assim que chega ao limite do tampo da mesa (ver tabela 3 em anexo 7):

Ex.: “O livro caía no chão.” E3, 1ª avaliação

“Isto deve-se... devido ao livro ter uma superfície plana... e deixa de ter.” E4, 1ª avaliação

“O livro cairia do tampo da mesa para o chão porque estava muito na beira.” E6, 1ª avaliação

“É a força... caía.” E7, 1ª avaliação

“O livro caía no chão.” E3, 1ª avaliação

Os outros cinco alunos ( $n=5$ ) justificaram com o peso ou a gravidade (ver tabela 3 em anexo 7):

Ex.: “Por causa da gravidade, o livro iria cair ao chão.” E12, 1ª avaliação

“O livro caía no chão ...porque há... gravidade.” E16, 1ª avaliação

“O livro cairia no chão pela lei da gravidade relacionada com as leis de Newton.” E9, 1ª avaliação

“Cairia, pois a força de gravidade puxa as coisas para baixo.” E3, 1ª avaliação

*“O livro caía... porque a pancada foi forte e pela lei da gravidade.”*

E11, 1ª avaliação

Um aluno (n=1) considerou a força de atrito como sendo inferior à força transmitida ao livro (ver tabela 3 em anexo 7):

Ex.: *“A força de atrito da mesa irá ser inferior à força aplicada no livro.”* E5, 1ª avaliação

Outro aluno (n=1) apontou como causa da queda do livro na vertical o efeito da força aplicada no mesmo (ver tabela 3 em anexo 7):

Ex.: *“O livro deslocava-se.”* E15, 1ª avaliação

As respostas dadas pelos alunos vão ao encontro dos resultados encontrados por, Wandersee et al. (1993), Leite (1993), Wenning (2008) e Franke & Bogner (2011), pois podem considerar-se consistentes com a teoria do senso comum para o movimento.

No segundo momento da avaliação, após o ensino formal, os alunos previram que, assim que o livro saísse da mesa, o livro cairia na vertical e apontaram sobretudo duas razões: cinco dos alunos (n=5) continuaram a referir como única causa explicativa deste tipo de queda a falta de suporte (a que o livro fica sujeito assim que chega ao limite do tampo da mesa); os outros seis alunos (n=6) consideraram, como única causa explicativa, o peso e a gravidade. E, finalmente, somente três alunos (n=3) deram a resposta cientificamente correta e de acordo com a mecânica newtoniana (ver tabela 3 em anexo7):

Ex.: *“A queda com movimento acelerava o livro.”* E3, 2ª avaliação

*“O livro iria se mexer, iria descer verticalmente.”* E8, 1ª avaliação

*“A queda é uma trajetória parabólica, vertical acelerado, considerando a resistência do ar.”* E7, 2ª avaliação

Pode-se constatar que somente três alunos alcançaram os objetivos propostos. Concluímos que, apesar de ser um número reduzido, pode ser considerado positivo,

dado às características da amostra de alunos e à diversidade de problemas comportamentais constatados.

Os nossos resultados estão também de acordo com Lopes (2009), quando sublinha no seu estudo, que há diferentes tipos de alunos, consoante a manifestação da dificuldade de aprendizagem revelada pelos mesmos: alunos com problemas de realização escolar que revelam síndrome de fracasso; alunos problemáticos (alunos que fazem apenas o indispensável); alunos com baixo rendimento escolar; alunos com problemas de hostilidade e que a expressam através de comportamentos diretos (hostis-agressivos), todos aqueles que expressam a sua opinião e a sua resistência ao professor de forma indireta; alunos que revelam dificuldade em cumprir as exigências do papel de alunos, por razões relacionadas com o excessivo e constante movimentam (hiperatividade), com os baixos níveis de atenção (distração) e com a baixa estabilidade emocional e baixo autocontrole.

Com efeito, sabe-se que os problemas comportamentais afetam em grande medida o processo de ensino-aprendizagem. Mais, os investigadores das crianças com problemas de comportamento referem que as mesmas apresentam, frequentemente, problemas a nível académico (Barkley et. al., 2002, *cit.in* Camisão, 2005).

Neste estudo houve a preocupação de se procurar utilizar estratégias de aprendizagem centradas e orientadas nos alunos, de modo a fomentar a aprendizagem ao longo da vida como nos referem Neufield e Barrows (1974) e Hmelo-Silver (2004).

Retomando os nossos resultados e relativamente à eventual evolução das respostas dos alunos, parece-nos que o passo determinante da evolução consiste no abandono da ideia de que o movimento requer um esforço na mesma direção e sentido, devido ao facto de ela impedir os alunos de refletirem em termos de velocidade.

Assim sendo, a evolução das respostas é a seguinte:

1. O livro cai na vertical por falta de suporte;
2. O livro cai na vertical devido à força da tacada que causou o movimento;

3. O livro cai na vertical porque a força de atrito da mesa foi inferior à força aplicada pela tacada;

4. O livro cai na vertical devido ao peso e à gravidade;

5. O livro segue uma trajetória parabólica devido à velocidade horizontal constante (não considerando a resistência do ar) e a uma velocidade vertical crescente (devido à aceleração da gravidade), isto é, a segunda lei de Newton;

O número de alunos cuja resposta está de acordo com o conhecimento científico correto ou com a mudança concetual pretendida, ou que está de acordo com a mecânica newtoniana, só aconteceu com 3 alunos no segundo momento da avaliação, após o ensino formal. No primeiro momento da avaliação, as respostas dos alunos foram similares à teoria do senso comum sobre o movimento.

Como atestam os dados da ilustração 4, trata-se do problema das esferas: duas esferas, uma de ferro e a outra de madeira, lançadas ao mesmo tempo na presença de ar.

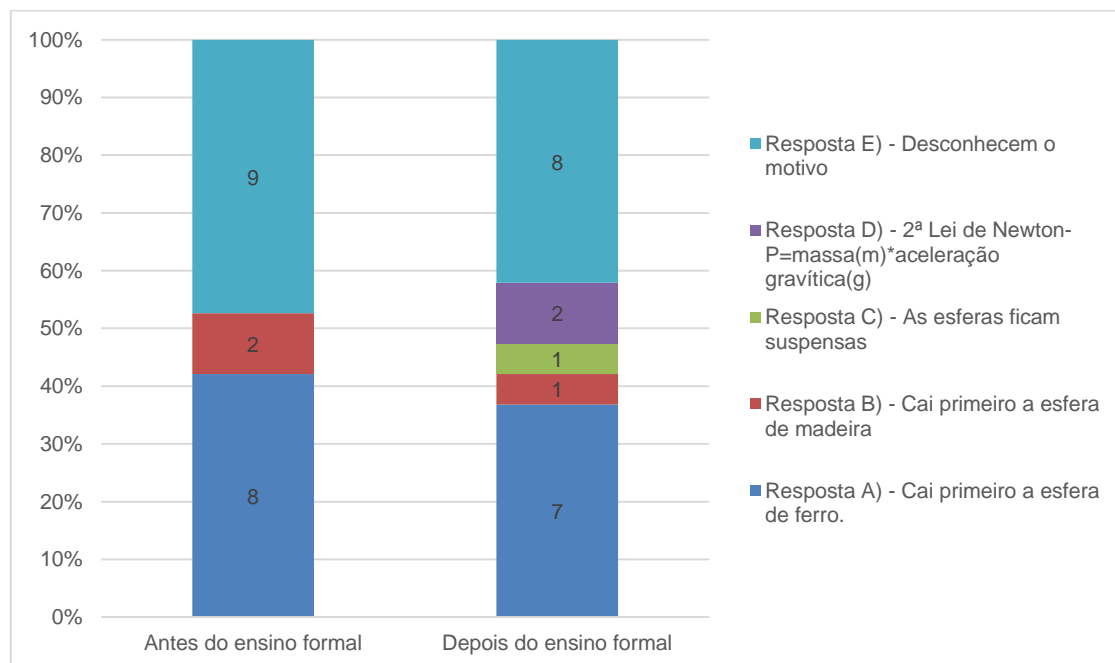


Ilustração 4. Respostas dos alunos à situação A das esferas

Como se pode observar, oito alunos (n=8) afirmaram que a esfera de ferro cairia mais depressa que a esfera de madeira por ser a mais pesada (ver tabela 4 em anexo 7):

Ex.: *“A de ferro chegará mais depressa ao chão do que a da madeira. A de ferro é mais pesada.”* E10, 1ª avaliação

*“Penso que a de ferro seria mais depressa a cair que a de que a de madeira.”* E16, 1ª e 2ª avaliações

*“A de ferro vai cair primeiro no chão, porque a de ferro é mais pesada que a de madeira.”* E16, 1ª avaliação

*“A de ferro cai mais depressa porque é mais pesada.”* E12, 1ª e 2ª avaliações

*“A de ferro cai mais depressa que a de madeira.”* E6, 1ª e 2ª avaliações

*“A de ferro cai mais depressa que a de madeira.”* E1, 2ª avaliação

Por outro lado, dois alunos consideraram que a esfera de madeira seria a primeira a cair, por ser a mais leve (ver tabela 4 em anexo 7):

Ex.: *“A madeira é mais leve que o ferro iria cair primeiro a esfera de madeira.”* E9, 1ª avaliação

*“A esfera de madeira cai mais depressa que a de ferro.”* E2, 1ª avaliação

Os restantes nove alunos (n=9) não conseguiram dar resposta ao problema, eventualmente devido às dificuldades de aprendizagem dos mesmos e também devido a problemas comportamentais revelados no saber estar na sala de aula, bem como em resultado de interesses divergentes dos escolares, e sobretudo devido à falta de atenção e concentração.

No primeiro momento da avaliação, nenhum aluno respondeu corretamente às questões, sendo que as suas respostas são similares à teoria do senso comum sobre o movimento.

No segundo momento da avaliação, após o ensino formal, sete alunos (n=7) responderam que a esfera de ferro cai primeiro. Apenas um aluno (n=1) considerou que a esfera de madeira cai primeiro que a de ferro. Isto porque este considerou, não somente o peso da esfera, como também o facto de as esferas, ao caírem, deverem atravessar a resistência do ar, pelo que a mais pesada tem mais impedimento de

atravessar a camada de ar do que a mais leve. E também por considerarem que os corpos mais leves são aqueles que caem primeiro (ver tabela 4 em anexo 7).

Um aluno (n=1) considerou que as esferas ficariam suspensas em resultado da gravidade, apesar de não ser capaz de explicar como é que a gravidade faz com que as duas esferas fiquem suspensas. Oito alunos (n=8) continuaram a não saber dar uma explicação (ver tabela 4 em anexo 7).

E, finalmente, somente dois alunos (n=2) deram as respostas consideradas cientificamente corretas (ver tabela 4 em anexo 7):

Ex.: *“Depende das forças com quem são lançadas.”* E 11, 1ª e 2ª avaliações

*“Quanto menor o tempo de queda, maior é a aceleração gravítica das esferas.”* E3, 2ª avaliação

Em suma, apesar do resultado ser considerado pouco satisfatório, o mesmo corresponde a um sinal positivo, em face do contexto da turma problemática onde o conteúdo foi lecionado. Expressões como: problemas de aprendizagem, problemas comportamentais e disfunções familiares estão interligados. Alguns alunos do nosso estudo são provenientes de ambientes familiares conflituosos, segundo o Projeto Curricular de Turma (2012-2013):

(...) Os problemas que vão surgindo nas famílias podem ser a causa e contribuírem para o desenvolvimento de problemas de comportamento na infância e depois na adolescência, nomeadamente a indisciplina e a agressividade (...). (Dias, 2009, p.7)

Relativamente à estratégia utilizada, foram usados instrumentos de apoio e resolução de problemas, tais como as atividades prático-laboratoriais, muito importantes no ensino das ciências, estando assim em consonância com o estudo de Leite et al., (2005).

Os nossos resultados remetem-nos também para os estudos de Tobin (*cit.in* Franke & Bogner, 2011), que nos demonstra a importância das atividades experimentais no ensino da Ciência, no sentido de permitir aos alunos a interação das suas próprias concepções alternativas e de ajudá-los a transformar as suas próprias ideias em conhecimentos científicos, que passamos a citar:

Constructivism implies that students require opportunities to experience what they are to learn in a direct way and time to think and make sense of what they are learning. Laboratory activities appeal as a way of allowing students to learn with understanding and, at the same time, engage in a process of constructing knowledge by doing science (Tobin *cit.in* Franke & Bogner, 2011, pp.404-405).

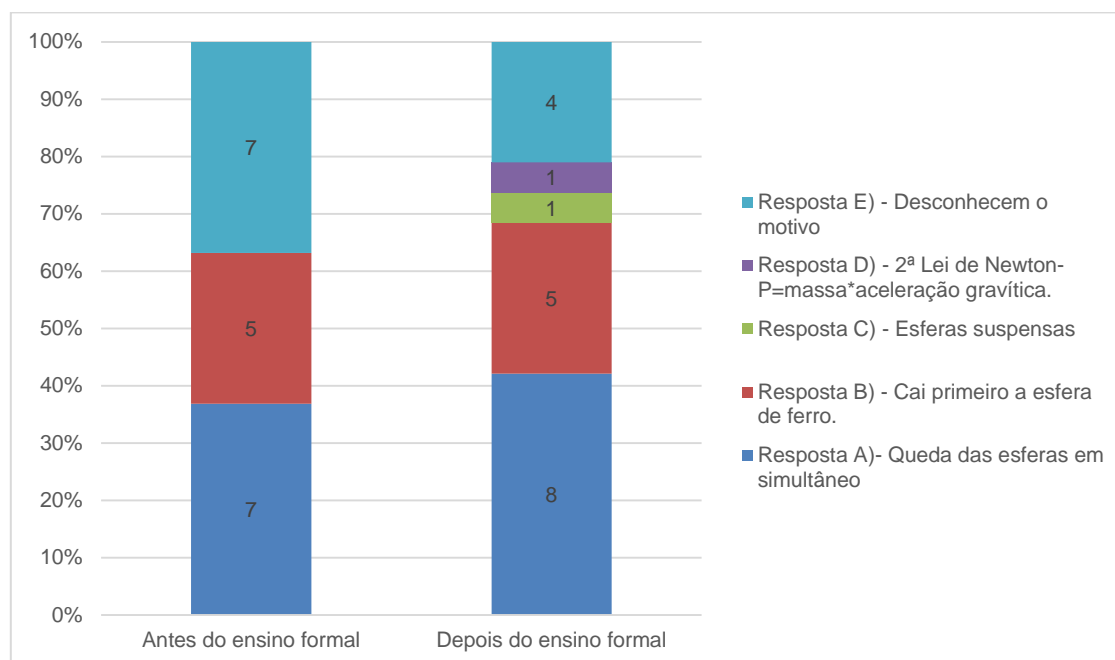
Na sequência evolutiva proposta, parece-nos que uma das etapas mais difíceis de ultrapassar pelos alunos consiste no abandono da atribuição do tempo de queda ao peso. Outro passo, também difícil, consiste na compreensão de que a força gravítica é maior no caso da esfera de ferro, o que requer, em primeiro lugar, a aceitação de que as forças resultam da interação entre os objetos e, em segundo lugar, a compreensão da terceira lei de Newton. Finalmente, a última, mas não menos importante dificuldade, consiste em compreender que a rapidez da queda depende da aceleração gravítica e não do peso ou força gravítica.

Assim sendo, a sequência evolutiva é:

1. A esfera de ferro é mais rápida por ser mais pesada;
2. A esfera mais pesada passa mais facilmente através do ar;
3. A terra atrai mais a esfera mais pesada;
4. A terra atrai mais depressa a esfera mais pesada, mas a resistência do ar e a aceleração gravítica é igual para as duas esferas (a segunda lei de Newton);

Na ilustração 5- situação das “ esferas B” (que apenas difere do problema anterior, pelo facto de a queda das esferas se processar no vácuo ou ausência de ar). Mostram-se, no caso vertente, os dois momentos, antes do ensino formal e depois do ensino formal.

## As concepções alternativas e a mudança conceptual no ensino da Física-Mecânica: alunos com dificuldades de aprendizagem a frequentar o 9º ano numa escola do Concelho do Funchal



### Ilustração 5. Respostas dos alunos à situação B das esferas

Como se pode observar sete alunos ( $n=7$ ), consideraram que a queda das esferas se processava ao mesmo tempo, isto é, previram os tempos de queda iguais para as duas esferas. Segundo os alunos, no vácuo ou ausência de ar, a queda das esferas acontece em simultâneo (ver tabela 4 em anexo 7).

Por outro lado, cinco ( $n=5$ ) alunos consideraram que é a esfera de ferro a primeira a cair, e não a de madeira, na ausência de ar (vácuo). Os restantes sete alunos ( $n=7$ ) não souberam explicar a situação problemática.

Em síntese, no primeiro momento da avaliação, sete alunos responderam cientificamente correto, segundo a mecânica newtoniana (ver tabela 4 em anexo 7):

Ex.: “As duas esferas caíam ao mesmo tempo, porque não há resistência do ar e ambas têm o mesmo peso.” E9, 1ª e 2ª avaliações

“As esferas caíam ao mesmo tempo na ausência de ar ou resistência do ar.” E19, 1ª e 2ª avaliações

“As duas esferas caíam ao mesmo tempo, porque não há ar, nem força gravítica.” E5, 1ª e 2ª avaliações

*“As duas esferas caiam ao mesmo tempo, como não tem ar, nem gravidade.”*

E10, 1ª e 2ª avaliações

*“Cairiam ao mesmo tempo e chegariam ao chão ao mesmo tempo pela lei da Física.”* E3, 1ª e 2ª avaliações

*“As duas bolas deslizariam pelo tubo abaixo.”* E6, 1ª e 2ª avaliações

*“As duas esferas caiam ao mesmo tempo, como não tem ar, nem gravidade.”*

E10, 1ª e 2ª avaliações

Foi curioso obter, nestas idades, e com as referidas características supramencionadas, tantas respostas corretas (n=7) relativas à queda das esferas (ferro e madeira) no vácuo (ausência de ar), dado que este conceito não é um conceito tipicamente do dia-a-dia. Contudo, e devido essencialmente aos meios de comunicação social, ou então pelo facto de este conceito já ter sido abordado nos anos letivos anteriores na disciplina de Físico-Química, nomeadamente nos sétimo e oitavo anos de escolaridade, ele parece ser um conceito muito importante para a maioria dos alunos, situação idêntica verificada por Leite (1993) e Rodrigues, et al. (2012).

Em contrapartida, no segundo momento da avaliação (após o ensino formal), oito alunos (n=8) consideraram a queda das duas esferas (a de ferro e a de madeira) em simultâneo ou com o mesmo tempo de queda, isto porque já não há resistência de ar, a qual, em “esferas A” fazia com que a esfera mais pesada caísse mais depressa, por ter maior facilidade em atravessar o ar (ver tabela 4 em anexo 7).

Um aluno (n=1), dos oito alunos mencionados anteriormente, respondeu, tal como os outros, cientificamente correto, mas de forma diferente (ver tabela 4 em anexo 7):

Ex.: *“As esferas num tubo sem ar ou resistência do ar tinham um menor tempo de caída.”* E15, 2ª avaliação

Uma aluna (n=1) considerou que as duas esferas ficariam suspensas, porque a ausência de ar não permitia que elas descessem. Para os alunos a ausência de oxigénio equivale a ausência de ar, facto que faz com que o estado natural dos objetos seja a flutuação,

fazendo a analogia com o espaço. Cinco alunos (n=5) continuaram a referir que a esfera de ferro é a primeira a cair. Quatro alunos (n=4) não souberam dar uma resposta.

A evolução da resposta dos alunos perante esta situação problemática leva-nos a considerar duas vias:

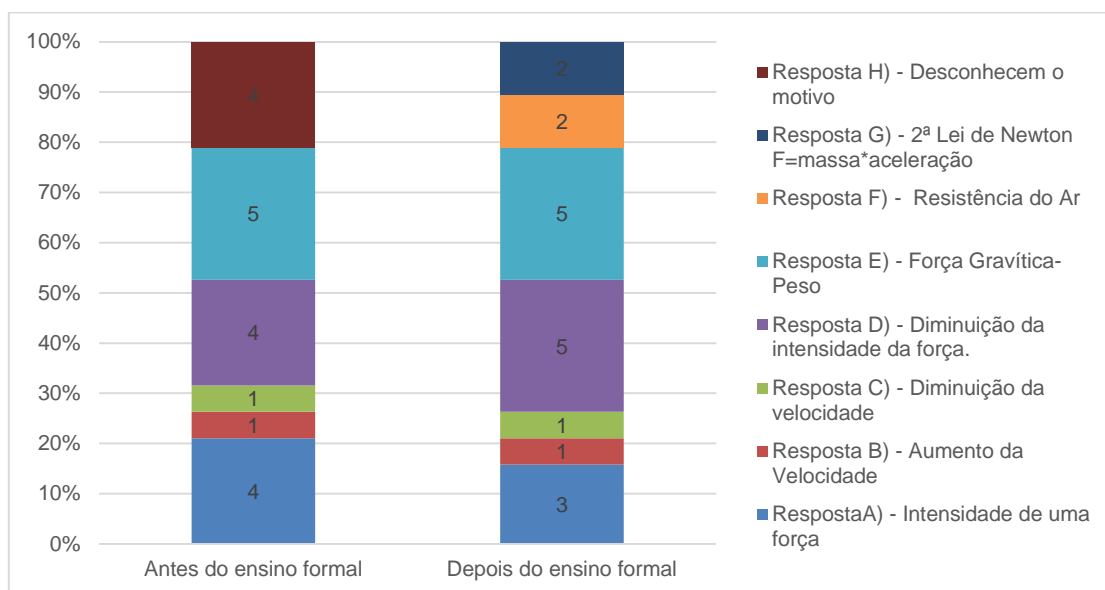
1. As esferas que caem;
2. As esferas que não caem;

As esferas que caem implicaram vários pensamentos dos alunos: a esfera de ferro cai primeiro, porque é a mais pesada e cai mais depressa, em comparação com a esfera de madeira; ou então a esfera de ferro é mais pesada, porque o planeta Terra exerce uma maior força sobre este corpo. E, finalmente, o raciocínio correto, demoram o mesmo tempo ao cair. A Terra atrai mais a esfera mais pesada, mas a aceleração da gravidade, com a ausência de ar, vácuo, é a mesma para as duas (ver tabela 4 em anexo 7).

Relativamente às esferas que não caem, o raciocínio implicado dos alunos é: não há oxigénio, vão para o lugar natural; as esferas permanecem suspensas porque não há gravidade para as empurrar; a esfera de ferro cai mais rapidamente por ser a mais pesada ou a gravidade atrai mais a mais pesada; e, finalmente, a resposta cientificamente correta, caem ao mesmo tempo, apesar de a força gravítica ser maior na esfera de ferro, isto porque ambas as esferas (madeira e ferro) são sujeitas à ação da mesma aceleração gravítica. Tal como nestes resultados, também Leite (1993), chegou às mesmas conclusões, assim como Wandersee et al. (1993) e Wenning (2008).

Os resultados da entrevista sobre a situação “moeda A” (uma moeda que é lançada ao ar e sobe até um ponto máximo D) podem ser observados na ilustração 6.

**As concepções alternativas e a mudança conceptual no ensino da Física-Mecânica: alunos com dificuldades de aprendizagem a frequentar o 9º ano numa escola do Concelho do Funchal**



**Ilustração 6. Respostas dos alunos à situação da moeda A**

No primeiro momento da avaliação, antes do ensino formal, quatro alunos (n=4) consideraram que a moeda sobe até o ponto D devido à intensidade de uma força, que faz com que a moeda que seja lançada ao ar ganhe esforço (ver tabela 5 em anexo 7):

Ex: “*Por causa da nossa força. Se ultrapassarmos a força com que é lançada ela subiria para além do ponto D, mas como foi lançada com menos força ela fica no ponto D.*” E 10, 1ª avaliação

“*Porque eles mandaram com força suficiente para chegar a esse ponto.*” E15, 1ª avaliação

“*Depende da força com que atiramos.*” E3, 1ª avaliação

“*Quanto mais força exercermos na moeda mais alto ela vai.*” E 16, 1ª e 2ª avaliações

Os outros quatro alunos (n=4), consideraram a diminuição da intensidade da força e explicaram o fim da subida da moeda, com base no esgotamento do esforço nela armazenada, o qual vai-se desgastando durante a subida. Esta é uma resposta típica (ver tabela 5 em anexo 7):

Ex.: “*Porque a força exercida na moeda fá-la atingir esse ponto.*” E 15, 1ª avaliação

*“Se chegou até o ponto D porque a força é menor.”* E2,1ª avaliação

*“Manda-se para cima e depois cai.”* E12,1ª e 2ª avaliação

Cinco alunos (n=5), explicaram o esgotamento da moeda durante a subida, devido à força gravítica e ao peso do corpo. Em parte, esta resposta está correta (ver tabela 5 em anexo 7):

Ex.: *“Porque a força de gravidade não permite subir mais.”* E5,1ª avaliação

*“Porque a força exercida sobre essa moeda só dá para chegar a esse ponto, devido a força da gravidade.”* E1,1ª avaliação

*“Sobe até esse ponto porque a gravidade não deixa subir mais.”* E4,1ª e 2ª avaliações

*“A velocidade diminui por causa da gravidade.”* E9,1ª e 2ª avaliações

*“A gravidade puxa todos os objetos para baixo, e a moeda desloca-se devido à nossa força, mas a velocidade vai diminuindo.”* E 10,2ª avaliação

Um aluno (n=1), considerou que a moeda irá ganhar velocidade (ver tabela 5 em anexo 7):

Ex.: *“Durante a subida a moeda aumenta de velocidade.”* E 11, 1ª e 2ª avaliações

A diminuição da velocidade da moeda foi explicada por outro aluno (n=1) com base na diminuição do esforço da moeda (ver tabela 5 em anexo 7):

Ex.: *“A velocidade diminui.”* E 11, 1ª e 2ª avaliações

Os outros quatro alunos (n=4) não sabem explicar o motivo por que a moeda só atinge o ponto D (ver tabela 5 em anexo 7).

No segundo momento da avaliação, todos os alunos conseguiram dar uma resposta. Apenas dois alunos (n=2), consideraram que a moeda só atinge o ponto D devido à força que a resistência do ar exerce sobre o corpo, o qual não permite que a moeda continue o seu trajeto (ver tabela 5 em anexo 7):

Ex.: *“O peso do objeto e a resistência do ar.”* E3,2ª avaliação

Os alunos que responderam segundo o conhecimento científico e/ou segundo a mecânica newtoniana, foram dois (n=2) (ver tabela 5 em anexo 7):

Ex.: *“Ao subir a moeda diminui a sua velocidade, é o movimento retilíneo uniformemente retardado, de acordo com a 2ª lei de Newton.”* E6,2ª avaliação

*“A moeda tem o movimento retilíneo retardado.”* E7,2ª avaliação

Nesta segunda fase, após o ensino formal, surgiram duas respostas diferentes relativamente às dadas no primeiro momento da avaliação: a resistência do ar e a segunda lei de Newton. Ambas as respostas têm valor científico, embora a resposta “segunda lei de Newton” possa ser considerada correta. Esta mudança concetual foi alcançada com sucesso e é concordante com a mecânica newtoniana.

Cinco alunos (n=5) consideraram que a moeda só atinge o ponto D, e não mais, devido à força gravítica sobre o objeto e o peso. Os outros cinco alunos (n=5) deram como causa a diminuição da intensidade da força. Um aluno (n=1) considerou que, ao subir até o ponto D, a velocidade da moeda diminui. Outro aluno (n=1) continuou a considerar que, na descida, a velocidade aumenta. Por seu turno, três alunos continuaram a considerar que a moeda trazia a força com que tinha sido lançada.

Este resultado mede o desempenho do professor apesar das dificuldades manifestadas pelos alunos em estudo. Foi tida em conta uma aprendizagem baseada na resolução de problemas. Neste tipo de aprendizagem o aluno tem um papel ativo, sendo que o professor se limita a formar contextos problemáticos e a orientar os alunos nas suas tarefas de pesquisa, análise e síntese de informação. Por outro lado, ele desenvolve competências metacognitivas relacionadas com a tomada de consciência pelos alunos das atividades que realizam e das responsabilidades que devem assumir no processo de aprendizagem como nos referem também os estudos de Savin- Baden e Howell (2004) e Gonzalez (2007).

Fazendo uma análise geral dos resultados obtidos para a situação a “ moeda A”, levamos a concluir que a quase totalidade dos alunos entrevistados acreditam que a moeda precisa de esforço para subir ou para vencer outros esforços que se opõem à sua

subida. Assim sendo, a subida consome esforço, e quando este acaba ou diminui, a moeda não consegue subir mais e cai.

Relativamente à evolução das respostas dos alunos à situação “moeda A”, é a seguinte:

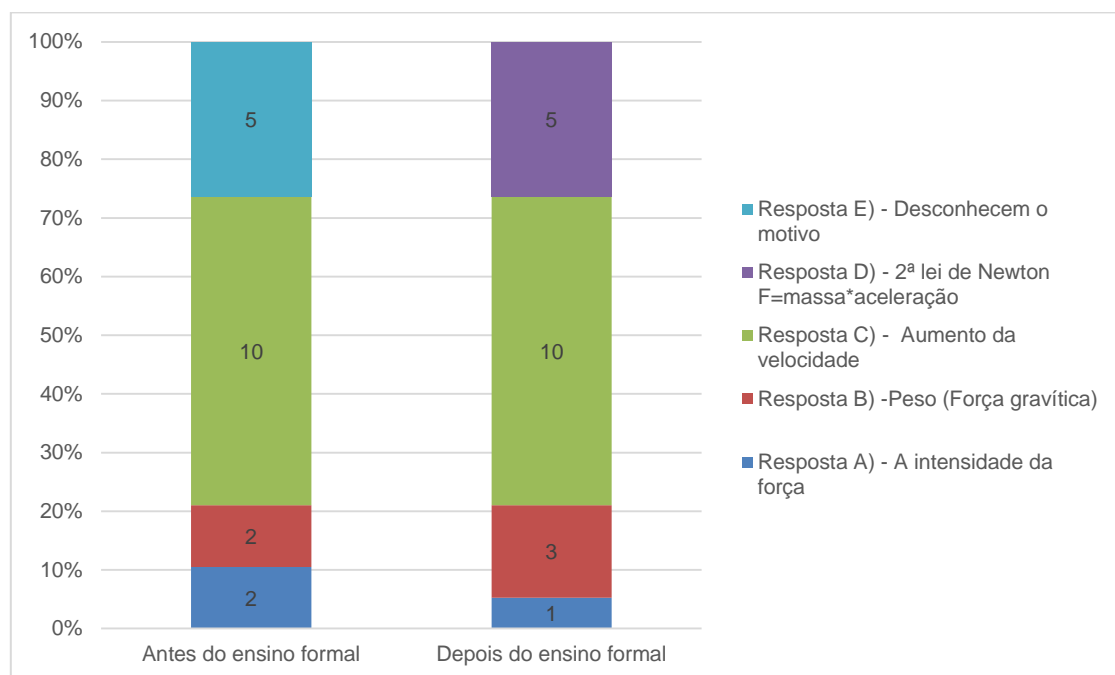
1. A moeda recebe esforço que se vai gastando devido ao movimento;
2. A moeda recebe esforço que se vai gastando (devido ao peso, devido à força gravítica ou a resistência do ar);
3. Deixa de subir quando é vencida pelas forças que a contrariam;
4. A moeda adquire uma dada velocidade que a faz subir;
5. E, finalmente, a resposta está de acordo com a mecânica newtoniana - a moeda adquire uma determinada velocidade que a faz subir. Essa velocidade vai diminuindo, devido à aceleração da gravidade. A moeda deixa de subir quando a velocidade é nula;

Os resultados obtidos supramencionados estão também em conformidade com os estudos de Wandersee et al. (1993), Leite (1993) e Wenning (2008).

No decorrer da sequência evolutiva proposta, constata-se que os alunos se deparam com alguma dificuldade em aceitar certas noções científicas, uma delas a ver com o não consumo de esforço pelo movimento e a outra com o facto de o movimento poder acontecer, não só sem que haja uma força ou um conjunto de sistemas de forças (força resultante) com o mesmo sentido dele, mas que poderá haver juntamente com este outro tipo de forças que se façam em sentido contrário.

Os resultados da entrevista realizada sobre a situação “moeda B” (a queda da moeda após um ponto máximo D) estão demonstrados na ilustração 7.

**As concepções alternativas e a mudança conceptual no ensino da Física-Mecânica: alunos com dificuldades de aprendizagem a frequentar o 9º ano numa escola do Concelho do Funchal**



**Ilustração 7. Respostas dos alunos à situação da moeda B**

Assim, no primeiro momento da avaliação, antes do ensino formal, dez alunos ( $n=10$ ), consideraram o aumento da velocidade da moeda durante a descida como se exemplifica a seguir (ver tabela 5 em anexo 7):

Ex.: “Como a moeda não tem mais força, não avança mais do que o ponto D. A velocidade aumenta a partir do D.” E19, 1ª e 2ª avaliações

“Durante a queda, a velocidade aumenta a partir de D” E3, 1ª e 2ª avaliações

“Durante a descida a velocidade aumenta.” E 10, 1ª e 2ª avaliações

Dois alunos ( $n=2$ ) afirmaram que quanto maior for a altura da queda, maior é a intensidade da força com que ela desce (ver tabela 5 em anexo 7):

Ex.: “A força exercida sobre a moeda só dá para atingir o ponto D.” E1, 1ª avaliação

“Quando atingir o ponto D, o máximo começa a cair.” E 11, 1ª e 2ª avaliações

Outros dois alunos ( $n=2$ ), explicaram a queda da moeda pela ação do peso ou força gravítica aplicada ao corpo, isto é, explicaram a queda referindo-se à gravidade dos corpos (ver tabela 5 em anexo 7):

Ex.: *“Durante a descida, a moeda ganha força de gravidade porque a gravidade atrai os objetos para a superfície da terra.”* E5, 1ª avaliação

*“Ao ponto D a gravidade puxa para baixo.”* E1, 2ª avaliação

Quatro alunos (n=4) não souberam explicar o motivo da queda da moeda após atingir o ponto D (ver tabela 5 em anexo 7).

No segundo momento da avaliação, antes do ensino formal, a maioria dos alunos (n=10), voltou a considerar o aumento da velocidade da moeda durante a descida. Três alunos (n=3) explicaram a queda da moeda pela ação do peso ou força gravítica aplicada ao corpo, isto é, explicaram a queda referindo-se à gravidade dos corpos. Esta resposta está quase correta. Um dos alunos (n=1) refere a existência da intensidade de uma força, que provoca esforço na descida da moeda. Contudo, houve cinco respostas (n=5), que estão de acordo com o conhecimento científico e com a mecânica newtoniana. Dado às características problemáticas dos participantes do nosso estudo, consideramos este um dado positivo (ver tabela 5 em anexo 7):

Ex.: *“Durante a descida a velocidade aumenta, corresponde ao movimento retilíneo uniformemente acelerado.”* E6, 2ª avaliação

*“A moeda tem um movimento retilíneo uniformemente acelerado durante a descida, conseqüentemente a velocidade aumenta.”* E7, 2ª avaliação

*“Porque perde força ao cair, pela lei da gravidade, assim sendo a velocidade aumenta, fica o movimento retilíneo uniformemente acelerado.”* E 9, 1ª e 2ª avaliações

*“A velocidade da moeda durante a descida é o movimento retilíneo acelerado.”* E14, 2ª avaliação.

*“Porque perde força ao cair, pela lei da gravidade, assim sendo a velocidade aumenta, fica o movimento retilíneo uniformemente acelerado.”* E 9, 1ª e 2ª avaliações

Relativamente à evolução das respostas dos alunos à situação “moeda B”, parece-nos que é possível afirmar o seguinte pensamento dos alunos:

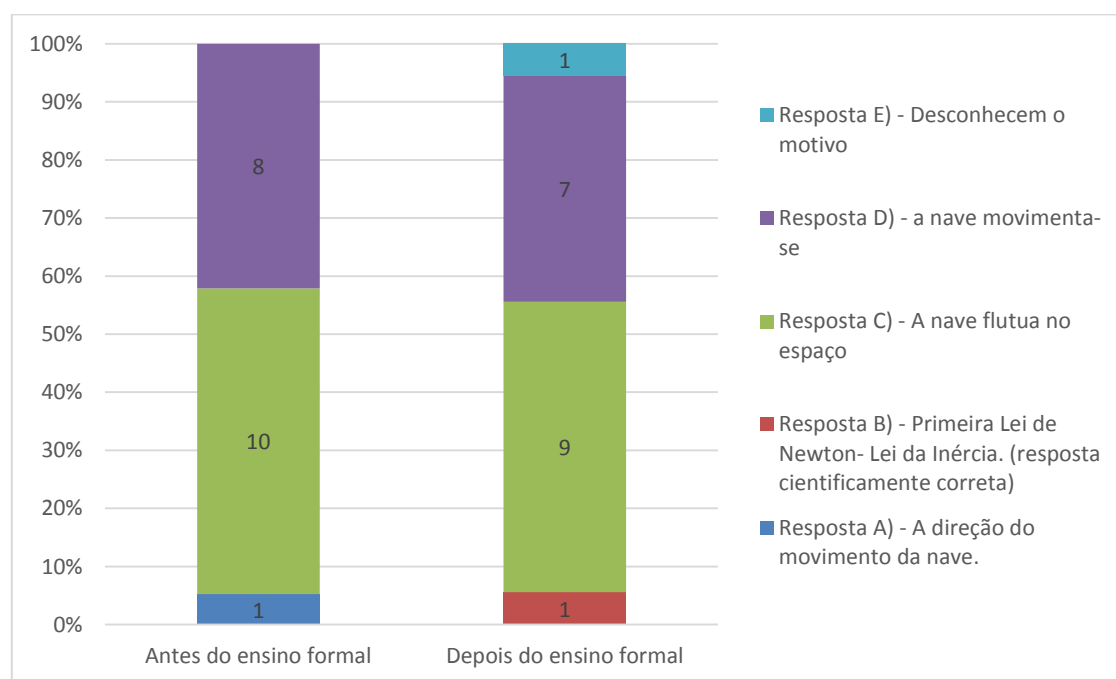
1. A moeda cai porque o esforço foi anulado e o corpo tem peso e gravidade;

2. A velocidade durante a queda vai aumentando, porque a moeda vai ganhando esforço devido ao peso e à gravidade;

3. A moeda cai devido ao seu peso ou à força gravítica. A velocidade vai aumentando, porque o corpo está permanentemente a ser atuado por uma força gravítica.

Na explicação desta situação problemática “moeda B”, parece-nos que a maior dificuldade dos alunos consiste em explicar o aumento da velocidade da moeda durante a descida, a qual tem de deixar de ser explicada com base na noção contínua de esforço, para passar a ser explicada na existência de uma força que provoca a aceleração do corpo.

Os resultados da entrevista sobre a situação “nave A” (nave que se desloca no espaço com velocidade constante, onde não há ar, nem planetas ou qualquer corpo capaz de exercer força gravítica) apresentam-se na ilustração 8.



**Ilustração 8. Respostas dos alunos à situação da nave A**

No primeiro momento da avaliação, antes do ensino formal, oito alunos (n=8) consideraram que a nave movimenta-se sem especificar a direção (ver tabela 6 em anexo 7):

Ex.: *“Sim, pelos motores... pelo enunciado... todos os motores fazem andar.”*

E1, 1ª e 2ª avaliações

*“Sim, o que eu pude concluir no espaço, por causa da gravidade e dos motores em funcionamento.”* E14,1ª e 2ª avaliações

*“Pode estar como pode não estar. Pode estar porque os motores proporcionam força e pode não estar, pois a gravidade pode levar de um ponto para outro.”* E6,1ª e 2ª avaliações

*“Sim, devido aos motores que faz uma força para a nave se deslocar. Os motores empurram para frente.”* E9,1ª avaliação e 2ª avaliação; E1,1ª e 2ª avaliações

*“Pode porque tem todos os motores a deslocar numa velocidade extraordinária, baseie-me na potência de cada um dos motores.”* E4,1ª e 2ª avaliações

*“Com quatro motores expostos na figura é óbvio que a nave vai-se movimentar.”* E16,1ª e 2ª avaliações

*“Sim claro, devido aos motores que a nave tem... não tinha tanta velocidade, como se tivesse os quatro motores.”* E9,1ª e 2ª avaliações

*“Pode... na força dos motores que tem força própria e consegue impulsionar a nave.”* E3,1ª avaliação

Os outros dez alunos (n=10) consideraram que a nave flutua no espaço, sem rumo ou orientação devido a ausência da gravidade (ver tabela 6 em anexo 7):

Ex.: *“Pode, a gravidade.”* E7,1ª avaliação

*“A nave flutua”* E12,1ª avaliação e 2ª avaliação

*“Sim a nave flutua.”* E3, 1ª avaliação e 2ª avaliação

*“Flutua...”* E12,1ª avaliação e 2ª avaliação

*“Pode flutuar.”* E15,1ª avaliação e 2ª avaliação

*“Pode... porque a nave flutua... aquilo voa... porque vi em filmes.”*

E12,1ª e 2ª avaliações

*“Pode estar como pode não estar. Pode estar porque os motores proporcionam força e pode não estar, pois a gravidade pode levar de um ponto para outro.”* E6,1ª e 2ª avaliações

*“Pode flutuar com a gravidade... eh, eh... não sei.”* E7,1ª e 2ª avaliações

*“A nave flutua.”* E14,1ª e 2ª avaliações

*“Pode flutuar... não sei.”* E10,1ª e 2ª avaliações

Apenas um aluno (n=1) considerou que a nave continua a direção do movimento que tinha (ver tabela 6 em anexo 7):

Ex.: *“Sim, o motor N porque é o único motor que faz com que a nave se movimente da esquerda para a direita.”* E5,1ª avaliação

Esta resposta não está de acordo com a mecânica newtoniana, uma vez que os alunos consideraram que a nave continua com aquele tipo de movimento devido à existência da gravidade espacial ou ausência de atmosfera.

No segundo momento da avaliação, depois do ensino formal, as previsões dos alunos foram: sete alunos (n=7) que consideraram que a nave movimenta-se sem qualquer direção; os outros nove alunos (n=9) consideraram que a nave flutua no espaço, sem rumo ou orientação devido à ausência da gravidade. Um aluno (n=1) considerou que a nave continua a direção do movimento que tinha, argumentando segundo as leis de Newton, resposta considerada cientificamente correta e aproximada da explicação da mecânica newtoniana (ver tabela 6 em anexo 7):

Ex.: *“Se uma nave estiver em repouso continuará em repouso e se a nave estiver em movimento continuará em movimento e corresponde ao movimento rectilíneo uniforme-m.r.u, sendo a velocidade constante.”* E3, 2ª avaliação

Outro aluno (n=1), referiu desconhecer o motivo da explicação do funcionamento da nave. E um aluno não participou na entrevista (ver tabela 6 em anexo 7).

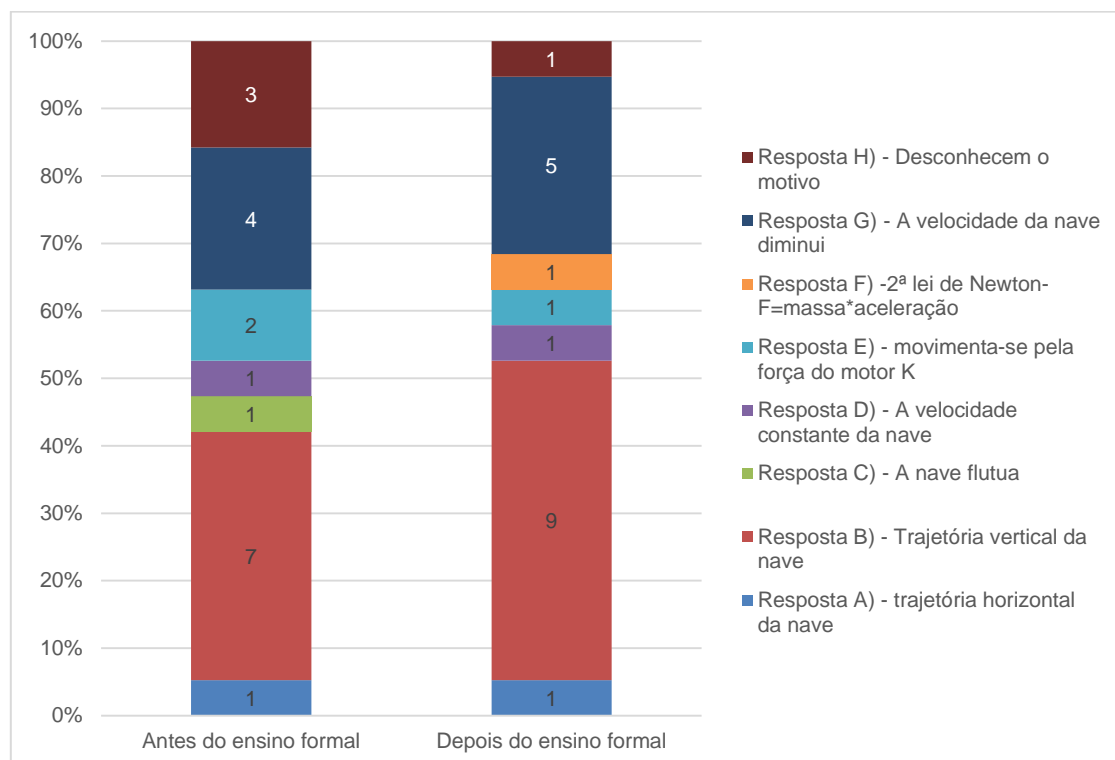
Relativamente ao que foi supracitado, em nossa opinião, a etapa mais difícil de ultrapassar para os alunos é a que implica o abandono da ideia de que a velocidade constante requer uma força constante.

## As concepções alternativas e a mudança conceptual no ensino da Física-Mecânica: alunos com dificuldades de aprendizagem a frequentar o 9º ano numa escola do Concelho do Funchal

Resultados idênticos foram encontrados por Wandersee et al. (1993), Leite (1993) e Wenning (2008), onde a evolução das respostas dos alunos à situação “nave A” são:

1. Não precisa de motores ligados porque não há nada que os gastem a força que ela traz;
2. E, finalmente, a nave tem velocidade constante, pelo que não há forças a atuar sobre ela. Um corpo continua no seu estado de repouso ou de movimento, se nenhuma força atuar sobre ele;

Os resultados da entrevista realizada com os alunos do 9º ano sobre a situação “nave B” partiram do seguinte procedimento: foi pedido aos alunos que previssem e explicassem o que acontecia à nave se o motor K, que exercia força de cima para baixo, fosse ligado ou fosse o único motor em funcionamento, num instante em que a nave se deslocava da esquerda para a direita com velocidade constante. Estes resultados são apresentados na ilustração 9.



**Ilustração 9. Respostas dos alunos à situação da nave B**

No primeiro momento da avaliação, antes do ensino formal, um aluno (n=1) considerou que a nave continuará a sua trajetória horizontal (ver tabela 6 em anexo 7):

Ex.: “*Sim, o motor K, porque vai para a direita... porque o motor funciona.*”

E1,1ª avaliação

Os outros sete alunos (n=7) consideraram a trajetória vertical da nave devido ao motor K (ver tabela 6 em anexo 7):

Ex.: “*A nave irá descer.*” E5, 1ª e 2ª avaliações

“*A nave vai descer.*” E12, 1ª e 2ª avaliações

“*O motor vai para baixo.*” E12, 1ª e 2ª avaliações

“*Neste intervalo de tempo a nave vai descer.*” E4, 1ª e 2ª avaliações

“*A nave irá descer em altitude e diminuir a sua velocidade.*” E6, 1ª e 2ª

avaliações

“*Diminui a velocidade e vai descendo.*” E7, 1ª e 2ª avaliações

“*Ela vai descer, porque o motor aponta para baixo.*” E1, 1ª e 2ª

avaliações

Um aluno (n=1) afirmou que a nave flutua (ver tabela 6 em anexo 7):

Ex.: “*Sim, a nave desloca-se indefinidamente, flutua, por causa da gravidade.*”

E7,1ª avaliação

E outro aluno considerou que a velocidade da nave constante (ver tabela 6 em anexo 7):

Ex.: “*A velocidade da nave constante quando a nave se movimenta.*” E14, 1ª e

2ª avaliações

Dois alunos afirmaram (n=2) que a nave movimenta-se pela ação do motor K (ver tabela 6 em anexo 7):

Ex.: “*Sim, o motor K ou se não a nave não se deslocava.*” E 15,1ª

avaliação

“*O motor K....*” E12, 1ª e 2ª avaliações

Quatro alunos (n=4) argumentaram que a velocidade da nave diminui (ver tabela 6 em anexo 7):

Ex.: *“A velocidade é menor quando um dos motores está a funcionar.”* E9,1ª avaliação

*“A nave irá descer e diminuir a sua velocidade.”* E6,1ª e 2ª avaliações

*“Vai diminuir a velocidade... estavam os três motores e apenas um funciona, vai fazer com que a velocidade diminua.”* E16, 1ª e 2ª avaliações

*“A velocidade da nave irá reduzir, por causa dos motores desligados.”* E 19, 1ª e 2ª avaliações

Três alunos (n=3), desconhecem o motivo. As respostas dos alunos, neste momento da entrevista, estão de acordo com as noções do senso comum.

No segundo momento da avaliação, depois do ensino formal, as previsões dos alunos foram: um aluno (n=1) considerou que a nave continuará a sua trajetória horizontal; nove alunos (n=9) consideraram a trajetória vertical da nave devido ao motor K; um aluno (n=1) afirmou que a nave flutua; um aluno (n=1) respondeu que a nave mantém-se com velocidade constante; cinco alunos (n=5) responderam que a velocidade da nave diminui; um aluno (n=1) desconhece o motivo. Sendo que somente um aluno (n=1) respondeu segundo a mecânica newtoniana o cientificamente correto (ver tabela 6 em anexo 7).

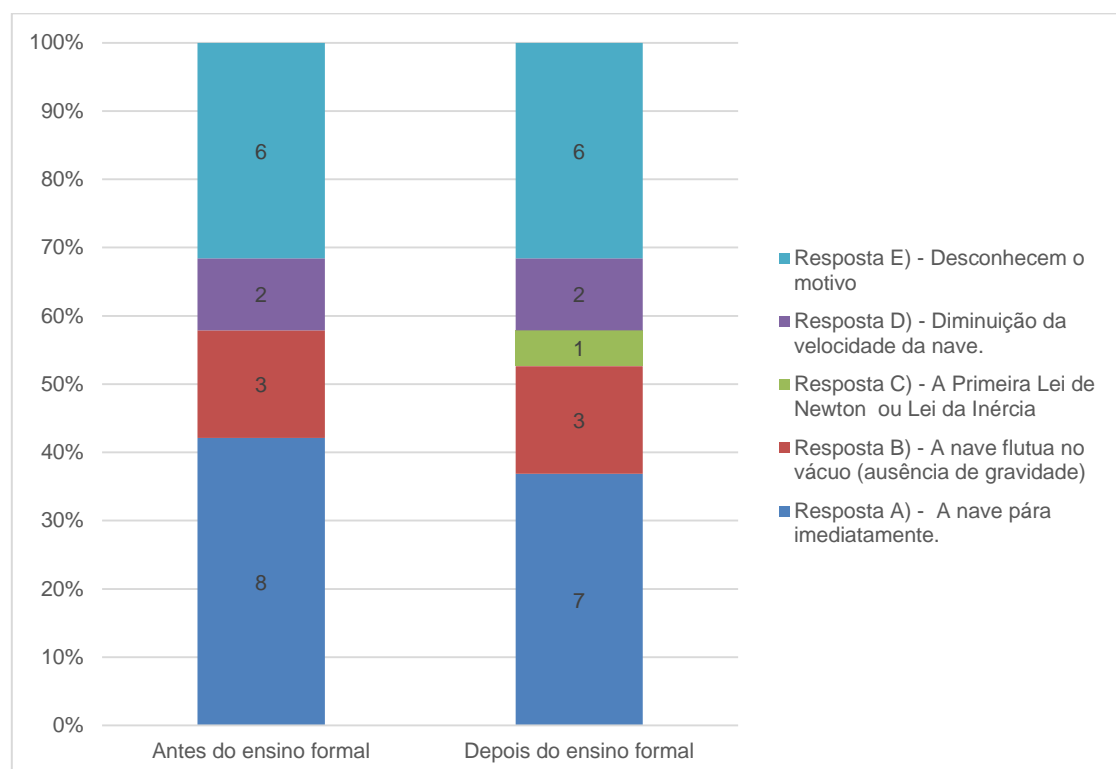
Relativamente ao que foi anteriormente descrito, em nossa opinião a etapa mais difícil de ultrapassar para os alunos é aquela que implica o abandono da ideia de que a velocidade constante requer uma força constante.

Assim sendo, a evolução das respostas dos alunos à situação “nave B” é a que a seguir apresentamos:

1. A nave segue na vertical, porque o motor K a faz deslocar nesse sentido;
2. A nave continua na vertical, até que a força do motor K se esgote;
3. A nave continua na vertical até que a força do motor K vença o esforço horizontal;
4. E, finalmente, a nave segue uma velocidade horizontal constante e uma velocidade vertical crescente (devido à aceleração provocada pelo motor K) (ver tabela 6 em anexo 7);

Resultados idênticos foram encontrados nos estudos realizados por Wandersee et al. (1993), Leite (1993) e Wenning (2008).

De seguida foi apresentada aos alunos a questão sobre a situação da “nave C”, tendo como base a seguinte solicitação: prever e explicar o que acontece à nave se o motor K, que exercia força de cima para baixo, fosse desligado. Os resultados das respostas podem ser observados na ilustração 10.



**Ilustração 10. Respostas dos alunos à situação da nave C**

No primeiro momento da avaliação, antes do ensino formal, oito alunos (n=8) consideraram que a nave parava imediatamente (ver tabela 6 em anexo 7):

Ex.:“ *Os motores deixam de funcionar a nave pára e cai.*” E7, 1ª e 2ª avaliações

“*A nave fica parada.*” E15, 1ª e 2ª avaliações

“*A nave fica parada porque não há nenhum motor em funcionamento.*” E9, 1ª e 2ª avaliações

“A nave não poderá subir ou descer porque o motor se avariou.” E 15, 1ª e 2ª avaliações

Três alunos (n=3), consideraram que a nave flutua no vácuo (ausência de ar) ou na ausência da gravidade (ver tabela 6 em anexo 7):

Ex.: “A nave flutua devido a gravidade.” E3, 1ª e 2ª avaliações

“A nave flutua no espaço... como não tem atmosfera... não existe nada lá... então flutua.” E1, 2ª avaliação

“A nave flutua no espaço... como não tem atmosfera... não existe nada lá... então flutua.” E1, 2ª avaliação

“A nave fica a flutuar fora do espaço, pela gravidade.” E6, 1ª e 2ª avaliações

Dois alunos (n=2), responderam que a nave irá diminuir a sua velocidade (ver tabela 6 em anexo 7):

Ex.: “A velocidade da nave diminui.” E12, 1ª e 2ª avaliações

“A nave começa em decadência devido aos motores todos desligados. E19, 1ª e 2ª avaliações

Seis alunos (n=6) desconhecem o motivo. Conclui-se que as respostas dos alunos, neste momento da entrevista, estão de acordo com as noções do senso comum.

No segundo momento da avaliação, antes do ensino formal, as previsões dos alunos foram: sete alunos (n=7) consideraram que a nave parava imediatamente; os outros três alunos (n=3) consideraram que a nave flutua no vácuo (ausência de ar) ou na ausência da gravidade; dois alunos (n=2) afirmaram a diminuição da velocidade da nave; seis alunos (n=6) desconhecem o motivo ou a resposta. As respostas dos alunos, neste momento da entrevista, continuam estando de acordo com as noções do senso

comum. Apenas um aluno (n=1) respondeu cientificamente correto, segundo a mecânica newtoniana (ver tabela 6 em anexo 7):

Ex.: *“Iria ainda deslocar-se porque o corpo ainda tinha movimento, pela inércia irá continuar o movimento.”* E10, 2ª avaliação

Em nossa opinião, relativamente ao que foi anteriormente descrito, a etapa mais difícil de ultrapassar pelos alunos implica o abandono da ideia de que a velocidade constante requer uma força constante.

Assim sendo, a evolução das respostas dos alunos à situação “nave C” é a que a seguir se apresenta:

1. A nave para imediatamente devido à falta de fonte de esforço;
2. A nave continua em movimento até que o esforço ainda existente se esgote;
3. A nave continua em movimento, mas em velocidade menor do que a que tinha quando o motor K foi desligado;
4. A nave continua a sua velocidade, após o motor K ser desligado;

Estes resultados estão também de acordo com os obtidos por Wandersee et al. (1993), Leite (1993) e Wenning (2008).

A análise dos dados resultantes da entrevista, para cada uma das situações problemáticas, sugere que os alunos, antes do estudo da Mecânica, se comportaram de acordo com o previsto pela teoria do senso comum para o movimento.

Depois do estudo da Mecânica, o comportamento dos alunos mudou pontualmente para certos alunos que atingiram a mudança concetual pretendida, isto é, alcançaram a meta de aprendizagem proposta com sucesso, tendo em vista as limitações de aprendizagem que esses alunos manifestavam.

Para cada situação problemática apresentada, no segundo momento da avaliação, após o ensino formal, houve sempre um ou mais alunos que atingiu a mudança concetual pretendida.

Por isso, é importante realçar que para esta aprendizagem ser alcançada foram fundamentais as estratégias de ensino diversificadas aplicadas pelo professor, indo ao encontro dos conhecimentos prévios dos alunos. A aprendizagem não foi imposta, mas sim ancorada na mente dos alunos, uma vez que esteve de acordo com os pensamentos e reflexões dos mesmos, para depois sofrerem transformação para um pensamento científico mais rigoroso e generalizado, o qual irá fazer parte do jovem adulto e que influenciará a forma como este irá participar na sociedade do futuro.

Assim sendo, o número de respostas corretas que vai ao encontro da mecânica newtoniana ou da mudança conceptual cientificamente correta dos alunos, de uma forma geral foram: livro A (cinco respostas); livro B (cinco respostas); livro C (três respostas); esfera A (2 respostas); esfera B (oito respostas); moeda A (dois respostas); moeda B (5 respostas); nave A (uma resposta); nave B (uma resposta); nave C (uma resposta).

Os alunos revelaram maior dificuldade nas situações problemáticas da nave. Esse desfasamento parece dever-se ao facto de a teoria não ser suficientemente explícita, relativamente a alguns aspetos da queda e não abordar situações de queda na ausência de ar (no vácuo).

Contudo, de uma forma geral, os resultados alcançados, segundo a própria estrutura escolar, seriam vistos como negativos, pois o próprio conceito - escola - foi construído com base no conceito da normalidade. Também nesta perspetiva Freitas (2010), diz que os alunos que estão aptos a superar os obstáculos de assimilação dos conteúdos, seriam aqueles que, efetivamente, teriam acesso a níveis mais elevados de ensino.

No que toca a conceitos científicos, de facto, a escola continua a contribuir para a manutenção de uma hierarquia de saberes que só irá favorecer os alunos com ritmo de aprendizagem acelerado. Relativamente aos participantes do nosso estudo situamo-nos em Freitas (2010, p.29), quando sublinha que para dar resposta às diversas necessidades educacionais e diferentes ritmos de aprendizagem:

(...) É imprescindível uma reestruturação socio-educativa, com propostas curriculares apropriadas e adaptadas para a diversidade, mudanças organizacionais, estratégias didático-pedagógicas, recursos diferenciados, estruturação do espaço físico, capacitação

docente. Implica também, em problematizar o que realmente significa aprender (Freitas, 2010, p.29).

Segundo o autor supramencionado, o processo de inclusão requer mudança de paradigma. Além disso, existem outros fatores que influenciam o insucesso escolar dos alunos, como, nomeadamente a exigência de terem de cumprir a escolaridade obrigatória. Também de acordo com Lopes (2009), muitos alunos encontram-se num espaço que não corresponde aos seus anseios, havendo um desfasamento quanto ao currículo que lhes é obrigado, sendo necessário pensar nas verdadeiras necessidades das crianças.

Estes fundamentos poderão ser válidos também para os resultados encontrados nos participantes do nosso estudo, uma vez que os alunos que participaram nesta investigação apresentavam problemas de comportamento, facto que prejudicou a aprendizagem e a eficácia do ambiente de ensino. Assim sendo, dos vinte alunos (n=20) do estudo, houve alguns alunos que manifestaram uma participação muito fraca ou até mesmo nula, em algumas situações devido, sobretudo, às dificuldades de aprendizagem e também às dificuldades do saber estar na sala de aula situação que nos remete para os estudos de Amado (2001), Nunes (2006), Szelbrackowski e Dessen (2007) e Dias (2009).

## **CONCLUSÃO**

Tendo por base os fundamentos teóricos, é hoje consensual que todo o processo de transformação social e tecnológico ocorrido nas últimas décadas, determinou novas exigências em todo o sistema educativo, tornando-se necessário que o processo de ensino-aprendizagem seja orientado na perspectiva de uma metodologia ativa e participativa, impondo-se a criação de situações de ensino que facultem ao aluno a aquisição de competências e atitudes conducentes à reconstrução do conhecimento e à mudança concetual, ou seja, que lhe facilite a integração das novas informações nos esquemas concetuais que ele já possui. Para isso, impõem-se ao aluno, protagonista da sua própria aprendizagem, que se proporcionem situações ou atividades que lhe permitam observar, comparar, experimentar, manipular, selecionar e organizar dados, argumentar, concluir e avaliar, facultando-lhe, deste modo, a reconstrução dos seus próprios conhecimentos.

Compete ao professor propiciar aos alunos ambiente favorável à inovação no processo de ensino-aprendizagem. Contudo, este deve ser um guia discreto e atento, para que a sua intervenção se limite à orientação dos alunos deixando-os encontrar as suas próprias soluções.

Com este trabalho de investigação pretendo demonstrar que as estratégias de ensino que têm em conta as concepções mentais dos alunos, utilizadas pelo professor, são de facto importantes para a mudança concetual científica correta do aluno. Estas estratégias de ensino devem ir ao encontro das concepções mentais dos alunos, as chamadas âncoras mentais, às quais irão associar-se novas ideias.

Com efeito, se no momento da transmissão do seu conhecimento o professor não tiver em conta as concepções dos alunos, os novos conceitos transmitidos dificilmente irão ser assimilados ou irão fazer parte da estrutura cognitiva do indivíduo.

Não obstante, urge referir que a própria estrutura escolar é muito complexa e outras variáveis podem influenciar o sucesso educativo dos alunos, além do próprio papel do professor: a estrutura da própria sociedade; o ambiente familiar onde estes alunos são

originários; a extensão do currículo e as falhas na articulação dos conteúdos programáticos.

Neste trabalho, partiu-se da apresentação da turma dos alunos entrevistados, tendo em conta as suas capacidades e dificuldades, tendo o cuidado de enquadrar o contexto e a proveniência dos participantes em estudo.

Os alunos envolvidos neste estudo apresentavam como principal característica significativas dificuldades de aprendizagem, de atenção e concentração na aula e problemas comportamentais relativamente ao saber estar na sala de aula e problemas de interação com colegas, e professores.

Estamos certos que, introduzir a experiência individual, o ponto de vista dos participantes, contribuiu para trazer para a investigação olhares subjetivos que podem influenciar o conceito científico rigoroso e objetivo.

Assim, de acordo com os alunos entrevistados pode-se concluir que, depois do estudo da Mecânica, o comportamento mudou pontualmente para certos alunos que atingiram a mudança concetual pretendida, isto é, que alcançaram a meta de aprendizagem proposta com sucesso, apesar de todas as limitações de aprendizagem que manifestavam. O estudo empírico, em nosso entender, ilustra bem a diferença existente entre os conceitos resultantes do senso comum e os conceitos cientificamente corretos.

Assim sendo, pareceu-nos importante refletir sobre esta temática tão complexa, mostrando também os resultados mais significativos deste estudo, expondo as suas limitações e apontando algumas recomendações.

Sumariamente, o objetivo principal deste trabalho era o de tentarmos compreender em que medida os alunos participantes utilizavam as suas concepções alternativas do senso comum na resolução dos problemas qualitativos da Mecânica e até que ponto estas mesmas são resistentes com a experiência de ensino.

De forma a dar resposta às questões decorrentes dos resultados do estudo e a dar cabal cumprimento ao nosso objetivo, pode-se concluir o seguinte:

- Relativamente ao livro A - um livro em repouso sobre uma mesa, a concepção alternativa mais frequente foi considerar a existência de um suporte inativo no livro para explicar o repouso do mesmo.

- Em relação à situação livro B - um livro que se desloca pela ação de uma tacada, a concepção alternativa mais frequente na amostra em estudo foi considerar que o livro se move porque lhe foi aplicado um esforço.

- Por seu turno, no livro C - um livro sujeito a uma força que o faz ultrapassar o tampo da mesa, a concepção alternativa mais frequente fora considerar que o livro cai porque não tem suporte.

- Relativamente às duas esferas, situação A, uma de ferro e a outra de madeira que caem em simultâneo na presença de ar, a concepção alternativa mais frequente considerada foi que a esfera de ferro cai primeiro, porque é a mais pesada.

- Em relação ao problema das esferas, situação B, duas esferas, uma de ferro e a outra de madeira que caem em simultâneo na ausência de ar (vácuo), a maioria dos alunos continuam a afirmar que a esfera de ferro cai primeiro.

- No que diz respeito à moeda A - uma moeda que sobe até um ponto máximo D a concepção alternativa mais frequente considerada justificou a subida da moeda pela intensidade de uma força.

- Em relação à moeda B - o processo inverso da moeda A, que é a descida da moeda, a maioria dos alunos considerou que a velocidade aumenta.

No que se refere à nave espacial A - uma nave que se desloca no espaço sem gravidade, a maioria dos alunos considerou que a nave flutua, sendo esta a sua concepção prévia do assunto.

- Na situação nave espacial B - em que a nave viaja no espaço na presença do motor K, a concepção alternativas mais frequente foi a de que a nave se movimenta na direção do motor K.

- Finalmente, no caso da nave espacial C - quando os motores são todos desligados, a maioria dos alunos considerou que a nave para imediatamente.

Neste seguimento, e em resposta ao segundo objetivo, pode-se concluir, de uma forma geral, que a mudança concetual foi alcançada pontualmente, sendo que em todas as situações problemáticas houve sempre um aluno que respondeu corretamente às questões.

Porém, é preciso salientar que a mudança concetual foi um processo deveras difícil. As razões são diversas, mas as causas que justificam o processo complexo da aprendizagem são, em nosso entendimento, fiáveis, passando por: problemas de comportamento; problemas de aprendizagem; desorganização de ambientes familiares; falta de atenção e concentração; ausência de métodos e hábitos de trabalho; interesses divergentes dos escolares; programas curriculares extensos e inapropriados, etc.

No entanto, é importante salientar que, se as estratégias de ensino aplicadas pelo professor estiverem associadas a outras variáveis positivas, o sucesso educativo é garantido. Este tipo de aprendizagem é justificada pela sociedade deste novo século, com o avanço das tecnologias que permitiram a evolução da comunicação entre os diferentes povos do planeta, fazendo deste uma só comunidade ou aldeia global, onde todo o ser humano deve ser compreendido e aceite sem discriminação, independentemente da sua raça, género, cultura, orientação sexual, “*handicaps*”.

Certo é que, mesmo que muitos alunos revelem dificuldades em atingir a aprendizagem pretendida, outras variantes da avaliação são ponderadas na aprendizagem significativa que tenha em conta as concepções pré-concebidas dos alunos, mas igualmente o esforço e o empenho dedicados à mudança concetual, estimulando e valorizando o seu querer estar cada vez mais próximo do conceito cientificamente correto.

Em suma, da reflexão realizada no nosso trabalho fica-nos a convicção de que o que importa neste tipo de aprendizagem não é só o resultado final mas também as tentativas feitas para alcançar o objetivo pretendido, à luz do estímulo necessário a um processo de ensino-aprendizagem que tenha em conta o ser humano, nas suas capacidades e potencialidades, mas, sobretudo, atendendo às suas dificuldades,

fraquezas e limitações, no sentido de otimizar as primeiras e de ajudar a limar, corrigir e superar as segundas, sem perder de vista que um processo de ensino-aprendizagem verdadeiramente holístico e efetivo é aquele que atende aos meios e não somente aos seus fins.

**Linhas de investigação futuras:**

Considerando a falta de estudos na área, seria importante que, para futuras investigações, fossem exploradas outras dimensões da mesma realidade, nomeadamente o estudo das concepções alternativas no ensino da Ciência aplicado em alunos sem dificuldades de aprendizagem, quer no 2º Ciclo quer no Ensino Secundário.

## BIBLIOGRAFIA

Almeida, P. *et alii.* (2011). *O ensino de Ciências Naturais nos anos iniciais do ensino fundamental.* [Em linha] Disponível em <<http://www.ice.edu.br/TNX/storage/webdisco/2011/11/24/outros/c261b8d1458c02b24ee1abf0b7fea660.pdf>> [Consultado em 07/01/2013].

Alves, E. (2012). *A pesquisa qualitativa: Origens/desenvolvimento e utilização nas dissertações do PPGGI/UFPB-2008-2012.* [Em linha]. Disponível em <<http://www.ies.ufpb.br/ojs/index.php/ies/article/view/13678>> [Consultado em 07-01-2013].

Amado, J. S. (2001). *Interação pedagógica e indisciplina na aula.* Porto, Edições Asa.

Araújo, F; Silvestre, H. (2011). *Metodologia para a Investigação Social.* Escolar Editora 2011.

Ashbrook, P. (2009). Planting before winter. *Science and children*, 47(1), pp.19-20.

Ausubel, D. Novak, J. & Hanesian, H. (1978). *Educational Psychology: A cognitive view.* Nova Iorque: Holt, Rinehart and Winston.

Baker, J.A. (1998). Are we missing the Forest for the Trees. Considering the social context of school violence. *Journal of school Psychology*, 36(1), pp. 29-44.

Bardin, L. (2004). *Análise de conteúdo.* Lisboa, Edições 70.

Barros, C. S. G. (1998). *Pontos de Psicologia Escolar.* São Paulo: Editora \_Atica.

Bateman, B. (1965). *An educational view of a diagnostic approach to learning disorders.* Seattle, WA, Special Child Publications.

Bauer, M. & Gaskell, G. (Eds.) (2008). *Qualitative researching with text, image, and sound.* London, Sage.

Blair, D. (2009). The child in the garden: An evaluative review of the benefits of school gardening. *The journal of environment education*, 40 (2), pp.15-38.

Bolsoni-Silva, A. T., & Del Prette, A. (2003). Problemas de comportamento, um panorama da área. *Revista Brasileira de terapia comportamental e cognitiva*. [Em linha] Disponível em <[http://pepsic.bvsalud.org/scielo.php?pid=S151755452003000200002&script=sci\\_arttext](http://pepsic.bvsalud.org/scielo.php?pid=S151755452003000200002&script=sci_arttext)>. [Consultado em 07/10/2013].

Borges *et alii*. (2010). A importância da Psicomotricidade na Educação Especial. *Revista do Ensino Especial*, 5. (5), pp. 155-158.

Borges, E. (2010). Educação Física escolar no Ensino Especial: Jogos cooperativos, fator de inclusão. *Revista do Ensino Especial*, 2(4), pp.3-9.

Brioso, A; & Sarriá, E. (1995). *Distúrbios de comportamento*. Porto Alegre, Artes Médicas.

Bruner, J. (1986). *Actual Minds, Possible Words*. Cambridge, Harvard University Press.

Bull, G., Hammond, T. & Ferster, B. (2008). Developing Web 2.0 tools for support of historical inquiry in social studies. *Computers in the school*. 25(3-4), pp.275-287.

Camacho, R. (2010). *Insucesso escolar- estudo feito pela Universidade da Madeira*. [Em linha]. Disponível em <<http://www.slideshare.net/rakellcsc/trabalho-insucesso-escolar>> [Consultado em 07/05/2013].

Camisão, I.F.F. (2005). *Os problemas comportamentais associados ao insucesso escolar em escolas da Unidade Orgânica de Rabo de Peixe: Estudo de caso*. [Em linha]. Disponível em <<http://repositorium.sdum.uminho.pt/handle/1822/941>> [Consultado em 07/04/2013].

Cannon, L. (1977). Preface: Learning Disabilities. *A multidisciplinary journal*, 8 (1), pp.III-IV.

Chizzotti, A. (2006). *Pesquisa em Ciências humanas e sociais (8ª ed.)*. São Paulo, Cortez.

Cochran, K. F., DeRuiter, J. A., & King, R. A. (1993). Pedagogical content knowing: An integrative model for teacher preparation. *Journal of teacher education*, 44, pp.263-272.

Contreras, S.A. (2010). *Las creencias e actuaciones curriculares de los profesores de ciencias de Secundaria de Chile, Tesis doctoral inédita*. Madrid, Universidad Complutense de Madrid.

Convenção sobre os Direitos das Crianças. Unicef. (1989) - Para todas as crianças saúde, educação, igualdade-Adoptada pela Assembleia Geral nas Nações Unidas em 20 de Novembro de 1989 e ratificada por Portugal em 21 de Setembro de 1990. Unicef. [Em linha]. Disponível em [https://www.unicef.pt/docs/pdf\\_publicacoes/convencao\\_direitos\\_crianca2004.pdf](https://www.unicef.pt/docs/pdf_publicacoes/convencao_direitos_crianca2004.pdf). > [Consultado em 31/03/2014].

Correia et alii (2009). *A percepção dos professores do Ensino Básico face à inclusão das crianças/jovens com Trissomia 21, nas turmas/escolas do ensino*. [Em linha]. Disponível em: <[http://biblioteca.universia.net/html\\_bura/ficha/params/title/percep%C3%A7%C3%A3o-dos-professores-do-ensino-basico-face-a-inclus%C3%A3o-das/id/49341486.html](http://biblioteca.universia.net/html_bura/ficha/params/title/percep%C3%A7%C3%A3o-dos-professores-do-ensino-basico-face-a-inclus%C3%A3o-das/id/49341486.html)> [Consultado em 03/03/ 2014].

Correia, L.M. (2004). Problematização das dificuldades de aprendizagem nas Necessidades Educativas Especiais. *Análise psicológica*, 2 (22), pp.369-372.

Correia, S. (2007). *O Desenvolvimento da responsabilidade pessoal e social em crianças e jovens em risco de insucesso escolar, através de um programa desportivo*. Um estudo na escola do Ensino Básico de 2º e 3º ciclos de Paços de Brandão. Dissertação de mestrado faculdade de desporto. Universidade do Porto. **[Em linha] Disponível em** < [portal.mec.gov.br/seesp/arquivos/pdf/salamanca.pdf](http://portal.mec.gov.br/seesp/arquivos/pdf/salamanca.pdf) > **[Consultado em 07/04/2014]**.

Coutinho, C. P. (2011). *Metodologia de Investigação em Ciências Sociais e Humanas: teoria e prática*. Coimbra, Almedina.

Creswell, J. W. (2007). *Projeto de pesquisa: métodos qualitativos, quantitativo e mist*” (2a ed., L. de O. Rocha, Trad.). Porto Alegre, Artmed.

Declaração de Salamanca (1994). *Linha de ação sobre Necessidades Educativas Especiais*. Brasília: Corde.

Declaração de Salamanca (1994). *Princípios, políticas e práticas na área das Necessidades Educativas Especiais*. **[Em linha]. Disponível em** < [portal.mec.gov.br/seesp/arquivos/pdf/salamanca.pdf](http://portal.mec.gov.br/seesp/arquivos/pdf/salamanca.pdf) > **[Consultado em 07/04/2014]**.

Declaração Universal dos Direitos Humanos (1948). *Adotada e proclamada pela resolução 217 A (III) da Assembléia Geral das Nações Unidas em 10 de dezembro de 1948*. **[Em linha]. Disponível em** < <http://unesdoc.unesco.org/images/0013/001394/139423por.pdf> > **[Consultado em 07/04/2014]**.

Dias, M.J. (2009). *Comportamentos, atitudes e valores dos alunos numa sociedade tolerante*. **[Em linha]. Disponível em** < [http://bdigital.ufp.pt/bitstream/10284/1408/1/dm\\_mariajoaodias.pdf](http://bdigital.ufp.pt/bitstream/10284/1408/1/dm_mariajoaodias.pdf) > **[Consultado em 07/01/ 2014]**

Diniz, D. (2007). *O que é deficiência*. São Paulo, Brasiliense.

Duru-Bellat, M. (2004). *Quelle formation pour quels rôles sociaux?*. French Edition, Kindle Edition.

Flick, U. (2009). *Introdução à pesquisa qualitativa (3a ed., J. E. Costa, Trad.)*. São Paulo, Artmed.

Fórum Mundial de Educação (2000): *Educação para Todos: O compromisso de Dakar- Senegal*. Ação educativa. Fundação Ford.

Franke, G., Bogner, F. (2011). Cognitive influences of students alternative conceptions within a hands-on gene technology module. *The journal of educational research*, 104(158), pp.158- 170.

Franke, G., Scharfenberg, F. J. & Bogner, F.X. (2010). *Investigation of pupils alternative conceptions of fundamental terms and processes of gene technology*. [Em linha]. Disponível em <<http://www.hindawi.com/journals/isrn/2013/741807/>> [Consultado em 07/02/2013].

Freitas, A.F. (2010). *A evolução da Educação Especial até a inclusão*. [Em linha]. Disponível em <<http://www.ies.ufpb.br/ojs/index.php/ies/article/view/13678>> [Consultado em 07/02/2013].

Garcia, J.N (1998). *Manual de dificuldades de aprendizagem: Linguagem, leitura e Matemática*. Porto Alegre: Artmed.

Gianopolous, A. (2008). *Isaac Newton and the laws of motion (inventions and discoveries)*. Graphic Library.

Gibson, J. (2011). *Physics Tutor: Newton's Laws of motion with friction. Grade 9-College*. England, TMW Media Group.

Gonzalez, N. (2007). Aprendizage metacognitivo de competências profissionais (metacognitive learning of professional competences). *Facultad de Educación (Universidad de Sevilla) uned.* 10, pp.39 - 508.

Grossman, P. L., Wilson, S. M., & Shulman, L. (1989). *Teachers of substance: Subject matter knowledge for teaching.* Oxford: Pergamon Press.

Guimarães, N. A, (2007). *Aula 8: Surveys e desenho amostral.* Uma Introdução. USP métodos e técnicas de pesquisa I. [Em linha] Disponível em <[http://www.fflch.usp.br/sociologia/nadya/Aula\\_8\\_Survey\\_e\\_amostragem%5B1%5D.pdf](http://www.fflch.usp.br/sociologia/nadya/Aula_8_Survey_e_amostragem%5B1%5D.pdf)> [Consultado em 07/03/2014].

Gullberg, A. *et alii.* (2008). Prospective teacher's initial conceptions about pupils understanding of Science and Mathematics. *European Journal of Teacher Education,* 31(3), pp. 257-278.

Haney, J. & McArthur, J. (2002). Four case studies of prospective teachers' beliefs concerning constructivist practice. *Science Education,* 86 (6), pp. 783-802.

Henriques, I. M. (2011). *A percepção dos professores sobre o enquadramento da disciplina de Educação Visual e Tecnológica no currículo específico individual do aluno com Necessidades Educativas Especiais.* [Em linha] Disponível em <[http://kieinvestiga.wikispaces.com/file/view/Projecto\\_H.pdf](http://kieinvestiga.wikispaces.com/file/view/Projecto_H.pdf)> [Consultado em 07/11/ 2012].

Henriques, I. M. (2011). *Integração- Trabalho Experimental.* [Em linha] Disponível em <<http://kieinvestiga.wikispaces.com/file/view/An%C3%A1lise+paradigma.pdf>> [Consultado em 03/01/2012].

Hmelo-Silver, C. (2004). Problem-Based Learning: What and how do students learn?, *Educational. Psychology review,* 16 (3), pp.235-266.

Hofstein, A. & Lunetta, V, N. (2004). The laboratory in Science education: Foundation for the 21st century. *Science education*, 88, pp.28-54.

Hofstein, A. & Lunetta,V.N. (1982). The role of the laboratory in Science teaching: neglected aspects of research. *Review of educational research*, 52, pp.201-217.

Kalyuga, S., Chandler, P., & Sweller, J. (1998). The expertise reversal effect. *Educational psychologist*, 38 (1), pp.23-31.

Kalyuga,S.,Chandler,P.&Sweller,J.(2000).Incorporating learner experience into the design of multimedia instruction. *Journal of Educational Psychology*, 92, pp. 579-588.

Kalyuga,S.,Chandler,P.,Tuovinen,J. & Sweller,J.(2001).When problem solving is superior to studying worked examples. *Journal of Educational Psychology*, 93. pp. 579–588.

Kattmann,U., Frerichs, V. & Gluhodow, M. (2005). Genes are characterless. *Der Mathematische und Naturwissenschaftliche Unterricht*, vol. 58, pp. 324–330.

Kirk, S.A (1962). *Educating exceptional children*. Boston, Houghton Mifflin.

Kirk, S.A (1968). "The National Advisory Committee on handicapped children. *Journal article*, 34, p.481.

Lambros, A. (2004). *Problem-based learning in middle and high school classrooms*. Thousand Oaks, Corwin Press.

Lastra, R.R. (2011). Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação Lógica e Metafísica da Universidade Federal do Rio de Janeiro. *O que é uma lei da natureza?* Rio de Janeiro, RJ - Brasil.

Leite, L. & Afonso, A. (2001). Aprendizagem baseada na resolução de problemas características, organização e supervisão. *Boletim das Ciências*, 48, pp.253-260.

Leite, L. & Esteves, E. (2005). *Ensino orientado para a aprendizagem baseada na resolução de problemas na licenciatura em ensino de Física e Química*. Braga, Universidade do Minho.

Leite, L. (1993). *Concepções alternativas em Mecânica: Um contributo para a compreensão do seu conteúdo e persistência*. [Em linha]. Disponível em <<http://repositorium.sdum.uminho.pt/handle/1822/54>> [Consultado em 07/11/ 2011].

Lewis, J., Driver, R., Leach, J. & Wood-Robinson, C. (1997). Working Paper 2: Understanding of basic genetics and DNA technology. *Journal of biological education*, vol.2, pp.1-120.

Lewis, J., Leach, J. & Wood-Robinson, C. (2000). Chromosomes: the missing link - young people's understanding of mitosis, meiosis and fertilisation. *Journal of biological education*, 34,(4), pp.189-199.

Li, Q. *et alii*. (2010). Inquiry-based learning and e-mentoring via videoconference. *A study of Mathematics and Science learning of canadian rural students*. 58 (1), pp-729- 753.

Lima, F.R. (2014). *Entrelace entre dificuldades de aprendizagem e produção do fracasso escolar: Algumas ponderações teórico-práticas*. [Em linha]. Disponível em <<http://www.psicologia.pt/artigos/textos/A0784.pdf>> [Consultado em 11/02/2014].

Lopes, J. & Rutherford, R. (2001). *Problemas de comportamento na sala de aula, identificação, avaliação e modificação*. Porto: Porto editora.

Lopes, J. (2009). *Comportamento aprendizagem e “ensinagem” na ordem e desordem da sala de aula*. Braga. Psiquilibrio Edições.

Major, S. (2011). *Avaliação de aptidões sociais e problemas de comportamento em idade pré-escolar: Retrato das crianças portuguesas*. [Em linha]. Disponível em:

<[https://estudogeral.sib.uc.pt/jspui/bitstream/10316/17774/5/Tese\\_Sofia%20Major.pdf](https://estudogeral.sib.uc.pt/jspui/bitstream/10316/17774/5/Tese_Sofia%20Major.pdf)>  
> [Consultado em 01/02/ 2014].

Marco de Acção de Dakar (2000). *Educação para Todos: Atendendo nossos compromissos colectivos*. [Em linha]. Disponível em <[www.unesco.org.br/publicação/doc-internacionais/marcoDakar](http://www.unesco.org.br/publicação/doc-internacionais/marcoDakar)> [Consultado em 03/03/ 2014]

Marks, R. (1990). Pedagogical content knowledge: From a mathematical case to a modified conception. *Journal of teacher education*, 41, pp.3-11.

Martín del Pozo, R. & Porlán, R. (2001). Spanish prospective teacher's initial ideas about teaching chemical change. *Chemistry education research and practice in Europe*, 2, pp. 265–283.

Martín del pozo, R. & Rivero, A. (2001). Construyendo un conocimiento profesionalizado para enseñar Ciências en la Educación Secundaria: Los ámbitos de investigación profesional en la formación inicial del profesorado. *Revista Interuniversitaria de formación del profesorado*, 40, pp.63-79.

Martín del Pozo, R. (2001). Lo que saben y lo que pretenden enseñar los futuros profesores sobre el cambio químico. *Enseñanza de las Ciências*, 19 (2), pp.199-215.

Moreira, M. A. (1999). *Teorias de aprendizagem*. São Paulo, EPU.

Morrison, J.A. & Lederman, N. G. (2003). Science teachers' diagnosis of understanding of students' preconceptions. *Science education*, 87, pp. 849-867.

Mortimer, E.F. & Scott, P. (2002). Atividade discursivas na sala de aula de Ciências: uma ferramenta sociocultural para analisar e planejar o ensino. *Investigações em ensino de Ciências*, 7(3), pp.283-306.

National Joint Committee for learning Disabilities *Issues on Definition* (1981). Florida, Tampa.

Nava, M. *et alii.* (2009). *Referentes teóricos de una instrucción orientada a la construcción de conceptos científicos en Física.* [Em linha]. Disponível em <[PT&q=Revista+de+la+facultad+de+engenharia+Universidad+central&spell=1&sa=X&ei=s7g0Udu0B8WJhQewpIGYBg&sqi=2&ved=0CCkQvwUoAA&bav=on.2,or.r\\_gc.r\\_pw.r\\_qf.&bvm=bv.43148975,d.d2k&fp=be48469a10482990&biw=1024&bih=600](http://pt.revista.de.la.facultad.de.engenharia.universidad.central.es/?q=Revista+de+la+facultad+de+engenharia+Universidad+central&spell=1&sa=X&ei=s7g0Udu0B8WJhQewpIGYBg&sqi=2&ved=0CCkQvwUoAA&bav=on.2,or.r_gc.r_pw.r_qf.&bvm=bv.43148975,d.d2k&fp=be48469a10482990&biw=1024&bih=600)> [Consultado em 01/01/ 2013].

Neufeld, V. R., & Barrows, H. S. (1974). The McMaster Philosophy: An approach to medical education. *Journal of medical education*, 49(11), pp.1040-1050.

Nuangchalem, P. (2010). *Engaging students to perceive nature of science through socio scientific issues-based instruction.* [Em linha]. Disponível em <<http://www.eric.ed.gov/ERICWebportal/contentdelivery/servelet/ERICSerlet?accno=ED508531>>[Consultado em 11/12/ 2013].

Nunes, M. (2006). *A Postura do professor na sala de aula.* [Em linha]. Disponível em: <<http://www.fja.edu.br/candomba/2006>>. [Consultado em 12/12/ 2013]

Oliveira, J.P. (2002). *Representação social da violência na escola.* Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Psicologia. Universidade Católica de Goiás. Goiânia. [Em linha]. Disponível em: <[http://tede.biblioteca.ucg.br/tde\\_busca/arquivo.php?codArquivo=240](http://tede.biblioteca.ucg.br/tde_busca/arquivo.php?codArquivo=240)>[Consultado em 11/04/2013]

Organização das Nações Unidas- ONU (2006). *Convenção sobre os Direitos das Pessoas com Deficiência.* [Em linha]. Disponível em <<http://www.publicadireito.com.br/artigos/?cod=044a23cadb567653>> [Consultado em 11/11/2013].

Organização das Nações Unidas para a Educação, Ciência e Cultura – Unesco (1990). *Declaração mundial sobre Educação para Todos (conferência de Jomtien) Tailândia*. [Em linha]. Disponível em <[www.unesco.org.br/publicação/doc-internacionais](http://www.unesco.org.br/publicação/doc-internacionais)>. [Consultado em 09/03/ 2014]

Osti, A. (2009). *Concepções sobre desenvolvimento e aprendizagem segundo a psicogênese piagetiana*. [Em linha]. Disponível em < [http://www.google.pt/#hl=pt-PT&gs\\_rm=5&gs\\_ri=psy->](http://www.google.pt/#hl=pt-PT&gs_rm=5&gs_ri=psy->) [Consultado em 11/11/2013].

Palmer, David (1999). Exploring the link between student's scientific and non scientific conceptions. *Science Education*, 83(6), pp.639-653.

Panasan, M. *et alii.* (2010). Learning outcomes of project-based and Inquiry-Based Learning Activities. *Journal of social Sciences*, 6(2), pp. 252- 255.

Park, H., *et alii.*(2010). The interactions of conceptions of teaching Science and environmental factors to produce praxis in three novice teachers of Science. *Research in Science education*, 40(5), pp.717-741.

Pereira (2011). Trabalho apresentado como parte dos requisitos para obtenção do título de licenciado em Física pela Universidade Federal de Alfenas *As leis de newton: uma abordagem histórica na sala de aula*. [Em linha]. Disponível em <<http://www.unifal-mg.edu.br/fisica/files/file/TCCs/PereiraVG.pdf>> [Consultado em 07/04/ 2014].

Perrenoud, P. H. (1999). Gestion de l'imprévu, analyse de l'action et construction de compétences. *Educação permanente*, nº140(3) pp.123-124.

Perrenoud, P. H. (2002) *As competências para ensinar no século XXI: A formação dos professores e o desafio da avaliação*. Porto Alegre. Artmed, 2002.

Perrenoud, P. H. (2010). *Construindo competências*. [Em linha]. Disponível em <[www.unige.ch/fapese/SSE/teachers/perrenoud/php\\_main/php\\_2000/2000\\_31.html](http://www.unige.ch/fapese/SSE/teachers/perrenoud/php_main/php_2000/2000_31.html)> [Consultado em 11/12/2013].

Perrenoud, P.H *et alii*. (2001). *Formando professores profissionais: quais estratégias? Quais competências?* Porto Alegre, Artmed Editora.

Perrenoud, P.H. (2000). *Dez novas competências para ensinar: convite à viagem*. Porto Alegre, Artes Médicas.

Peters, K. (2010). Using service learning to enhance undergraduate and graduate. *Education in audiology and aural rehabilitation*, 20 ( 2), pp- 181-196.

Porlán, R., *et alii*. (2010). El cambio del profesorado de Ciências I: Marco teórico e formativo. *Enseñanza de las Ciencias*. 28(1),pp.31-46.

Prass, A. (2012). *Teorias de aprendizagem*. [Em linha]. Disponível em <<http://scholar.google.pt/scholar?q=teorias+de+aprendizagem>> [Consultado em 11/11/ 2013].

Ramírez, E., Ariza, R., Garcia, A. (2001). Las concepciones de los profesores de ciencias de secundaria em formación inicial sobre metodología de enseñanza. *Revista española de pedagogía, año LXX, nº 253, septiembre-diciembre 2012*, pp.495-514.

Rebelato, A. & Grzybovski, D. (2011). *Análise de conteúdo como técnica de análise de dados qualitativos no campo da administração: Potencial e desafios*. [Em linha] Disponível em: <<http://www.anpad.org.br/rac>> [Consultado em 12/02/2014].

Rennie, L. *et alii*. (2011). Learning science in an integrated classroom: Finding balance through theoretical triangulation. *J. curriculum studies*, 43 (2), pp- 139-162.

Rivero, A. & Porlán, R. (2005). *Connecting Policy and Practice. Challenges for teaching and learning in schools and universities*. London, Routledge.

Rodrigues, A. J. (2013). *A importância da metodologia científica para estudantes no contexto universitário*. [Em linha] Disponível em: <<http://www.meuartigo.brasilecola.com>> [Consultado em 12/02/2014].

Rodrigues, A.J. (2009). *O académico*. In: *Metodologia científico*. São Paulo, Avercamp.

Rodrigues, V. et alii. (2012). *Lei da gravitação universal e os satélites: uma abordagem histórico-temática usando multimídia*. *Ciência & Educação* (Bauru), vol. 18, núm. 3, 2012, pp. 503-525. São Paulo, Brasil.

Rohann, E., Taconis, R., & Jochems, W. (2010). Reviewing the relations between teachers' knowledge and pupils' attitude in the field of primary technology education. *International Journal of technology and design education*. 20(1), pp.15–26.

Rye, J. et alii. (2012). Elementary school garden programs enhance Science education for all learners. *Teaching exceptional children*. 44(6-2), pp. 58 - 65.

Savin-Baden, M. & Howell M. C. (2004). *Foundations of problem-based learning*. London, Open University Press.

Scharfenberg, F. J.,δ Bogner, F.X. (2010). Instructional efficiency of changing cognitive load in an out-of-school laboratory. *International journal of Science education*, 32, pp.829-844.

Schnotz, W., & Kurschner, C. (2007). A reconsideration of cognitive load theory. *Educational Psychology review*, 19, pp.469-508.

Skliar, C., Silvia, H. (2010). *Três dias para ver por Hellen Keller*. [Em linha]. Disponível em <<http://www.cerebromente.org.br/n16/curiosidades/helen.htm>> [Consultado em 03/10/ 2013].

So, W. & Watkins, D.A. (2005). From beginning teacher education to professional teaching: A study of the thinking of Hong Kong primary science teachers. *Teaching and teacher education*, 21 (5), pp.525 – 541.

Sousa, J. (2009). *Tese de mestrado: Dificuldade de aprendizagem - um olhar sobre os alunos da 5ª série*. Brasil, Formosa-Go.

Sweller, J. (1988). Cognitive load during problem solving: Effects on learning. *Cognitive Science*, 12 (2), pp.257-285.

Szelbracikowski, A.C. & Dessen, M.A.(2007). Problemas de comportamento exteriorizado e as relações familiares: revisão da literatura. *Psicologia em estudo*, 12(1), pp. 33-40.

Tamir, P. (1988). Subject matter and related pedagogical knowledge in teacher education. *British educational research journal*, 4(2), pp. 99-110.

Timmons, V. (2002). International Perspectives on Inclusion: Concluding Thoughts. *Exceptionality education Canada*, 12 (2-3), pp.92-187.

Treagust, D.F. (1988). Development and use of diagnostic tests to evaluate students' misconceptions in science. *Journal Science education*, 10(2), pp.159-169.

Unesco (1990). Boletim Mundial de Educação para Todos. Brasil, corde.

Unesco (1994). *The Salamanca statement and framework for action on special Needs Education world conference on Special Needs Education: Access and quality*. Salamanca, Spain, 7-10 June 1994. [Em linha]. Disponível em <[1994http://pt.scribd.com/doc/194828650/UNESCO-Salamanca-Statement-1994](http://pt.scribd.com/doc/194828650/UNESCO-Salamanca-Statement-1994)> [Consultado em 11/10/2013].

Unicef (1998). *Convention on the Rights of the Child*. [Em linha]. Disponível em <<http://www.unicef.org/crc/>> [Consultado em 11/10/2013].

United Nations (1993). *Standard rules on the equalisation opportunities for persons with disabilities*. [Em linha]. Disponível em <<http://www.independentliving.org/standardrules/StandardRules1.html>> [Consultado em 11/10/ 2013].

United States Office of Education (USOE) (1977). Assistance to states for education for handicapped children. *Federal register*, 42, pp.1082-1085.

Veiga, F. H. (2001). *Indisciplina e violência na escola – práticas comunicacionais para professores e pais* (2ª ed.). Porto, livraria Almedina.

Vergnaud, G. (1985). Conceitos e esquemas numa teoria operatória da representação. *Revista psychologie française*, 30 (3-4), pp.52-245.

Vygotsky, L. S. (1998). *A formação social da mente*. Brasil, livraria Martins Fontes Editora Ltda.

Wandersee, J. H., et alii. (1993). *Research on alternative conceptions in Science: Handbook of research on Science teaching and learning*. New York, Gabel, D.L. (Ed), MacMillan Publishing Company.

Wenning, C. (2008). *Dealing more effectively with alternative conceptions in Science*. [Em linha]. Disponível em: <[http://www.phy.ilstu.edu/pte/publications/dealing\\_alt\\_con.pdf](http://www.phy.ilstu.edu/pte/publications/dealing_alt_con.pdf)> [Consultado em 12/12/ 2012].

Wertsch, J. V. (1991). *Voices of the mind*. Cambridge, MA: Harvard University.

- **Legislação**

Currículo Nacional do Ensino Básico- *competências essenciais*. Ministério da Educação: Decreto Lei n.º6/2001, de 18 de janeiro

Decreto Lei n.º94/2011, de 3 de agosto

Despacho Normativo n.º4/2011/M, de 28 de dezembro

Decreto Lei n.º. 46/86 de 14 de outubro

Decreto Lei 3/2008 de 7 de Janeiro

Decreto Legislativo Regional 33/2009/M de 31 de dezembro

Decreto Lei 8.069 de 13 julho de 1990

Decreto Regulamentar Regional n.º17/2011/A

MARLIN CONCEPCIÓN GONÇALVES FERNANDES

**As conceções alternativas e a mudança conceptual no ensino da Física-Mecânica:  
alunos com dificuldades de aprendizagem a frequentar o 9º ano numa escola do  
Concelho do Funchal**

UNIVERSIDADE FERNANDO PESSOA



Porto, 2015



MARLIN CONCEPCIÓN GONÇALVES FERNANDES

**As conceções alternativas e a mudança conceptual no ensino da Física-Mecânica:  
alunos com dificuldades de aprendizagem a frequentar o 9º ano numa escola do  
Concelho do Funchal**

ANEXOS

UNIVERSIDADE FERNANDO PESSOA



Porto, 2015

## **ÍNDICE DE ANEXOS**

Anexo 1 - Autorização da investigadora e Doutora Laurinda Leite.....	120
Anexo 2 - Pedido de autorização ao Conselho Executivo.....	122
Anexo 3 - Guião da Entrevista .....	124
Anexo 4 - Transcrição Áudio das entrevistas (antes e depois do ensino formal)...	130
Anexo 5 - Pedido de apresentação de projeto .....	152
Anexo 6 - Declaração de consentimento informado pela comissão de ética da Universidade Fernando Pessoa.....	154
Anexo 7 - Análise de Conteúdo das entrevistas e registo de observação direta....	157

**ANEXO 1**

Autorização da investigadora e Doutora Laurinda Leite

**Autorização da investigadora e Doutora Laurinda Leite**

Autorização da investigadora e Doutora Laurinda Leite para utilizar os instrumentos de recolha de dados do seu doutoramento: “Conceções alternativas em Mecânica - um contributo para a sua compreensão.” (Leite, 1993)

Profª Doutora Laurinda Leite, PHD

Universidade do Minho/ Minho University

Instituto de Educação/Institute of Education

Campus de Gualtar

4710-057 BRAGA

Telef.: + 351 253 60 4274

Fax: + 351 253 60 42 50

e-mail: [lleite@ie.uminho.pt](mailto:lleite@ie.uminho.pt)

Boa tarde!

Na sequência da sua solicitação, informo que está autorizada a usar, para fins de investigação, e desde que devidamente referenciado, o instrumento de recolha de dados (ou parte dele) que usei na minha tese de doutoramento.

16 de Fevereiro de 2013

Cumprimentos,

Laurinda Leite

**ANEXO 2**

Pedido de autorização ao Conselho Executivo

**As conceções alternativas e a mudança conceptual no ensino da Física-Mecânica: alunos com dificuldades de aprendizagem a frequentar o 9º ano numa escola do Concelho do Funchal**

Funchal, 18 de Fevereiro de 2013


Exma Senhora Diretora do Conselho Executivo  
da Escola do 2º e 3º Ciclos Dr. Horácio Bento Gouveia.  
Profª Doutora Fátima Teles

Venho apresentar o meu projeto de investigação intitulado As conceções alternativas e a aprendizagem significativa no ensino da Mecânica, a ser realizado no âmbito da Dissertação de Mestrado em Ciências da Educação- Educação Especial, no domínio cognitivo e motor, sob orientação da Doutora Luisa Saavedra, para submissão a parecer da Comissão de Ética da UFP.

Os melhores cumprimentos,

Marlín Fernandes

(nome aluno)

  
Autoriza a realização  
do respectivo estudo e a aplicação  
numa turma de 9º ano.  
18/02/2013

**ANEXO 3**

Guião da entrevista

---

## Guião da Entrevista

443

### *1 - Problema do livro sobre a mesa*

Na figura 1 representa-se um livro em repouso sobre uma mesa.

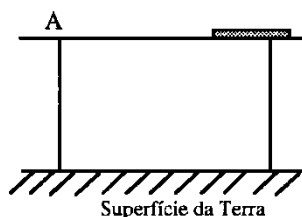


Fig. 1

A - Explique como é que o livro pode estar parado em cima da mesa.

Em que se baseou para dar essa resposta?/ Como chegou a essa conclusão?/  
Como sabe que é assim?

B - Imagine que dávamos uma pancada instantânea no livro de tal modo que o livro se deslocava para o ponto A. Explique porque é que isto aconteceria.

Em que se baseou para dar essa resposta?/ Como chegou a essa conclusão?/  
Como sabe que é assim?

C - Imagine agora que dávamos outra pancada no livro, de tal modo que ele avançava para além do tampo da mesa. Descreva e explique o que aconteceria agora.

Em que se baseou para dar essa resposta?/ Como chegou a essa conclusão?/  
Como sabe que é assim?

Quer rever alguma das respostas que deu anteriormente?

*2 - Problema da queda das esferas*

Considere duas esferas, uma de ferro e outra de madeira, ambas maciças e com o mesmo tamanho.

A - Descreva e explique o que acontece se as duas esferas forem largadas da mesma altura, no ar.

Em que se baseou para dar essa resposta?! Como chegou a essa conclusão?! Como sabe que é assim?

B - Descreva e explique o que aconteceria se as duas esferas fossem largadas da mesma altura, dentro de um tubo fechado onde não existe ar?

Em que se baseou para dar essa resposta?! Como chegou a essa conclusão?! Como sabe que é assim?

Quer rever alguma das respostas que deu anteriormente?

### 3 - Problema do lançamento da moeda

A figura 1 representa a trajectória seguida por uma moeda que é lançada ao ar, na vertical, deixando a mão no ponto A, atingindo um ponto máximo D, caindo verticalmente, e sendo apanhada no ponto F.

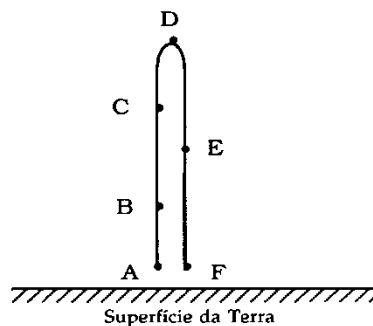


Fig.1

A - Explique porque é que a moeda sobe até ao ponto D, e só até esse ponto.  
Em que se baseou para dar essa resposta?/ Como chegou a essa conclusão?/  
Como sabe que é assim?

Descreva o que se passa com a velocidade da moeda durante a subida.  
Em que se baseou para dar essa resposta?/ Como chegou a essa conclusão?/  
Como sabe que é assim?

B - Explique porque é que a moeda cai depois de atingir o ponto D.  
Em que se baseou para dar essa resposta?/ Como chegou a essa conclusão?/  
Como sabe que é assim?

Descreva o que se passa com a velocidade da moeda durante a descida.  
Em que se baseou para dar essa resposta?/ Como chegou a essa conclusão?/  
Como sabe que é assim?

Quer rever alguma das respostas que deu anteriormente?

#### 4 - Problema da nave

Uma nave espacial, com 4 motores (K, L, M e N) dispostos de acordo com a fig.1 encontra-se numa região do espaço onde não há atmosfera e não se sente a acção de qualquer planeta.

Pensa que a nave se pode deslocar nesta região do espaço?

Em que se baseou para dar essa resposta?/ Como chegou a essa conclusão?/

Como sabe que é assim?

A - Imagine que a nave se desloca, com velocidade constante, passando por dois pontos, D e P, dispostos como mostra a fig. 1.

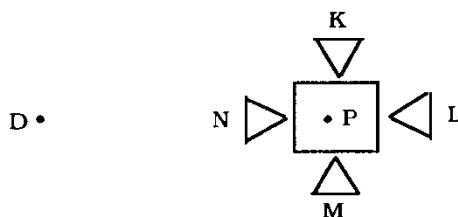


Fig.1

Estará algum motor em funcionamento, quando a nave se desloca entre os pontos D e P? Explique porquê.

Em que se baseou para dar essa resposta?/ Como chegou a essa conclusão?/

Como sabe que é assim?

B - Imediatamente após o ponto P, e durante dez segundos, o motor K é o único motor em funcionamento.

O que vai acontecer à nave neste intervalo de tempo? Explique porquê.

Em que se baseou para dar essa resposta?/ Como chegou a essa conclusão?/

Como sabe que é assim?

Designe por "Q" o ponto onde a nave se encontra ao fim dos dez segundos.

Descreva o que se passa com a velocidade da nave entre os pontos P e Q.

**As concepções alternativas e a mudança conceptual no ensino da Física-Mecânica: alunos com dificuldades de aprendizagem a frequentar o 9º ano numa escola do Concelho do Funchal**

---

Em que se baseou para dar essa resposta?/ Como chegou a essa conclusão?/  
Como sabe que é assim?

C - Imediatamente após o ponto Q, o motor K é desligado.

O que acontece então à nave? Explique porquê.

Em que se baseou para dar essa resposta?/ Como chegou a essa conclusão?/

Como sabe que é assim?

Quer rever alguma das respostas que deu anteriormente?

**ANEXO 4**

Transcrição Áudio das entrevistas (antes e depois do ensino formal)

## Transcrição Áudio das entrevistas (antes e depois do ensino formal)

### PRIMEIRO MOMENTO DA AVALIAÇÃO (ANTES DO ENSINO FORMAL)

#### TEXTO DA ENTREVISTA REALIZADO COM OS ALUNOS

*As intervenções assinaladas com A, pertencem a entrevistadora, seguindo-se às diferentes intervenções dos alunos, o qual está sinalizado dois momentos distintos (a primeira avaliação e a segunda avaliação).*

Problema 1- problema do “livro”.

#### Situação problemática livro A: problema do livro em repouso sobre uma mesa

Na figura 1 representa um livro sobre uma mesa.

**A - Na figura 1 está representada um livro em repouso sobre uma mesa. Explica como o livro pode estar parado em cima da mesa? Como chegaste a essa conclusão? Como sabe que é assim?**

#### **Respostas dos alunos (situação problemática livro A):**

“Porque a mesa está parada.” E1, 1ª e 2ª avaliações

“O livro está parado sobre a mesa porque a mesa não está em andamento.” E2, 1ª e 2ª avaliações

“Porque está em repouso... que a mesa está parada... uma mesa... é uma mesa e depois está parada. E3, 1ª avaliação

“Por causa da gravidade... se deve à descoberta dos cientistas.” E4, 1ª avaliação

“O livro está parado em cima da mesa porque não existe uma força para se mover.” E5, 1ª avaliação

“O livro está parado em cima da mesa devido ao seu peso... devido a sua gravidade.” E6, 1ª avaliação

“O livro está em repouso, o livro está na mesa e não está sendo aplicada força.” E7, 1ª avaliação

“Pela lei da gravidade... pela força gravítica.” E8, 1ª e 2ª avaliações

“Porque sei... baseei-me nas leis de Newton.” E9, 1ª avaliação

“Está parada por causa da gravidade.” E10, 1ª avaliação

“Se a mesa está parada, o livro está parado.” E11, 1ª avaliação

“Está parado devido a gravidade por causa da força da gravidade, por causa da teoria da gravidade.” E12, 1ª avaliação

“O livro está parado porque não tem gravidade... isso é uma lei.” E13, 1ª e 2ª avaliações

“O livro está parado devido à gravidade.” E 15, 1ª avaliação

“Não há toque. O livro está em cima da mesa, se não há movimento não há força.” E 16, 1ª e 2ª avaliações

**Respostas dos alunos no segundo momento da avaliação (após o ensino formal):**

**(Amostra de 12 alunos, os que, efetivamente, participaram na entrevista).**

“Porque o livro está reto e não tem gravidade.” E3, 2ª avaliação

“Então se a mesa está, o livro está em cima da mesa, pois a mesa está paralela ao chão, então o livro está na mesa.” E4, 2ª avaliação

“Não existe força de atrito porque o livro não se mexe.” E5, 2ª avaliação

“O livro está na posição horizontal e a gravidade não permite que o livro caia.” E6, 2ª avaliação

“Aplica-se a 3ª lei de Newton que é a lei da ação-reação. Há sempre para toda a ação uma força oposta. A reação é de igual intensidade.” E7, 2ª avaliação

“Não há uma força que o empurre... não sei... se não houver uma força que perturbe o livro não se mexe.” E9, 2ª avaliação

“A mesa está parada e como a gravidade puxa todas as coisas para baixo, a mesa está parada e exerce força sobre o livro, logo o livro está parado.” E10, 2ª avaliação

“O sistema da mesa é aplicado pela terceira lei de Newton, a lei da ação-reação, para toda a ação há sempre uma reação de igual intensidade e a força total dá zero.” E11, 2ª avaliação

“O livro está parado... e cheguei a essa conclusão olhando para a figura.” E12, 2ª avaliação

“O livro está parado sobre a mesa devido a gravidade que existe na terra. Nas circunstâncias que na Terra há gravidade, mas no espaço não há.” E14, 1ª e 2ª avaliações

“O livro está parado em cima da mesa devido à gravidade.” E15,2ª avaliação

“O livro está parado sobre a mesa porque a mesa não está em andamento.” E2, 1ª e 2ª avaliações

“O livro está parado porque não tem gravidade... isso é uma lei.” E13,1ª e 2ª avaliações

“Não há toque. O livro está em cima da mesa, se não há movimento não há força.” E16, 1ª e 2ª avaliações

“Porque a mesa está parada.” E1, 1ª e 2ª avaliações

**Respostas dos alunos no primeiro momento da avaliação (antes do ensino formal):**

**Situação problemática livro B: problema do livro que desloca-se até o ponto A pela ação de uma pancada instantânea**

**B – Imagina que dávamos uma pancada instantânea no livro, de tal modo que o livro se deslocava para o ponto A. Explique porque é que isto aconteceria. Como chegaste a essa conclusão? Como sabes que é assim?**

**Respostas dos alunos (situação problemática livro B):**

“O livro arrastou-se... devido a superfície plana, porque se a superfície fosse crespada não se movimentava.” E4, 1ª e 2ª avaliações

“Devido à superfície do livro e da mesa.” E6,2ª avaliação, e “Iria mover-se até o ponto A devido à força de atrito.” E5,1ª e 2ª avaliações

“A dar a pancada, o livro mexe-se.” E12,1ª e 2ª avaliações

“Por causa da força.” E15,1ª avaliação

“Tem a ver com a força que é exercida sobre o livro.” E1, 1ª e 2ª avaliações

“Ao darmos uma pancada no livro, ele mexe-se... deu-se uma pancada e ele movimentou-se.” E3, 1ª e 2ª avaliações

“Devido à força que era exercida sobre o livro. Se não houvesse nenhuma força o livro não se deslocaria.” E14, 1ª e 2ª avaliações

“Devido a força.” E15,2ª avaliação

“Era a força exercida pela nossa habilidade. Ao bater no livro iria bater até o ponto A.” E6,1ª avaliação

“Devido a força.” E7, 1ª avaliação

“Eu apliquei uma força sobre o livro e ele movimentou-se.” E16, 1ª e 2ª avaliações

“Porque nós demos um empurrão e ele deslocou-se.” E12, 1ª e 2ª avaliações

“Nesta situação o livro movia-se.” E8, 1ª avaliação

“O livro sofreu uma força e graças a essa força o livro moveu-se de um ponto para outro.” E5, 1ª avaliação

“Isto aconteceria porque a força aplicada no livro iria o fazer deslocar.” E6, 1ª avaliação

“Ele ia deslocar-se por causa da nossa força.” E10, 1ª avaliação

“O livro recebeu uma pancada e foi até o ponto A.” E12, 1ª avaliação

“O livro irá deslocar-se com a pancada.” E19, 1ª e 2ª avaliações

**Respostas dos alunos no segundo momento da avaliação (depois do ensino formal):**

“A dar a pancada o livro mexe-se.” E12, 1ª e 2ª avaliações

“Tem a ver com a força que é exercida sobre o livro.” E1, 1ª e 2ª avaliações

“Ao darmos uma pancada no livro, ele mexe-se... deu-se uma pancada e ele movimentou-se.” E3, 1ª e 2ª avaliações

“Ao dar-nos uma pancada no livro, ele mexe-se... deu-se uma pancada e ele movimentou-se.” E3, 1ª e 2ª avaliações

“Devido à força.” E15, 2ª avaliação

“Eu apliquei uma força sobre o livro e ele movimentou-se.” E16, 1ª e 2ª avaliações

“Porque nós demos um empurrão e ele deslocou-se.” E12, 1ª e 2ª avaliações

“Porque estávamos a exercer uma força sobre o livro.” E3, 2ª avaliação

“A força feita no livro irá fazer este deslocar-se.” E10, 2ª avaliação

“Deve-se ao movimento uniformemente retardado que o livro irá ter e consequentemente a aceleração negativa.” E11, 2ª avaliação

“Deve-se ao movimento uniformemente retardado que o livro irá ter e consequentemente a aceleração negativa, devido a segunda lei de Newton em que a Força resultante é diferente de zero.” E7, 2ª avaliação  
“Devido à força resultante que aplicamos no livro.” E17, 2ª avaliação  
“A velocidade diminui devido ao atrito com a mesa, provocando a diminuição da velocidade e a aceleração negativa” E18, 2ª avaliação  
“Porque o movimento é retardado.” E19, 2ª avaliação  
“O livro arrastou-se... devido à superfície plana, porque se a superfície fosse crespada não se movimentava.” E4, 1ª e 2ª avaliações  
“Devido à superfície do livro e da mesa.” E6, 2ª avaliação e “Iria mover-se até ao ponto A devido à força de atrito.” E5, 1ª e 2ª avaliações

**Respostas dos alunos no primeiro momento da avaliação (antes do ensino formal):**

**Situação problemática livro C: problema do livro que desloca-se para além do tampo da mesa pela ação de uma pancada instantânea**

**C – Imagina que agora dávamos outra pancada no livro de tal modo que ele avançava para além do tampo da mesa? Descreva e explique o que aconteceria.**

“Por causa da gravidade o livro iria cair ao chão.” E12, 1ª avaliação  
“O livro caía no chão ... porque há... gravidade.” E16, 1ª avaliação  
“O livro cairia no chão pela lei da gravidade relacionadas com as leis de Newton.” E9, 1ª avaliação  
“Cairia, pois a força de gravidade puxa as coisas para baixo.” E3, 1ª avaliação  
“O livro caía... porque a pancada foi forte e pela lei da gravidade.” E11, 1ª avaliação  
“O livro iria se mexer, iria descer verticalmente.” E8, 1ª avaliação  
“O livro caía no chão.” E3, 1ª avaliação  
“Isto deve-se... devido ao livro ter uma superfície plana... e deixa de ter.” E4, 1ª avaliação  
“O livro cairia do tampo da mesa para o chão porque estava muito na beira.” E6, 1ª avaliação

“Ele caía.” E15, 1ª avaliação  
“O livro cai.” E10, 1ª avaliação  
“O livro caía para o chão.” E2, 1ª avaliação  
“É a força... caía.” E7, 1ª avaliação  
“O livro caía no chão.” E3, 1ª avaliação  
“O livro deslocava-se.” E15, 1ª avaliação  
“A força de atrito da mesa irá ser inferior a força aplicada no livro.”  
E5, 1ª avaliação

**Respostas dos alunos no segundo momento da avaliação (depois do ensino formal):**

“O livro cai no chão porque não havia mais espaço para se deslocar.”  
E1, 2ª avaliação  
“O livro ao sair do tampo da mesa irá cair.” E6, 2ª avaliação  
“Deslocava-se ...caía no chão.” (E15, 2ª avaliação)  
“Ele iria cair para baixo devido a teoria da gravidade.” E1, 2ª avaliação  
“O livro cai devido a teoria da gravidade.” E14, 2ª avaliação  
“Segundo a gravidade, como o livro estaria fora da mesa iria ser atraído pela gravidade da terra.” E10, 2ª avaliação  
“Por causa da gravidade o livro iria cair ao chão.” E12, 1ª avaliação  
“O livro caía no chão ...porque há gravidade.” E16, 1ª avaliação  
“O livro cairia no chão pela lei da gravidade relacionadas com as leis de Newton.” E9, 1ª avaliação  
“A queda com movimento acelerava o livro.” E3, 2ª avaliação  
“A queda é uma trajetória parabólica, vertical acelerado, considerando a resistência do ar.” E7, 2ª avaliação  
“A queda é uma trajetória parabólica, vertical acelerado, considerando a resistência do ar.” E7, 2ª avaliação  
“O livro iria cair, pois não iria ter uma base para se posicionar.” E14, 2ª avaliação

**Respostas dos alunos no primeiro momento da avaliação (antes do ensino formal):**

**Problema 2 - as esferas: situação problemática “esferas A”**

**Considere duas esferas, uma de ferro e a outra de madeira, ambas maciças e com o mesmo tamanho. Descreva e explique o que acontece se as duas esferas forem largadas da mesma altura no ar.**

“Caem as duas ao mesmo tempo.” E7 1ª avaliação

“Cairão ao mesmo tempo... a lei da gravidade, deixamos os objetos com a mesma massa lançados na mesma posição, cairão ao mesmo tempo... apesar de um ser de madeira e a outra de ferro... os dois vão cair ao mesmo tempo.”

E3,1ª e 2ª avaliações

“Cairiam as duas ao mesmo tempo.” E3,1ª e 2ª avaliações

“A esfera de ferro cai mais depressa, porque tem mais peso.” E191ª e 2ª avaliações

“A de ferro chegará mais depressa ao chão do que a da madeira. A de ferro é mais pesada.” E10,1ª avaliação

“Penso que a de ferro seria mais depressa a cair que a de que a de madeira.” E16,1ª e 2ª avaliações

“Madeira, porque o ferro é mais pesado que a madeira.” E7,1ª avaliação

“A de ferro vai cair primeiro no chão, porque a de ferro é mais pesada que a de madeira.” E16,1ª avaliação

“A de ferro cai mais depressa porque é mais pesada.” E12,1ª e 2ª avaliações

“A de ferro irá cair mais depressa no chão porque é mais pesada.” E5,1ª avaliação

“A de ferro iria cair mais depressa no chão porque é mais pesada.” E12,1ª e 2ª avaliações

“A esfera de ferro cai mais depressa que a da madeira, porque é mais pesada.” E1,1ª e 2ª avaliações

“Caem a alta velocidade, mas a que cai mais depressa é a mais pesada.” E15,1ª e 2ª avaliações

“A de ferro caía primeiro do que a de madeira.” E4, 1ª e 2ª avaliações

“A de ferro cai mais depressa que a de madeira.” E6, 1ª e 2ª avaliações

“A de ferro cai mais depressa que a de madeira.” E1,2ª avaliação

“A madeira é mais leve que o ferro iria cair primeiro a esfera de madeira.” E9, 1ª e 2ª avaliações

“A esfera de madeira cai mais depressa que a de ferro.” E2, 1ª e 2ª avaliações

“Quanto menor o tempo de queda, maior é a aceleração gravítica das esferas.” E3, 1ª e 2ª avaliações

“Depende das forças com quem são lançadas.” E 11, 2ª avaliação.

**Respostas dos alunos no segundo momento da avaliação (depois do ensino formal):**

“As duas esferas caíam ao mesmo tempo.” E5, 2ª avaliação

“A gravidade, por exemplo, no espaço estão paradas porque não existe gravidade ou se não os planetas caíam para baixo. Isto acontece igualmente nas bolas dentro do tubo.” E11, 2ª avaliação

“A de ferro caía primeiro que a de madeira.” E 15, 2ª avaliação

“As esferas fossem largadas na mesma altura no ar, a de ferro tem mais massa, cairia mais depressa que a da madeira.” E6, 2ª avaliação

“A de ferro cai primeiro que a da madeira. O ferro é mais pesado que a madeira é a Lei da gravidade.” E5, 2ª avaliação

“A esfera de ferro iria cair mais rápido.” E1, 2ª avaliação

“Iriam cair... talvez a de ferro mais depressa do que a da madeira, porque é mais pesada.” E10, 2ª avaliação

“A de ferro caía mais rápido devido a massa que o ferro tem.” E3, 2ª avaliação

“A de ferro cai mais depressa porque é mais pesada.” E12, 1ª e 2ª avaliações

“Eu penso que a de ferro caíra primeiro.” E8, 1ª e 2ª avaliações

“A de ferro iria cair mais depressa no chão porque é mais pesada.” E12, 1ª e 2ª avaliações

“Caem a alta velocidade, mas a que cai mais depressa é a mais pesada.” E15, 1ª e 2ª avaliações

“A de ferro caía primeiro do que a de madeira.” E4, 1ª e 2ª avaliações

“A de ferro cai mais depressa que a de madeira.” E6, 1ª e 2ª avaliações

“A de ferro cai mais depressa que a de madeira.” E1, 2ª avaliação

“Uma tem que cair mais depressa que a outra... a madeira é mais leve.” E14, 1ª e 2ª avaliações

“Depende das forças com quem são lançadas.”E 11, 1ª e 2ª avaliações

**Respostas dos alunos no primeiro momento da avaliação (antes do ensino formal):**

### **Problema 2 - esferas B**

**Problema 2 - as esferas: situação problemática “esferas B”- Considere duas esferas, uma de ferro e a outra de madeira, ambas maciças e com o mesmo tamanho. Descreva e explique o que acontece se as duas esferas forem largadas da mesma altura no ar?**

“As duas esferas caíam ao mesmo tempo.”E5, 2ª avaliação

“A gravidade, por exemplo, no espaço estão paradas porque não existe gravidade ou se não os planetas caíam para baixo. Isto acontece igualmente nas bolas dentro do tubo.” E11, 2ª avaliação

“A de ferro caía primeiro que a de madeira.” E 15, 2ª avaliação

“Se as esferas fossem largadas na mesma altura no ar, a de ferro tem mais massa, cairia mais depressa que a de madeira.”E6, 2ª avaliação

“A de ferro cairá primeiro que a de madeira. O ferro é mais pesado que a madeira, é a lei da gravidade.” E5, 2ª avaliação

“A esfera de ferro iria cair mais rápido” E1, 2ª avaliação

“Iriam cair... talvez a de ferro mais depressa do que a da madeira, porque é mais pesada.”E10, 2ª avaliação

“A de ferro caía mais rápido devido à massa que o ferro tem.”E3, 2ª avaliação

“A de ferro cai mais depressa porque é mais pesada.” E12, 1ª e 2ª avaliações

“Eu penso que a de ferro cairá primeiro.” E8, 1ª e 2ª avaliações

“A de ferro iria cair mais depressa no chão porque é mais pesada.” E12,1ª e 2ª avaliações

“Caem a alta velocidade, mas a que cai mais depressa é a mais pesada.”E15, 1ª e 2ª avaliações

“A de ferro caía primeiro que a de madeira.”E4, 1ª e 2ª avaliações

“A de ferro cai mais depressa que a de madeira.” E6, 1ª e 2ª avaliações

“A de ferro cai mais depressa que a de madeira.”E1, 2ª avaliação

“Uma tem que cair mais depressa que a outra... a madeira é mais leve.” E14, 1ª e 2ª avaliações

“As duas esferas caíam ao mesmo tempo.” E5, 2ª avaliação

**Respostas dos alunos no segundo momento da avaliação (depois do ensino formal):**

“A gravidade, por exemplo, no espaço, estão paradas porque não existe gravidade ou se não os planetas caíam para baixo. Isto acontece igualmente nas bolas dentro do tubo.” E11, 2ª avaliação

“A de ferro caía primeiro que a de madeira.” E 15, 2ª avaliação

“Se as esferas fossem largadas na mesma altura no ar, a de ferro tem mais massa, cairia mais depressa que a da madeira.” E6, 2ª avaliação

“A de ferro cai primeiro que a da madeira. O ferro é mais pesado que a madeira, é a lei da gravidade.” E5, 2ª avaliação

“A esfera de ferro iria cair mais rápido.” E1, 2ª avaliação

“Iriam cair... talvez a de ferro mais depressa do que a da madeira, porque é mais pesada.” E10, 2ª avaliação

“A de ferro caía mais rápido devido à massa que o ferro tem.” E3, 2ª avaliação

“A de ferro cai mais depressa porque é mais pesada.” E12, 1ª e 2ª avaliações

“Eu penso que a de ferro cairá primeiro.” E8, 1ª e 2ª avaliações

“A de ferro iria cair mais depressa no chão porque é mais pesada.” E12, 1ª e 2ª avaliações

“Caem a alta velocidade, mas a que cai mais depressa é a mais pesada.” E15, 1ª e 2ª avaliações

“A de ferro caía primeiro do que a de madeira.” E4, 1ª e 2ª avaliações

“A de ferro cai mais depressa que a de madeira.” E6, 1ª e 2ª avaliações

“A de ferro cai mais depressa que a de madeira.” E1, 2ª avaliação

“Uma tem que cair mais depressa que a outra... a madeira é mais leve.” E14, 1ª e 2ª avaliações

“Depende das forças com quem são lançadas.” E11, 1ª e 2ª avaliações

**Respostas dos alunos no primeiro momento da avaliação (antes do ensino formal):**

**Problema 3 - problema do lançamento da moeda (moeda A)**

- 1) A figura representa a trajetória seguida por uma moeda que é lançada ao ar na vertical, deixando a moeda no ponto A atingindo máximo D, caindo verticalmente e sendo apanhada no ponto F.**
- 2) Explique porque é que a moeda sobe até o ponto D e só até esse ponto.**
- 3) Em que se baseou para dar essa resposta? Como chegou a essa conclusão?**
- 4) Descreva a velocidade da moeda durante a subida.**
- 5) Em que se baseou para chegar a essa resposta? Como chegaste a essa conclusão?**

“Por causa da nossa força. Se ultrapassarmos a força com que é lançada ela subiria para além do ponto D, mas como foi lançada com menos força ela fica no ponto D.” E 10, 1ª avaliação

“Porque eles mandaram com força suficiente para chegar a esse ponto.” E15,1ª avaliação

“Depende da força com que atiramos.” E3,1ª avaliação.

“Quanto mais força der na moeda, mais alto ela vai.” E 16,1ª e 2ª avaliações

“Durante a subida a moeda aumenta de velocidade.” E 11, 1ª avaliação, 2ª avaliação

“A velocidade diminui.” E 1, 1ª e 2ª avaliações

“Porque a força dada na moeda só chega até esse ponto” E 15,1ª avaliação

“Se chegou até o ponto D porque a força é menor.” E2,1ª avaliação.

“Manda-se para cima e depois cai.” E12,1ª e 2ª avaliações

“Porque a força exercida sobre essa moeda só dá para chegar a esse ponto.” E1,1ª avaliação

“Porque a força de gravidade não permite subir mais.” E5,1ª avaliação.

“ Sobe até esse ponto porque a gravidade não deixa subir mais.” E4,1ª e 2ª avaliações

“A velocidade diminui por causa da gravidade.” E9,1ª e 2ª avaliações

“A gravidade puxa todos os objetos para baixo, e a moeda desloca-se devido à nossa força, mas a velocidade vai diminuindo.” E 10,2ª avaliação

“A velocidade diminui.” E 11, 1ª e 2ª avaliações

**Respostas dos alunos no segundo momento da avaliação (depois do ensino formal):**

**Problema 3- problema do lançamento da moeda (moeda A)**

**A figura representa a trajetória seguida por uma moeda que é lançada ao ar na vertical, deixando a moeda no ponto A atingindo no máximo o ponto D, caindo verticalmente e sendo apanhada no ponto F.**

- 1. Explique porque é que a moeda sobe até o ponto D e só até esse ponto**
- 2. Em que se baseou para dar essa resposta? Como chegou a essa conclusão?**
- 3. Descreva a velocidade da moeda durante a subida.**
- 4. Em que se baseou para chegar a essa resposta? Como chegaste a essa conclusão?**

“A força exercida sobre a moeda só dá para atingir o ponto D.” E1, 1ª avaliação

“Ela sobe devido à força.” E7, 2ª avaliação

“Depende da força com que atiramos.” E3, 1ª avaliação.

“Quanto mais força exercermos na moeda, mais alto ela vai.” E 16,1ª e 2ª avaliações

“ Durante a subida a moeda aumenta de velocidade.” E 11, 1ª avaliação, 2ª avaliação.

“A velocidade diminui.” E1,1ª e 2ª avaliações

“A moeda só sobe até o ponto D devido à força, se a força fosse maior ela subiria até um ponto maior.” E 14,2ª avaliação.

“Manda-se para cima e depois cai.”E12,1ª e 2ª avaliações

“Como a moeda não tem mais força, não avança mais do que o ponto D.” E3, 2ª avaliação

“A velocidade aumenta a partir do D.” E11,1ª e 2ª avaliações

“Não havia mais força.” E3,2ª avaliação.

“Porque a força de gravidade não permitiu.” E5,2ª avaliação.

“Por causa da força exercida sobre a moeda.” E 19, 1ª e 2ª avaliações

“A velocidade diminui por causa da gravidade.” E9,1ª e 2ª avaliações

“A gravidade puxa todos os objetos para baixo, e a moeda desloca-se devido a nossa força, mas a velocidade vai diminuindo.” E 10, 2ª avaliação

“A velocidade diminui.” E 11, 1ª e 2ª avaliações

“A moeda sobe até o ponto D devido à força de gravidade exercida sobre ela.” E14, 2ª avaliação

“Porque é a força da gravidade.” E 15, 2ª avaliação

“O peso do objeto e a resistência do ar.” E3, 2ª avaliação

“Por causa da força exercida pelo ar. A nossa força da moeda para cima seria oposta à força da resistência do ar para baixo, pelo que só alcançaria o ponto.” D” E7, 2ª avaliação

**Respostas dos alunos no segundo momento da avaliação (depois do ensino formal):**

“Quando atingir o ponto D, o máximo começa a cair” E 11, 1ª e 2ª avaliações

“Durante a descida a moeda ganha força de gravidade, porque a gravidade atrai os objetos para a superfície da terra” E5, 1ª avaliação

“Ao ponto D a gravidade puxa para baixo” E1, 2ª avaliação

“Como a moeda não tem mais força, não avança mais do que o ponto D. A velocidade aumenta a partir do D E19, 1ª avaliação

“Durante a queda a velocidade aumenta a partir de D.” E3, 1ª e 2ª avaliações

“Durante a descida a velocidade aumenta.” E 10, 1ª e 2ª avaliações

“Durante a descida aumenta a velocidade.” E5, 1ª e 2ª avaliações

“A velocidade da moeda durante a descida aumenta.” E 15, 1ª avaliação

“A moeda cai mais depressa ao chegar ao ponto D. A velocidade é maior na queda.” E2, 1ª e 2ª avaliações

“Durante a queda a velocidade aumenta a partir de D.” E3, 1ª e 2ª avaliações

“Durante a descida a velocidade aumenta.” E 10, 1ª e 2ª avaliações

“Durante a descida aumenta a velocidade.” E5, 1ª e 2ª avaliações

“A velocidade da moeda durante a descida aumenta.” E 15, 1ª e 2ª avaliações

**Respostas dos alunos no primeiro momento da avaliação (antes do ensino formal):**

**Problema 3: problema do lançamento da moeda (moeda B)**

**Explique porque é que a moeda cai depois de atingir o ponto D. Em que se baseou para chegar essa resposta? Como chegou a essa conclusão? Como sabe que é assim? Descreva o que se passa com a velocidade da moeda durante a descida. Em que se baseou para dar essa resposta? Como chegaste a essa conclusão? Como sabes que é assim?**

“A força exercida sobre a moeda só dá para atingir o ponto D.” E1, 1ª avaliação

“Quando atingir o ponto D, o máximo começa a cair.” E 11, 1ª e 2ª avaliações

“Durante a descida a gravidade faz com que a moeda ganhe velocidade.” E5, 2ª avaliação

“Ao ponto D a gravidade puxa para baixo.” E1, 2ª avaliação

“Ao atingir o ponto D cai devido a gravidade.” E14, 2ª avaliação

“Ganha mais força, ganha mais velocidade.” E15, 2ª avaliação

“Como a moeda não tem mais força, não avança mais do que o ponto D. A velocidade aumenta a partir do D. E19, 1ª e 2ª avaliações

“Durante a queda a velocidade aumenta a partir de D.” E3, 1ª e 2ª avaliações

“Durante a descida a velocidade aumenta.” E 10, 1ª e 2ª avaliações

“Durante a descida aumenta a velocidade.” E5, 1ª e 2ª avaliações

“A moeda cai mais depressa ao chegar ao ponto D. A velocidade é maior na queda.” E2, 1ª e 2ª avaliações

“Ganha mais força, ganha mais velocidade.” E 15, 2ª avaliação

“Como a moeda não tem mais força, não avança mais do que o ponto D. A velocidade aumenta a partir do D. E19, 1ª e 2ª avaliações

“Durante a queda a velocidade aumenta á partir de D.” E3, 1ª e 2ª avaliações

“Durante a descida a velocidade aumenta.” E10, 1ª e 2ª avaliações

“Durante a descida aumenta a velocidade.” E5, 1ª e 2ª avaliações

“ A velocidade da moeda durante a descida aumenta.” E15, 1ª e 2ª avaliações

“Durante a descida a velocidade aumenta, corresponde ao movimento retilíneo uniformemente acelerado.” E6, 2ª avaliação

“A moeda tem um movimento rectilíneo uniformemente acelerado durante a descida, consequentemente a velocidade aumenta.” E7, 2ª avaliação

“Porque perde força ao cair, pela Lei da Gravidade, assim sendo a velocidade aumenta, fica o movimento retilíneo uniformemente acelerado.” E9, 1ª e 2ª avaliações

“A velocidade da moeda durante a descida é o movimento retilíneo acelerado.” E14, 2ª avaliação

**Respostas dos alunos no segundo momento da avaliação (antes do ensino formal):**

**Problema 3: problema do lançamento da moeda (moeda B).**

**Explique porque é que a moeda cai depois de atingir o ponto D. Em que se baseou para chegar essa resposta? Como chegou a essa conclusão? Como sabe que é assim? Descreva o que se passa com a velocidade da moeda durante a descida.**

**Em que se baseou para dar essa resposta? Como chegaste a essa conclusão? Como sabes que é assim?**

“Quando atingir o ponto D, o máximo começa a cair.” E 11, 1ª e 2ª avaliações

Durante a descida a gravidade faz com que a moeda ganhe velocidade.” E 5, 2ª avaliação

“Ao ponto D a gravidade puxa para baixo.” E1, 2ª avaliação

“Ao atingir o ponto D cai devido a gravidade.” E14, 2ª avaliação

“Ganha mais força, ganha mais velocidade.” E 15, 2ª avaliação

“Como a moeda não tem mais força, não avança mais do que o ponto D. A velocidade aumenta a partir do D. E19, 1ª e 2ª avaliações

“Durante a queda a velocidade aumenta á partir de D.” E3, 1ª e 2ª avaliações

“Durante a descida a velocidade aumenta.” E10, 1ª e 2ª segundas avaliações

“Durante a descida aumenta a velocidade.” E5, 1ª e 2ª avaliações

“A moeda cai mais depressa ao chegar ao ponto D. A velocidade é maior na queda.” E2, 1ª e 2ª avaliações

“Ganha mais força, ganha mais velocidade.” E 15, 2ª avaliação

“Como a moeda não tem mais força, não avança mais do que o ponto D. A velocidade aumenta a partir do D. E19, 1ª e 2ª avaliações

“Durante a queda a velocidade aumenta á partir de D.” E3, 1ª e 2ª avaliações

“Durante a descida a velocidade aumenta.” E10, 1ª e 2ª avaliações

“Durante a descida aumenta a velocidade.” E5, 1ª e 2ª avaliações

“A velocidade da moeda durante a descida aumenta.” E15, 1ª e 2ª avaliações

“Durante a descida a velocidade aumenta, corresponde ao movimento retilíneo uniformemente acelerado.” E6, 2ª avaliação

“A moeda tem um movimento rectilíneo uniformemente acelerado durante a descida, consequentemente a velocidade aumenta.” E7, 2ª avaliação

“Porque perde força ao cair, pela Lei da Gravidade, assim sendo a velocidade aumenta, fica o movimento retilíneo uniformemente acelerado.” E9, 1ª e 2ª avaliações

“A velocidade da moeda durante a descida é o movimento retilíneo acelerado.” E14, 2ª avaliação.

**Respostas dos alunos no primeiro momento da avaliação (antes do ensino formal):**

**Problema 4: problema da nave (nave A)**

**Uma nave espacial com quatro motores; K, L, M, N, dispostos de acordo como na figura 1, encontra-se numa região do espaço onde não há atmosfera e não se sente a ação de qualquer planeta. Pensa que a nave pode deslocar-se nesta região do espaço.**

“Sim, o motor N porque é o único motor que faz com que a nave se movimente da esquerda para a direita.” E5, 1ª avaliação

“Pode, a gravidade.” E7, 1ª avaliação

“A nave flutua.” E12, 1ª e 2ª avaliações

“Sim a nave flutua.” E3, 1ª e 2ª avaliações

“Flutua...” E12, 1ª e 2ª avaliações

“Pode flutuar.” E15, 1ª e 2ª avaliações

“Pode... porque a nave flutua... aquilo voa... porque vi filmes.” E12, 1ª e 2ª avaliações

“Pode estar como pode não estar. Pode estar porque os motores proporcionam força e pode não estar, pois a gravidade pode levar de um ponto para outro.” E6, 1ª e 2ª avaliações

“Pode flutuar com a gravidade... eh, eh... não sei.” E7, 1ª e 2ª avaliações

“A nave flutua.” E14, 1ª e 2ª avaliações

“Pode flutuar... não sei.” E10, 1ª e 2ª avaliações

“Sim, pelos motores... pelo enunciado... todos os motores fazem andar.” E1, 1ª e 2ª avaliações

“Sim, o que eu pude concluir no espaço, por causa da gravidade e dos motores em funcionamento.” E14, 1ª e 2ª avaliações

“Pode estar como pode não estar. Pode estar porque os motores proporcionam força e pode não estar, pois a gravidade pode levar de um ponto para outro.” E6, 1ª e 2ª avaliações

“Sim, devido aos motores que faz uma força para se deslocar. Os motores empurram para frente.” E9, 1ª e 2ª avaliações, E1, 1ª e 2ª avaliações

“Pode porque tem todos os motores a deslocar numa velocidade extraordinárias, baseie-me na potência de cada um dos motores.” E4, 1ª e 2ª avaliações

“Com quatro motores expostos na figura é óbvio que a nave vai-se movimentar.” E16, 1ª e 2ª avaliações

“Sim claro, devido aos motores que a nave tem... não tinha tanta velocidade, como se tivesse os quatro motores.” E9, 1ª e 2ª avaliações

“Pode... na força dos motores que tem força própria e consegue impulsionar a nave.” E3, 1ª avaliação

#### **O segundo momento da avaliação (depois do ensino formal):**

“Se uma nave estiver em repouso continuará em repouso e se a nave estiver em movimento continuará em movimento e corresponde ao movimento retilíneo uniforme-m.r.u, sendo a velocidade constante.” E3, 2ª avaliação; E5, 2ª avaliação; E8, 2ª avaliação E12, 2ª avaliação

“A nave flutua.” E12, 1ª e 2ª avaliações

“Sim a nave flutua.” E3, 1ª e 2ª avaliações

“Flutua...” E12, 1ª e 2ª avaliações

“Pode flutuar.” E15, 1ª e 2ª avaliações

“Pode... porque a nave flutua... aquilo voa... porque vi filmes.” E12, 1ª e 2ª avaliações

“Pode estar como pode não estar. Pode estar porque os motores proporcionam força e pode não estar, pois a gravidade pode levar de um ponto para outro.” E6, 1ª e 2ª avaliações

“Pode flutuar com a gravidade... eh, eh... não sei.” E7, 1ª e 2ª avaliações

“A nave flutua.” E14, 1ª e 2ª avaliações

Pode flutuar... não sei.” E10, 1ª e 2ª avaliações

“Sim, pelos motores... pelo enunciado... todos os motores fazem andar.” E1, 1ª e 2ª avaliações

“Sim, o que eu pude concluir no espaço, por causa da gravidade e dos motores em funcionamento.” E14, 1ª e 2ª avaliações

“Pode estar como pode não estar. Pode estar porque os motores proporcionam força e pode não estar, pois a gravidade pode levar de um ponto para outro.” E6, 1ª e 2ª avaliações

“Sim, devido aos motores que faz uma força para se deslocar. Os motores empurram para frente.” E9, 1ª e 2ª avaliações; E1, 1ª e 2ª avaliações

“Pode porque tem todos os motores a deslocar numa velocidade extraordinária, baseie-me na potência de cada um dos motores.” E4, 1ª e 2ª avaliações

“Com quatro motores expostos na figura é óbvio que a nave vai-se movimentar.” E16, 1ª e 2ª avaliações

“ Sim claro, devido aos motores que a nave tem... não tinha tanta velocidade, como se tivesse os quatro motores.” E9, 1ª e 2ª avaliações

“Movimenta-se porque todos os motores estão a funcionar.” E19, 1ª e 2ª avaliações

#### **Problema 4: problema da nave (nave B)**

**Imediatamente após o ponto P, e durante 10 segundos, o motor K é o único motor em funcionamento. O que vai acontecer à nave neste intervalo de tempo? Explica porquê.**

**Primeiro momento da avaliação (antes do ensino formal):**

“Sim, o motor K, porque vai para a direita... porque o motor funciona.” E1, 1ª avaliação

“A nave irá descer.” E5, 1ª e 2ª avaliações

“A nave vai descer.” E12, 1ª e 2ª avaliações

“O motor vai para baixo.” E12, 1ª e 2ª avaliações

“Neste intervalo de tempo a nave vai descer.” E4, 1ª e 2ª avaliações

“A nave irá descer em altitude e diminuir a sua velocidade.” E6, 1ª e 2ª avaliações

“Diminui a velocidade e vai descendo.” E7, 1ª e 2ª avaliações

“Ela vai descer, porque o motor aponta para baixo.” E1, 1ª e 2ª avaliações

“Sim, a nave desloca-se indefinidamente, flutua, por causa da gravidade.” E7, 1ª avaliação

“A velocidade da nave constante quando a nave se movimenta.” E14, 1ª e 2ª avaliações

“Sim, o motor K ou se não a nave não se deslocava.” E 15, 1ª avaliação

“O motor K...” E12, 1ª e 2ª avaliações

“A velocidade é menor quando um dos motores está a funcionar.” E9, 1ª avaliação

“A nave irá descer e diminuir a sua velocidade.” E6, 1ª e 2ª avaliações

“Vai diminuir a velocidade... estavam os três motores e apenas um funciona, vai fazer com que a velocidade diminua.” E16, 1ª e 2ª avaliações

“A velocidade da nave irá reduzir, por causa dos motores desligados.” E 19, 1ª e 2ª avaliações

“Sim, a nave, para se movimentar, precisa do motor K em funcionamento.” E15, 1ª e 2ª avaliações

**O segundo momento da avaliação (depois do ensino formal):**

“Sim, a nave para se movimentar precisa do motor K em funcionamento.” E15, 1ª e 2ª avaliações

“Vai-se deslocar para baixo... com o motor K a funcionar.” E3, 2ª avaliação

“A nave irá descer.” E5, 1ª e 2ª avaliações

“A nave vai descer.” E12, 1ª e 2ª avaliações

“O motor vai para baixo.” E12, 1ª e 2ª avaliações

“Neste intervalo de tempo a nave vai descer.” E4, 1ª e 2ª avaliações

“A nave irá descer em altitude e diminuir a sua velocidade.” E6, 1ª e 2ª avaliações

“Diminui a velocidade e vai descendo.” E7, 1ª e 2ª avaliações

“A nave irá descer, porque o motor K é assim que o permite.” E3, 1ª avaliação

“Ela vai descer, porque o motor aponta para baixo.” E1, 1ª e 2ª avaliações

“A velocidade da nave constante quando a nave se movimenta.” E14, 1ª e 2ª avaliações

“O motor K...” E12, 1ª e 2ª avaliações

“A velocidade aumenta, movimento retilíneo uniformemente acelerado.” E 9,2ª avaliação

“A nave irá descer e diminuir a sua velocidade.” E6, 1ª e 2ª avaliações

“A velocidade diminui... os três motores pararam e um entra em funcionamento.” E7,2ª avaliação

“Vai diminuir a velocidade... estavam os três motores e apenas um funciona, vai fazer com que a velocidade diminua.” E16, 1ª e 2ª avaliações

“Vai andar com menos velocidade, pois só o motor K está em funcionamento.” E14,2ª avaliação

“A velocidade da nave irá reduzir, por causa dos motores desligados.” E 19, 1ª e 2ª avaliações

**Categorização das respostas dos alunos à situação da “nave C”- Imagina que a nave se desloca com velocidade constante passando por dois pontos, D e P, dispostos como mostra a figura 1. Estará algum motor em funcionamento quando a nave se desloca entre os pontos D e P? Explique porquê.**

**Primeiro momento da avaliação:**

“Os motores deixam de funcionar a nave para e cai.” E7, 1ª e 2ª avaliações

“A nave fica parada.” E15, 1ª e 2ª avaliações

“A nave fica parada porque não há nenhum motor em funcionamento.” E9, 1ª e 2ª avaliações

“A nave não poderá subir ou descer porque o motor se avariou.” E 15, 1ª e 2ª avaliações

“A nave vai parar.” E16, 1ª e 2ª avaliações

“A nave para.” E2, 1ª e 2ª avaliações

“A nave para.” EE12, 1ª e 2ª avaliações

“A nave para.” E14, 1ª e 2ª avaliações

“A nave flutua devido a gravidade.” E3, 1ª e 2ª avaliações

“A nave flutua no espaço... como não tem atmosfera... não existe nada lá... então flutua.” E1,2ª avaliação

“A nave fica a flutuar fora do espaço, pela gravidade.” E6, 1ª e 2ª avaliações

“A velocidade da nave diminui.” E12, 1ª e 2ª avaliações

“A nave começa em decadência devido aos motores todos desligados.” E19, 1ª e 2ª avaliações

**Segundo momento da avaliação:**

“A nave fica parada.” E15, 1ª e 2ª avaliações

“A nave fica parada porque não há nenhum motor em funcionamento.” E9, 1ª e 2ª avaliações

“A nave fica parada.” E15, 1ª e 2ª avaliações

“A nave fica parada porque não há nenhum motor em funcionamento.” E9, 1ª e 2ª avaliações

“A nave fica parada.” E15, 1ª e 2ª avaliações

“A nave fica parada porque não há nenhum motor em funcionamento.” E9, 1ª e 2ª avaliações

“A nave não poderá subir ou descer porque o motor se avariou.” E 15, 1ª e 2ª avaliações

“A nave flutua devido a gravidade” E3, 1ª e 2ª avaliações

“A nave flutua no espaço... como não tem atmosfera... não existe nada lá... então flutua.” E1,2ª avaliação

“ A nave fica a flutuar fora do espaço, pela gravidade.” E6, 1ª e 2ª avaliações

“Iria ainda deslocar-se porque o corpo ainda tinha movimento, pela Inércia irá continuar o movimento. E10,2ª avaliação

“A velocidade da nave diminui” E12, 1ª e 2ª avaliações

“A nave começa em decadência devido aos motores, estão todos desligados” E19, 1ª e 2ª avaliações

**ANEXO 5**

Pedido de apresentação de projeto

**As conceções alternativas e a mudança conceptual no ensino da Física-Mecânica: alunos com dificuldades de aprendizagem a frequentar o 9º ano numa escola do Concelho do Funchal**

---

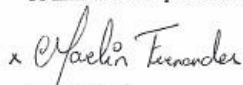
Porto, 19 de Fevereiro de 2013

**Exma Senhora Diretora da FCHS**

**Profª Doutora Inês Gomes**

Venho apresentar o meu projeto de investigação intitulado *As Conceções Alternativas e a Mudança Conceptual no ensino da Mecânica- Estudo de caso com alunos do 9º ano do concelho do Funchal*, a ser realizado no âmbito da Dissertação de Mestrado em Ciências da Educação- Educação Especial, no domínio cognitivo e motor, sob orientação de Luísa Saavedra, para submissão a parecer da Comissão de Ética da UFP.

**Os melhores cumprimentos,**

x   
(nome aluno)

**ANEXO 6**

Declaração de consentimento informado pela comissão de ética da Universidade  
Fernando Pessoa

## DECLARAÇÃO DE CONSENTIMENTO INFORMADO

Venho, por este meio, declarar a minha concordância em relação à minha participação (ou do meu educando) nesta investigação de âmbito académico que se inclui no Mestrado de ciências da educação: educação especial, da Universidade Fernando Pessoa, com o título ----- sob a orientação de \_\_\_\_\_. Foi-me dada oportunidade de fazer as perguntas que julguei necessárias e de todas obtive resposta satisfatória e compreendi a explicação que me foi fornecida acerca da minha participação.

Data: \_\_\_\_/\_\_\_\_/ 200\_\_

Assinatura do participante: \_\_\_\_\_

O Investigador responsável:

Marlin Fernandes

Assinatura:

Comissão de Ética da Universidade Fernando Pessoa

Pedido de autorização aos encarregados de educação dos alunos intervenientes

DECLARAÇÃO DE CONSENTIMENTO INFORMADO

Venho por este meio declarar a minha concordância em relação à ~~minha~~ participação ( ~~de~~ do meu educando) nesta investigação de âmbito académico que se inclui no Mestrado de ciências da educação : educação especial, da Universidade Fernando Pessoa, com o título As Conceções Alternativas e a Mudança Conceptual em Física (Mecânica) sob a orientação de Luísa Soares

. Foi-me dada oportunidade de fazer as perguntas que julguei necessárias e de todas obtive resposta satisfatória e compreendi a explicação que me foi fornecida acerca da minha participação

Data: 01/ Março / 2013

Assinatura do participante: X Maria Sousa Jesus Castro

O Investigador responsável:

Nome: Marli Fernandes

Assinatura:



Comissão de Ética da Universidade Fernando Pessoa

**ANEXO 7**

Análise de Conteúdo das entrevistas e registo de observação direta

**Análise de Conteúdo das entrevistas e registo de observação direta**

**Tema**

As concepções alternativas no ensino da Mecânica.

**Categoria**

As leis de Newton (leis universais sobre o movimento - 1º lei de Newton, 2ª lei de Newton; 3ª lei de Newton).

**Subcategoria**

Movimento dos corpos: movimento do livro (situação A, situação B, situação C)

**Tabela 3** - Movimento do livro (situação A, situação B e situação C)

<b>Problema 1- O livro: situação problemática livro A - Porque o livro A está em repouso sobre uma mesa?</b>		
<b>Unidade de Registo</b>		
<b>Formal</b>	<b>Texto escrito das respostas dos alunos</b>	
	<b>Antes do ensino formal (primeira avaliação-1ª)</b>	<b>Depois do ensino formal (segunda avaliação- 2ª)</b>
	“(…) Porque a mesa está parada.” E1, 1º e 2ª avaliação	“(…) Porque a mesa está



**As concepções alternativas e a mudança conceptual no ensino da Física-Mecânica: alunos com dificuldades de aprendizagem a frequentar o 9º ano numa escola do Concelho do Funchal**

	<p>“Não há toque. O livro está em cima da mesa, se não há movimento não há força.”E 16, 1ª e 2ª avaliações</p>	
<p><b>Resposta 2: existe gravidade terrestre.</b></p>	<p>“Esta parada por causa da gravidade.”E10, 1ª avaliação</p> <p>“Está parado devido a gravidade.” E12, 1ª avaliação</p>	<p>“Pela lei da gravidade... pela força gravítica.” 8, 2ª avaliação</p> <p>“O livro está na posição horizontal e a gravidade não permite que o livro caia.” E6, 2ª avaliação</p>

**As concepções alternativas e a mudança conceptual no ensino da Física-Mecânica: alunos com dificuldades de aprendizagem a frequentar o 9º ano numa escola do Concelho do Funchal**

<p><b>Resposta 3: ausência de gravidade terrestre.</b></p>	<p>“O livro está parado porque não tem gravidade... isso é uma lei.” E13,1ª avaliação</p>	<p>“... porque o livro está reto e não tem gravidade .” E3,2ª avaliação</p>
<p><b>Resposta 4: peso-força gravítica.</b></p>	<p>“O livro está parado em cima da mesa devido ao seu peso... devido a sua gravidade.”E6,1ª avaliação</p> <p>“O livro está parado devido à gravidade.” E 15,1ª avaliação</p> <p>“Por causa da força da gravidade, por causa da teoria da gravidade.” E 12,1ª avaliação</p>	<p>“O livro está parado em cima da mesa devido a gravidade.” E15, 2ª avaliação</p>

**As concepções alternativas e a mudança conceptual no ensino da Física-Mecânica: alunos com dificuldades de aprendizagem a frequentar o 9º ano numa escola do Concelho do Funchal**

	<p>“Por causa da gravidade... deve-se à descoberta dos cientistas.” E4,1ª avaliação</p>	
<p><b>Resposta 5 :</b></p> <p><b>3ª Lei de Newton- lei da ação e reação.</b></p> <p><b>(resposta cientificamente correta).</b></p>	<p>NOTA: Nenhum aluno respondeu a esta resposta.</p>	<p>“Aplica-se a 3ª lei de Newton que é a lei da ação-reação. Há sempre para toda a ação uma força oposta. A reação é de igual intensidade.” E7, 2ª avaliação</p> <p>“O sistema da mesa é aplicado pela terceira lei de Newton, a lei da ação-reação, para toda a ação há sempre uma reação de igual intensidade e a força total dá zero.” E11, 2ª avaliação</p>

**As concepções alternativas e a mudança conceptual no ensino da Física-Mecânica: alunos com dificuldades de aprendizagem a frequentar o 9º ano numa escola do Concelho do Funchal**

<p><b>Resposta 5:</b></p> <p><b>3ª Lei de Newton- lei da ação e reação.</b></p> <p>(resposta <b>cientificamente correta</b>).</p>	<p>NOTA: Nenhum aluno respondeu a esta resposta.</p>	<p>“A mesa está parada e como a gravidade puxa todas as coisas para baixo, a mesa está parada e exerce força sobre o livro, logo o livro está parado.” E10,2ª avaliação</p> <p>“Não há uma força que o empurre... não sei... se não houver uma força que perturbe o livro não se mexe.” E9,2ª avaliação</p> <p>“Não há toque. O livro está em cima da mesa, se não há movimento não há força.”E 16, 2ª avaliação</p>
<p><b>Resposta 6: suporte ativo.</b></p>	<p>“O livro está parado em cima da mesa devido aa força de atrito...eu sei que é assim porque sei... baseei-me nas leis</p>	<p>“Não existe força de atrito porque o livro não se</p>

As conceções alternativas e a mudança conceptual no ensino da Física-Mecânica: alunos com dificuldades de aprendizagem a frequentar o 9º ano numa escola do Concelho do Funchal

	de Newton.” E9,1ª avaliação	mexe.” E5,2ª avaliação
<p><b>Problema 1- O livro: situação problemática, livro B – Imagina que dávamos uma pancada instantânea no livro, de tal modo que o livro se deslocava para o ponto A. Explique porque é que isto aconteceria. Como chegaste a essa conclusão? Como sabes que é assim?</b></p>		
<p><b>Unidade de Registo</b></p>		
<p><b>Formal</b></p>	<p><b>Texto escrito das respostas dos alunos</b></p>	
	<p><b>Primeiro Momento da avaliação</b>  (primeira avaliação-1ª)</p>	<p><b>Segundo Momento da avaliação</b>  (segunda avaliação-2ª)</p>
<p><b>Resposta 1: recebe esforço.</b></p>	<p>“A dar a pancada, o livro mexe-se.” E3,1ª e 2ª avaliações</p> <p>“Tem a ver com a força que é exercida sobre o livro.”E1,1ª avaliação</p>	<p>“A dar a pancada o livro mexe-se.” E3, 1ª e 2ª avaliações</p> <p>“Ao darmos uma pancada no livro ele mexe-se... deu-se</p>

**As concepções alternativas e a mudança conceptual no ensino da Física-Mecânica: alunos com dificuldades de aprendizagem a frequentar o 9º ano numa escola do Concelho do Funchal**

	<p>“Ao dar-nos uma pancada no livro ele mexe-se... deu-se uma pancada e ele movimentou-se.”E3,1ª e 2ª avaliações</p> <p>“Devido à força que era exercida sobre o livro. Se não houvesse nenhuma força o livro não se deslocaria”E14,1ªavaliação</p> <p>“Era a força exercida pela nossa habilidade. Ao bater no livro iria bater até o ponto A”E6, E16,1ª avaliação</p> <p>“Eu apliquei uma força sobre o livro e ele movimentou-se.” E16,1ª e 2ª avaliações</p> <p>“Porque nós demos um empurrão e ele deslocou-se.”E12,1ª e 2ª avaliações</p>	<p>uma pancada e ele movimentou-se.”E3,1ª e 2ª avaliações</p> <p>“Ao dar-nos uma pancada no livro ele mexe-se... deu-se uma pancada e ele movimentou-se”E5,2ª avaliação</p> <p>“Eu apliquei uma força sobre o livro e ele movimentou-se.” E16,1ª e 2ª avaliações</p> <p>“Porque nós demos um empurrão e ele deslocou-se.” E12,1ª e 2ª avaliações</p>
--	---	--

**As concepções alternativas e a mudança conceptual no ensino da Física-Mecânica: alunos com dificuldades de aprendizagem a frequentar o 9º ano numa escola do Concelho do Funchal**

	<p>“Nesta situação o livro movia-se.” E8,1ª avaliação</p> <p>“O livro sofreu uma força e graças a essa força o livro moveu-se de um ponto para outro.”E5,1ª avaliação</p> <p>“Isto aconteceria porque a força aplicada no livro iria o fazer deslocar.”E6,1ª avaliação</p> <p>“O livro recebeu uma pancada e foi até o ponto A.” E12,1ª avaliação</p>	<p>“A força feita no livro irá fazer este deslocar.” E10,2ª avaliação</p>
<p><b>Resposta 2:</b></p> <p><b>2ª Lei de Newton</b></p> <p>→</p>	<p>NOTA: Nenhum aluno respondeu a esta</p>	<p>“Deve-se ao movimento uniformemente</p>

As concepções alternativas e a mudança conceptual no ensino da Física-Mecânica: alunos com dificuldades de aprendizagem a frequentar o 9º ano numa escola do Concelho do Funchal

<p><b>F=massa (m) × aceleração (<math>\vec{a}</math>)</b>  <b>(resposta cientificamente correta)</b></p>	<p>resposta.</p>	<p>retardado que o livro irá ter e consequentemente a aceleração negativa.” E11,2ª avaliação</p> <p>“Deve-se ao movimento uniformemente retardado que o livro irá ter e consequentemente a aceleração negativa, devido à segunda lei de Newton em que a força resultante é diferente de zero.” E7,2ª avaliação</p> <p>“Devido à força resultante que aplicamos no livro.”E17, 2ª avaliação</p>
--	------------------	--

As concepções alternativas e a mudança conceptual no ensino da Física-Mecânica: alunos com dificuldades de aprendizagem a frequentar o 9º ano numa escola do Concelho do Funchal

		<p>“A velocidade diminui devido ao atrito com a mesa, provocando a diminuição da velocidade e a aceleração negativa.” E18, 2ª avaliação</p> <p>“Porque o movimento é retardado.” E19, 2ª avaliação</p>
<p><b>Resposta 3: a força de atrito.</b> (resposta parcialmente correta)</p>	<p>“O livro arrastou-se... devido à superfície plana, porque se a superfície fosse crespa não se movimentava.” E4, 1ª e 2ª avaliações</p> <p>“Devido a superfície do livro e da mesa.”E61ª e 2ª avaliações</p>	<p>“O livro arrastou-se... devido à superfície plana, porque se a superfície fosse crespa não se movimentava.” E4, 1ª e 2ª avaliações</p> <p>“Devido à</p>

**As concepções alternativas e a mudança conceptual no ensino da Física-Mecânica: alunos com dificuldades de aprendizagem a frequentar o 9º ano numa escola do Concelho do Funchal**

	<p>“Iria mover-se até ao ponto A devido à força de atrito.” E5, 1ª e 2ª avaliações</p>	<p>superfície do livro e da mesa.” (E6,2ª avaliação).</p> <p>“Iria mover-se até o ponto A devido à força de atrito.” E5,1ª e 2ª avaliações</p>
<p><b>Problema 1 – O livro: situação problemática – “livro C”– Imagina que agora dávamos outra pancada no livro de tal modo que ele avançava para além do tampo da mesa. Descreva e explique o que aconteceria agora.</b></p>		
<p><b>Unidade de registo</b></p>		
<p><b>Formal</b></p>	<p><b>Texto escrito das respostas dos alunos</b></p>	
	<p><b>Primeiro Momento (primeira avaliação-1ª)</b></p>	<p><b>Segundo Momento (segunda avaliação-2ª)</b></p>
<p><b>Resposta 1: sem suporte.</b></p>	<p>“O livro caía no chão.” E3,1ª avaliação.”</p> <p>“Isto deve-se... devido ao livro ter</p>	<p>“O livro cai no chão porque não havia mais</p>

**As concepções alternativas e a mudança conceptual no ensino da Física-Mecânica: alunos com dificuldades de aprendizagem a frequentar o 9º ano numa escola do Concelho do Funchal**

	<p>uma superfície plana... e deixa de ter.” E4, 1ª avaliação.</p> <p>“O livro cairia do tampo da mesa para o chão porque estava muito na beira.” E6, 1ª avaliação.</p> <p>“É a força... caía.” E7,1ª avaliação</p> <p>“O livro caía no chão.” E3, 1ª avaliação</p>	<p>espaço para se deslocar.”E1, 2ª avaliação.</p> <p>“O livro, ao sair do tampo da mesa, irá cair.” E6, 2ª avaliação.</p> <p>“Deslocava-se... caía no chão.” E15, 2ª avaliação</p> <p>“O livro iria cair, pois não iria ter uma base para se posicionar.” E14, 2ª avaliação</p>
<b>Resposta 2 : efeito da força (movimento).</b>	“O livro deslocava-se.” E15,1ª avaliação	
<b>Resposta 3: força de atrito (superfície de contato).</b>	“A força de atrito da mesa irá ser inferior à força aplicada no livro.”	

As concepções alternativas e a mudança conceptual no ensino da Física-Mecânica: alunos com dificuldades de aprendizagem a frequentar o 9º ano numa escola do Concelho do Funchal

<p>(resposta parcialmente correta).</p>	<p>E5,1ª avaliação</p> <p>(Antes do ensino formal)</p>	
<p><b>Resposta 4: peso-gravidade terrestre.</b></p> <p>(resposta parcialmente correta)</p>	<p>“Por causa da gravidade, o livro iria cair ao chão.” E12, 1ª avaliação</p> <p>“O livro caía no chão ...porque há... gravidade.” E16, 1ª avaliação</p> <p>“O livro cairia no chão pela lei da gravidade, relacionada com as leis de Newton.” E9,1ª avaliação</p> <p>“Cairia, pois a força de gravidade puxa as coisas para baixo.” E3, 1ª avaliação</p> <p>“O livro caía... porque a pancada</p>	<p>“Ele iria cair para baixo devido a teoria da gravidade” E1,2º avaliação.</p> <p>“O livro cai devido a teoria da gravidade.” E14, 2ª avaliação</p> <p>“Segundo a gravidade, como o livro estaria fora da mesa, iria ser atraído pela gravidade da terra.” E10, 2ª avaliação</p> <p>“Por causa da gravidade, o livro iria cair ao chão.” E12, 1ª avaliação</p> <p>“O livro caía no chão ...porque há... gravidade.” E16,1ª avaliação</p> <p>“O livro cairia no chão pela lei da gravidade, relacionadas com as leis de Newton.” E9,1ª avaliação</p>

**As concepções alternativas e a mudança conceptual no ensino da Física-Mecânica: alunos com dificuldades de aprendizagem a frequentar o 9º ano numa escola do Concelho do Funchal**

	<p>foi forte e pela lei da gravidade.” E11,1ª avaliação.</p>	
<p><b>Resposta 5: (2ª) segunda lei de Newton.</b></p> <p>→ <b>F = massa (m) × aceleração (a)</b></p> <p>(resposta cientificamente correta)</p>		<p>“A queda com movimento acelerava o livro.” E3, 2ª avaliação</p> <p>“O livro iria se mexer, iria descer verticalmente.” E8, 1ª avaliação</p> <p>“A queda é uma trajetória parabólica, vertical acelerado, considerando a resistência do ar.” E7, 2ª avaliação</p>
<p><b>Resposta 6 : trajetórias (curvilínea).</b></p>		<p>“A queda é uma trajetória parabólica, vertical acelerado, considerando a resistência do ar.” E7,2ª avaliação.</p>

**Tema**

As concepções alternativas no ensino da Mecânica.

**Categoria**

As leis de Newton (leis universais sobre o movimento).

**Subcategoria**

Movimento dos corpos - movimento das esferas (situação A e B)

**Tabela 4** -Movimento das esferas (situação A e B)

<b>Problema 2 - As esferas: situação problemática “esferas A” - Considere duas esferas, uma de ferro e a outra de madeira, ambas maciças e com o mesmo tamanho. Descreva e explique o que acontece se as duas esferas forem largadas da mesma altura no ar.</b>		
<b>Unidade de registo</b>		
<b>Formal</b>	<b>Texto escrito das respostas dos alunos</b>	
	<b>Primeiro Momento (primeira avaliação-1ª)</b>	<b>Segundo Momento (segunda avaliação-2ª)</b>
<b>Resposta 1: cai primeiro a esfera de ferro.</b>	“A de ferro chegará mais depressa ao chão do que a da madeira. A de ferro	“A de ferro caía primeiro que a de madeira.” E 15, 2 avaliação

**As concepções alternativas e a mudança conceptual no ensino da Física-Mecânica: alunos com dificuldades de aprendizagem a frequentar o 9º ano numa escola do Concelho do Funchal**

	<p>é mais pesada.” E10, 1ª avaliação</p> <p>“Penso que a de ferro seria mais depressa a cair que a de madeira.” E16, 1ª e 2ª avaliações</p> <p>“A de ferro vai cair primeiro no chão, porque a de ferro é mais pesada que a de madeira.” E16, 1ª avaliação</p> <p>“A de ferro cai mais depressa porque é mais pesada.” E12, 1ª e 2ª avaliações</p> <p>“A de ferro irá cair mais depressa no chão porque é mais pesada.” E5, 1ª avaliação</p>	<p>“Se as esferas fossem largadas na mesma altura no ar, a de ferro tem mais massa, cairia mais depressa que a de madeira.” E6, 2ª avaliação</p> <p>“A de ferro cai primeiro que a da madeira. O ferro é mais pesado que a madeira, é a ei da gravidade.” E5, 2ª avaliação</p> <p>“A esfera de ferro iria cair mais rápido.” E1, 2ª avaliação</p> <p>“ Iriam cair... talvez a de ferro mais depressa do que a da madeira, porque é mais pesada.” E10, 2ª avaliação</p>
--	--	--

<p><b>Resposta 2: cai primeiro a esfera de madeira.</b></p>	<p>“Caem a alta velocidade, mas a que cai mais depressa é a mais pesada.” E15, 1ª e 2ª avaliações</p> <p>“A de ferro cai mais depressa que a de madeira.” E6,1ª e 2ª avaliações</p> <p>“A de ferro cai mais depressa que a de madeira.” E1, 1ª e 2ª avaliações</p> <p>“A madeira é mais leve que o ferro iria cair primeiro a esfera de madeira.” E9,1ª avaliação</p>	<p>“Caem a alta velocidade, mas a que cai mais depressa é a mais pesada.” E15, 1ª e 2ª avaliações</p> <p>“A de ferro cai mais depressa que a de madeira.” E1, 1ª e 2ª avaliações</p> <p>“Uma tem que cair mais depressa que a outra... a madeira é mais leve.” E14,1ª avaliação</p>
---	---	---

<p><b>Resposta 3: as esferas ficam suspensas.</b></p>	<p>“A esfera de madeira cai mais depressa que a de ferro.” E2,1ª avaliação</p> <p>“A gravidade, por exemplo, no espaço estão paradas porque não existe gravidade ou se não os planetas caíam para baixo. Isto acontece igualmente nas bolas dentro do tubo.” E1, 1ª e 2ª avaliações</p>	<p>“A gravidade, por exemplo, no espaço estão paradas porque não existe gravidade ou se não os planetas caíam para baixo. Isto acontece igualmente nas bolas dentro do tubo.” E1, 1ª e 2ª avaliações</p>
<p><b>Resposta 4:</b></p> <p>(2ª) Segunda lei de Newton- <math>\vec{P} = \text{massa} \times \text{aceleração gravítica} \vec{g}</math>.</p>	<p>zero 0</p>	<p>“Depende das forças com quem são lançadas.” E11, 2ª avaliações</p>

**As concepções alternativas e a mudança conceptual no ensino da Física-Mecânica: alunos com dificuldades de aprendizagem a frequentar o 9º ano numa escola do Concelho do Funchal**

		<p>“Quanto menor o tempo de queda, maior é a aceleração gravítica das esferas.” E3, 2ª avaliação</p>
--	--	--

<p><b>Problema 2 – As esferas: situação problemática “esferas B” - Considere duas esferas, uma de ferro e a outra de madeira, ambas maciças e com o mesmo tamanho. Descreva e explique o que acontece se as duas esferas forem largadas da mesma altura na ausência de ar.</b></p>		
<p><b>Unidade de registo</b></p>		
<p><b>Formal</b></p>	<p><b>Texto escrito das respostas dos alunos</b></p>	
<p><b>Resposta 1: queda das esferas em simultâneo.</b></p>	<p><b>Primeiro (primeira Momento avaliação-1ª)</b></p>	<p><b>Segundo Momento (segunda avaliação-2ª)</b></p>
		<p>“As duas esferas caíam ao mesmo tempo, porque não existe resistência</p>

**As concepções alternativas e a mudança conceptual no ensino da Física-Mecânica: alunos com dificuldades de aprendizagem a frequentar o 9º ano numa escola do Concelho do Funchal**

	<p>“As duas esferas caíam ao mesmo tempo, porque não há resistência do ar e ambas têm o mesmo peso.” E9, 1ª e 2ª avaliações</p> <p>“As esferas caíam ao mesmo tempo na ausência de ar ou resistência do ar.” E19, 1ª e 2ª avaliações</p> <p>“As duas esferas caíam ao mesmo tempo, porque não há ar, nem força gravítica.” E5, 1ª avaliação</p> <p>“As duas esferas caíam ao mesmo tempo, como não tem ar, nem gravidade.” E10, 1ª avaliação</p>	<p>do ar, nem gravidade. E se não há gravidade não há peso.” E5,2.</p> <p>“As duas esferas caíam ao mesmo tempo, porque não há resistência do ar e ambas têm o mesmo peso.” E9, 1ª e 2ª avaliações</p> <p>“As esferas caíam ao mesmo tempo na ausência de ar ou resistência do ar.” E19, 1ª e 2ª avaliações</p> <p>“Cairiam ao mesmo tempo e chegariam ao chão ao mesmo tempo pela Lei da Física.” E3, 1ª e 2ª avaliações</p>
--	--	---

**As concepções alternativas e a mudança conceptual no ensino da Física-Mecânica: alunos com dificuldades de aprendizagem a frequentar o 9º ano numa escola do Concelho do Funchal**

<p><b>Resposta 2: cai primeiro a esfera de ferro.</b></p>	<p>“Cairiam ao mesmo tempo e chegariam ao chão ao mesmo tempo pela lei da Física.” E3, 1ª e 2ª avaliações</p> <p>“As duas bolas deslizariam pelo tubo abaixo.” E6, 1ª avaliação</p> <p>“As duas esferas caíam ao mesmo tempo, como não tem ar, nem gravidade.” E10, 1ª avaliação</p> <p>“A de ferro chegará mais depressa ao chão</p>	<p>“Caíam as duas com a mesma gravidade.” E7, 2ª avaliação</p> <p>“As duas esferas caíam ao mesmo tempo, porque não existe resistência do ar, nem gravidade. E se não há gravidade não há peso.” E5, 2ª avaliação</p> <p>“As duas esferas caíam ao mesmo tempo. Dentro de um tubo sem ar.” E6, 2ª avaliação</p> <p>“Não havia gravidade, as esferas caem ao mesmo tempo.” E14, 2ª avaliação</p> <p>“A de ferro chegará mais depressa ao chão do que a de madeira.” E10, 1ª e 2ª avaliações</p> <p>“A de ferro caía mais depressa,</p>
---	---	---

**As concepções alternativas e a mudança conceptual no ensino da Física-Mecânica: alunos com dificuldades de aprendizagem a frequentar o 9º ano numa escola do Concelho do Funchal**

	<p>do que a de madeira.” E10, 1ª e 2ª avaliações</p> <p>“A de ferro caía mais depressa, porque é mais pesada.” E1, 2ª avaliação</p> <p>“A de ferro cai mais depressa que a de madeira.” E11, 1ª e 2ª avaliações</p> <p>“ a) A de ferro ia chegar primeiro, porque a de ferro tem mais peso que a de madeira, que é mais leve.” E16, 1ª e 2ª avaliações</p> <p>“A de ferro cai mais depressa que a de madeira.” E11, 1ª avaliação</p>	<p>porque é mais pesada” E1, 2ª avaliação</p> <p>“A de ferro cai mais depressa que a de madeira.” E11, 1ª e 2ª avaliações</p> <p>“A de ferro ia chegar primeiro, porque a de ferro tem mais peso que a de madeira, que é mais leve.” E16, 1ª e 2ª avaliações</p> <p>“A de ferro cai mais depressa que a de madeira.” E11, 2ª avaliação</p>
--	--	--

**As concepções alternativas e a mudança conceptual no ensino da Física-Mecânica: alunos com dificuldades de aprendizagem a frequentar o 9º ano numa escola do Concelho do Funchal**

<b>Resposta 3: esferas suspensas.</b>		“Como não existe ar as bolas, iriam ficar retidas.” E10, 2ª avaliação
<b>Resposta 4: 2ª lei de Newton – <math>\vec{P} = \text{massa} \times \text{aceleração gravítica } (\vec{g})</math>.</b>		“As esferas, num tubo sem ar ou resistência do ar, tinham um menor tempo de queda.” E15, 2ª avaliação

**Tema**

As concepções alternativas no ensino da Mecânica.

**Categoria**

As leis de Newton (leis universais sobre o movimento).

**Subcategoria**

Movimento dos corpos – **movimento da moeda (situação A e B)**

**Tabela 5** - Movimento da moeda (situação A e B)

Problema 3 – Problema do lançamento da moeda (moeda A).

**A figura representa a trajetória seguida por uma moeda que é lançada ao ar na vertical, deixando a moeda no ponto A atingindo máximo D, caindo verticalmente e sendo apanhada no ponto F.**

**Explique porque é que a moeda sobe até o ponto D e só até esse ponto.**

**Em que se baseou para dar essa resposta? Como chegou a essa conclusão?**

**Descreva a velocidade da moeda durante a subida.**

**Em que se baseou para chegar a essa resposta? Como chegaste a essa conclusão?**

**Unidade de Registo**

**Texto escrito das respostas dos alunos**

As concepções alternativas e a mudança conceptual no ensino da Física-Mecânica: alunos com dificuldades de aprendizagem a frequentar o 9º ano numa escola do Concelho do Funchal

Formal	Primeiro Momento (primeira avaliação-1ª)	Segundo Momento (segunda avaliação-2ª)
<p><b>Resposta1: intensidade de uma força.</b></p>	<p>“Por causa da nossa força. Se ultrapassarmos a força com que é lançada ela subiria para além do ponto D, mas como foi lançada com menos força ela fica no ponto D.” E 10, 1ª avaliação.</p> <p>“Porque eles mandaram com força suficiente para chegar a esse ponto.” E15,1ª avaliação.</p> <p>“Depende da força com que atiramos.” E3,1ª avaliação.</p> <p>“Quanto mais força dermos na moeda mais alto ela vai.” E 16,1ª e</p>	<p>“Ela sobe devido a força.” E7, 2ª avaliação.</p> <p>“Depende da força com que atiramos.” E3,1ª avaliação.</p> <p>“Quanto mais força dermos na moeda mais alto ela vai.” E 16,1ª e 2ª avaliações</p>

As concepções alternativas e a mudança conceptual no ensino da Física-Mecânica: alunos com dificuldades de aprendizagem a frequentar o 9º ano numa escola do Concelho do Funchal

	2ª avaliações.	
<b>Resposta 2: o aumento da velocidade.</b>	“Durante a subida a moeda aumenta de velocidade.” E 11, 1ª e 2ª avaliações	“Durante a subida a moeda aumenta de velocidade.” E 11, 1ª e 2ª avaliações
<b>Resposta 3: diminuição da velocidade.</b>	“A velocidade diminui.” E1,1ª avaliação e 2ª avaliação	“A velocidade diminui.” E 1, 1ª e 2ª avaliação
<b>Resposta 4 : diminuição da intensidade da força.</b>	“Porque a força dada a moeda só chega até esse ponto.” E 15,1ª avaliação  “Se chegou até o ponto D porque a força é menor.” E2,1ª avaliação	“A moeda só sobe até o ponto D devido à força, se a força fosse maior ela subiria até um ponto maior.” E 14, 2ª avaliação  “Manda-se para cima e

As concepções alternativas e a mudança conceptual no ensino da Física-Mecânica: alunos com dificuldades de aprendizagem a frequentar o 9º ano numa escola do Concelho do Funchal

<p><b>Resposta 5 : força gravítica-peso.</b> <b>(resposta parcialmente correta)</b></p>	<p>“Manda-se para cima e depois cai.” E12,1ª e 2ª avaliações</p>	<p>depois cai.” E12,1ª e 2ª avaliações</p> <p>“Como a moeda não tem mais força, não avança mais do que o ponto D.” E19,1ª e 2ª avaliações</p>
	<p>“Porque a força exercida sobre essa moeda só dá para chegar a esse ponto.” E1,1ª avaliação</p>	<p>“Não havia mais força.” E3, 2ª avaliação</p>
	<p>“Porque a força da gravidade não permite subir mais.” E5,1ª avaliação</p>	<p>“Porque a força de gravidade não permitiu.” E5, 2ª avaliação.</p>
	<p>“Sobe até esse ponto porque a gravidade não deixa subir mais.” E4,1ª e 2ª avaliações</p> <p>“A velocidade diminui por causa</p>	<p>“A velocidade diminui por causa da gravidade.” E9,1ª e 2ª avaliações</p> <p>“A gravidade puxa todos os objetos para baixo, e a moeda desloca-se devido à nossa força, mas a velocidade vai diminuindo.” E 10, 2ª</p>

**As concepções alternativas e a mudança conceptual no ensino da Física-Mecânica: alunos com dificuldades de aprendizagem a frequentar o 9º ano numa escola do Concelho do Funchal**

<p><b>Resposta 6: resistência do ar.</b> (resposta parcialmente correta)</p>	<p>da gravidade.” E9, 1ª e 2ª avaliações</p> <p>“A gravidade puxa todos os objetos para baixo, e a moeda desloca-se devido à nossa força, mas a velocidade vai diminuindo.” E 10, 2ª avaliação</p> <p>“A velocidade diminui.” E 11, 1ª e 2ª avaliações</p>	<p>avaliação.</p> <p>“A velocidade diminui.” E 11, 1ª e 2ª avaliações</p> <p>“A moeda sobe até o ponto D devido à força de gravidade exercida sobre ela.” E14, 2ª avaliação</p> <p>“Porque é a força da gravidade.” E 15, 2ª avaliação</p> <p>“O peso do objeto e a resistência do ar.” E3, 2ª avaliação</p> <p>“Por causa da força exercida pelo ar. A nossa força da moeda para cima seria oposta à força da resistência do ar para baixo, pelo que só alcançaria o ponto D.” E7, 2ª avaliação.</p>
<p><b>Resposta 7:</b></p>		<p>“Ao subir, a moeda diminui a sua velocidade,</p>

<p><b>2ª Lei de Newton</b></p> <p>→  <math>F = \text{massa (m)} \times \text{aceleração (a)}</math>          (resposta cientificamente correta)</p>		<p>é o movimento retilíneo uniformemente retardado, de acordo com a 2ª lei de Newton.” E6, 2ª avaliação</p> <p>“A moeda tem o movimento retilíneo retardado.” E7, 2ª avaliação.</p>
---	--	---

<p><b><u>Problema três: problema do lançamento da moeda (moeda B).</u></b></p> <p><b>Explique porque é que a moeda cai depois de atingir o ponto D. Em que se baseou para chegar essa resposta? Como chegou a essa conclusão? Como sabe que é assim? Descreva o que se passa com a velocidade da moeda durante a descida. Em que se baseou para dar essa resposta? Como chegaste a essa conclusão? Como sabes que é assim?</b></p>		
<p><b>Unidade de Registo</b></p>		
<p><b>Formal</b></p>	<p><b>Texto escrito da resposta dos alunos</b></p>	
	<p><b>Primeiro Momento</b>  (primeira avaliação-1ª)</p>	<p><b>Segundo Momento</b>  (segunda avaliação-2ª)</p>
<p><b>Resposta 1: intensidade da força.</b></p>	<p>“A força exercida sobre</p>	<p>“Quando atingir o ponto D, o máximo começa a</p>

**As concepções alternativas e a mudança conceptual no ensino da Física-Mecânica: alunos com dificuldades de aprendizagem a frequentar o 9º ano numa escola do Concelho do Funchal**

	<p>a moeda só dá para atingir o ponto D.” E1, 1ª avaliação</p> <p>“Quando atingir o ponto D, o máximo começa a cair.” E 11, 1ª e 2ª avaliações</p>	<p>cair.” E 11, 1ª e 2ª avaliações</p>
<p><b>Resposta 2: peso (força gravítica).</b> (resposta parcialmente correta)</p>	<p>“Durante a descida a moeda ganha força de gravidade, porque a gravidade atrai os objetos para a superfície da terra.” E5,1ª avaliação</p> <p>“Ao ponto D a gravidade puxa para baixo.”</p>	<p>“Durante a descida a gravidade faz com que a moeda ganhe velocidade.” E 5, 2ª avaliação</p> <p>“Ao ponto D a gravidade puxa para baixo.” E1, 2ª avaliação</p> <p>“Ao atingir o ponto D cai devido à gravidade.”</p>

As concepções alternativas e a mudança conceptual no ensino da Física-Mecânica: alunos com dificuldades de aprendizagem a frequentar o 9º ano numa escola do Concelho do Funchal

	E1, 2ª avaliação	E14, 2ª avaliação
<b>Resposta 3: aumento da velocidade.</b>	<p>“Como a moeda não tem mais força, não avança mais do que o ponto D. A velocidade aumenta a partir do D.” E19, 1ª e 2ª avaliações</p> <p>“Durante a queda a velocidade aumenta a partir de D.” E3,1ª e 2ª avaliações</p> <p>“Durante a</p>	<p>“Ganha mais força, ganha mais velocidade.” E 15, 2ª avaliação</p> <p>“Como a moeda não tem mais força, não avança mais do que o ponto D. A velocidade aumenta a partir do D.” E19, 1ª e 2ª avaliações</p> <p>“Durante a queda a velocidade aumenta á partir de D.” E3,1ª e 2ª avaliações</p> <p>“Durante a descida a velocidade aumenta.” E 10, 1ª e 2ª avaliações</p> <p>“Durante a descida</p>

**As conceções alternativas e a mudança conceptual no ensino da Física-Mecânica: alunos com dificuldades de aprendizagem a frequentar o 9º ano numa escola do Concelho do Funchal**

	<p>descida a velocidade aumenta.” E 10, 1ª e 2ª avaliações</p> <p>“Durante a descida a aumenta a velocidade.” E5, 1ª e 2ª avaliações</p> <p>“A velocidade da moeda durante a descida aumenta.” E 15,1ª avaliação</p> <p>“A moeda cai mais depressa ao chegar ao ponto D. A velocidade é maior na queda.” E2, 1ª e 2ª avaliações</p> <p>“Durante a queda a velocidade aumenta a</p>	<p>aumenta a velocidade.” E5, 1ª e 2ª avaliações</p> <p>“A moeda cai mais depressa ao chegar ao ponto D. A velocidade é maior na queda.” E2,1ª avaliação e 2ª avaliação</p> <p>“Ganha mais força, ganha mais velocidade.” E 15, 2ª avaliação</p> <p>“Como a moeda não tem mais força, não avança mais do que o ponto D. A velocidade aumenta a partir do D.” E19,1, 2</p> <p>“Durante a descida aumenta a velocidade.” E5,1, 2</p> <p>“A velocidade da moeda durante a descida aumenta” E 15, 1ª e 2ª avaliações</p>
--	--	--

As concepções alternativas e a mudança conceptual no ensino da Física-Mecânica: alunos com dificuldades de aprendizagem a frequentar o 9º ano numa escola do Concelho do Funchal

	<p>partir de D”E3, 1ª e 2ª avaliações</p> <p>“Durante a descida a velocidade aumenta.” E 10, 1ª e 2ª avaliações</p> <p>“Durante a descida aumenta a velocidade.” E5, 1ª e 2ª avaliações</p> <p>“A velocidade da moeda durante a descida aumenta.” E 15, 1ª e 2ª avaliações</p>	
<p><b>Resposta 4: 2ª lei de Newton <math>\vec{F} = \text{massa (m)} \times \text{aceleração } (\vec{a})</math>.</b></p> <p><b>(resposta cientificamente correta)</b></p>		<p>“Durante a descida a velocidade aumenta, corresponde ao</p>

**As concepções alternativas e a mudança conceptual no ensino da Física-Mecânica: alunos com dificuldades de aprendizagem a frequentar o 9º ano numa escola do Concelho do Funchal**

		<p>movimento retilíneo uniformemente acelerado.” E6, 2ª avaliação</p> <p>“A moeda tem um movimento retilíneo uniformemente acelerado durante a descida, consequentemente a velocidade aumenta.” E7, 2ª avaliação.</p> <p>“Porque perde força ao cair, pela lei da gravidade, assim sendo a velocidade aumenta, fica o movimento retilíneo uniformemente acelerado.” E 9,1ª e 2ª avaliações</p> <p>“A velocidade da moeda durante a descida é o movimento retilíneo acelerado.” E14, 2ª avaliação.</p> <p>“Porque perde força ao cair, pela lei da gravidade, assim sendo a velocidade aumenta,</p>
--	--	--

**As concepções alternativas e a mudança conceptual no ensino da Física-Mecânica: alunos com dificuldades de aprendizagem a frequentar o 9º ano numa escola do Concelho do Funchal**

		fica o movimento retilíneo uniformemente acelerado.” E 9, 1ª e 2ª avaliações
--	--	--

**Tema**

As concepções alternativas no ensino da Mecânica.

**Categoria**

As leis de Newton (leis universais sobre o movimento).

**Subcategoria**

Movimento dos corpos – **movimento da nave espacial (situação A, B e C)**

**Tabela 6 - Movimento da nave espacial (situação A, B e C)**

<u>Problema 4: Problema da nave (nave A)</u>		
<p><b>Uma nave espacial com quatro motores, K, L, M, N, dispostos de acordo como na figura 1, encontra-se numa região do espaço onde não há atmosfera e não se sente a ação de qualquer planeta. Pensa que a nave pode deslocar-se nesta região do espaço.</b></p> <p><b>Em que se baseou para dar essa resposta? Como chegou a essa conclusão? Como sabes que é assim?</b></p>		
<b>Unidade de Registo</b>		
<b>Formal</b>	<b>Texto escrito das respostas dos alunos</b>	
	<b>Primeiro Momento</b>  (Primeira avaliação-1ª)	<b>Segundo Momento</b>  (Segunda avaliação-2ª)

As concepções alternativas e a mudança conceptual no ensino da Física-Mecânica: alunos com dificuldades de aprendizagem a frequentar o 9º ano numa escola do Concelho do Funchal

<p><b>Resposta 1: a direção do movimento da nave.</b></p>	<p>“Sim, o motor N porque é o único motor que faz com que a nave se movimente da esquerda para a direita.” E5,1ª avaliação</p>	
<p><b>Resposta 2: primeira lei de Newton - lei da inércia.</b>  (resposta cientificamente correta)</p>		<p>“Se uma nave estiver em repouso continuará em repouso e se a nave estiver em movimento continuará em movimento e corresponde ao movimento rectilíneo uniforme-m.r.u, sendo a velocidade constante.” E3, 2ª avaliação.</p>
<p><b>Resposta 3: a nave flutua no espaço.</b></p>	<p>“Pode, a gravidade.” E7,1ª avaliação.  “A nave flutua.” E12, 1ª e 2ª avaliações  “Sim a nave flutua.” E3, 1ª e 2ª avaliações</p>	<p>“A nave flutua.” E12, 1ª e 2ª avaliações  “Sim, a nave flutua.” E3, 1ª e 2ª avaliações  “Flutua...” E12,1ª e 2ª avaliações  “Pode flutuar.” E15,1ª avaliação e 2ª avaliação.</p>

**As concepções alternativas e a mudança conceptual no ensino da Física-Mecânica: alunos com dificuldades de aprendizagem a frequentar o 9º ano numa escola do Concelho do Funchal**

	<p>2ª avaliações</p> <p>“Flutua...” E12,1ª e 2ª avaliações</p> <p>“Pode flutuar.” E15, 1ª e 2ª avaliações</p> <p>“Pode... porque a nave flutua... aquilo voa... porque vi em filmes.” E12, 1ª e 2ª avaliações</p> <p>“Pode estar como pode não estar. Pode estar porque os motores proporcionam força e pode não estar, pois a gravidade pode levar de um ponto para outro.” E6, 1ª e 2ª avaliações</p> <p>“Pode flutuar com a gravidade... eh,</p>	<p>“Pode... porque a nave flutua... aquilo voa... porque vi em filmes.” E12, 1ª e 2ª avaliações</p> <p>“Pode estar, como pode não estar. Pode estar porque os motores proporcionam força e pode não estar, pois a gravidade pode levar de um ponto para outro.” E6, 1ª e 2ª avaliações</p> <p>“Pode flutuar com a gravidade... eh, eh... não sei.” E7,1ª e 2ª avaliações</p> <p>“A nave flutua.” E14, 1ª e 2ª avaliações</p> <p>“Pode flutuar... não sei.” E10, 1ª e 2ª avaliações</p>
--	---	--

**As concepções alternativas e a mudança conceptual no ensino da Física-Mecânica: alunos com dificuldades de aprendizagem a frequentar o 9º ano numa escola do Concelho do Funchal**

	<p>eh... não sei.” E7, 1ª e 2ª avaliações</p> <p>“A nave flutua” E14,1ª e 2ª avaliações</p> <p>“Pode flutuar... não sei.” E10, 1ª e 2ª avaliações</p>	
<p><b>Resposta 4: a nave movimentada-se.</b></p>	<p>“Sim, pelos motores... pelo enunciado... todos os motores fazem andar.” E1,1ª e 2ª avaliações</p> <p>“Sim, o que eu pude concluir no espaço, por causa da gravidade e dos motores em funcionamento.” E14, 1ª e 2ª avaliações</p>	<p>“Sim, pelos motores... pelo enunciado... todos os motores fazem andar.” E1, 1ª e 2ª avaliações</p> <p>“Sim, o que eu pude concluir no espaço, por causa da gravidade e dos motores em funcionamento.” E14, 1ª e 2ª avaliações</p> <p>“Pode estar como pode não estar. Pode estar porque os motores proporcionam força e pode não estar, pois a</p>

**As concepções alternativas e a mudança conceptual no ensino da Física-Mecânica: alunos com dificuldades de aprendizagem a frequentar o 9º ano numa escola do Concelho do Funchal**

	<p>“Pode estar como pode não estar. Pode estar porque os motores proporcionam força e pode não estar, pois a gravidade pode levar de um ponto para outro.” E6, 1ª e 2ª avaliações</p> <p>“Sim, devido aos motores que faz uma força para se deslocar. Os motores empurram para frente.” E9, 1ª e 2ª avaliações; E1, 1ª e 2ª avaliações</p> <p>“Pode porque tem todos os motores a deslocar numa velocidade extraordinárias, baseie-me na potência de cada um dos motores.”</p>	<p>gravidade pode levar de um ponto para outro.” E6, 1ª e 2ª avaliações</p> <p>“Sim, devido aos motores que faz uma força para se deslocar. Os motores empurram para frente.” E9, 1ª avaliação e 2ª avaliação; E1, 1ª e 2ª avaliações</p> <p>“Pode porque tem todos os motores a deslocar numa velocidade extraordinárias, baseie-me na potência de cada um dos motores.” E4, 1ª e 2ª avaliações</p> <p>“Com quatro motores expostos na figura é óbvio que a nave vai-se movimentar.” E16, 1ª e 2ª avaliações</p> <p>“Sim claro, devido aos motores que a nave tem... não tinha tanta</p>
--	--	---

**As concepções alternativas e a mudança conceptual no ensino da Física-Mecânica: alunos com dificuldades de aprendizagem a frequentar o 9º ano numa escola do Concelho do Funchal**

	<p>E4, 1ª e 2ª avaliações</p> <p>“Com quatro motores expostos na figura é óbvio que a nave vai-se movimentar.”</p> <p>E16, 1ª e 2ª avaliações</p> <p>“Sim claro, devido aos motores que a nave tem... não tinha tanta velocidade, como se tivesse os quatro motores.”</p> <p>E9, 1ª e 2ª avaliações</p> <p>“Pode... na força dos motores que têm força própria e conseguem impulsionar a nave.” E3,1ª avaliação</p>	<p>velocidade, como se tivesse os quatro motores.” E9, 1ª e 2ª avaliações</p> <p>“Movimenta-se porque todos os motores estão a funcionar.” E19, 1ª e 2ª avaliações</p>
<p><u>Problema 4: Problema da nave (nave B)</u></p>		

<p><b>Imediatamente após o ponto P e durante 10 segundos o motor K é o único motor em funcionamento. O que vai acontecer à nave neste intervalo de tempo? Explica porquê.</b></p>		
<p><b>Unidade de Registo</b></p>		
<p><b>Formal</b></p>	<p><b>Texto escrito das respostas dos alunos.</b></p>	
	<p><b>Primeiro Momento</b>  (Primeira avaliação-1ª)</p>	<p><b>Segundo Momento</b>  (Segunda avaliação-2ª)</p>
<p><b>Resposta 1: trajetória horizontal da nave.</b></p>	<p>“Sim, o motor K, porque vai para a direita... porque o motor funciona.” E1, 1ª avaliação</p>	<p>“Sim, a nave, para se movimentar, precisa do motor K em funcionamento.” E15, 1ª e 2ª avaliações</p>
<p><b>Resposta 2: trajetória vertical da nave.</b></p>	<p>“A nave irá descer.” E5, 1ª e 2ª avaliações</p> <p>“A nave vai descer.” E12, 1ª</p>	<p>“Vai-se deslocar para baixo... com o motor K a funcionar.” E3, 2ª avaliação</p>

**As concepções alternativas e a mudança conceptual no ensino da Física-Mecânica: alunos com dificuldades de aprendizagem a frequentar o 9º ano numa escola do Concelho do Funchal**

	<p>e 2ª avaliações</p> <p>“O motor vai para baixo.” E12, 1ª e 2ª avaliações</p> <p>“Neste intervalo de tempo, a nave vai descer.” E4, 1ª e 2ª avaliações</p> <p>“A nave irá descer em altitude e diminuir a sua velocidade.” E6, 1ª e 2ª avaliações</p> <p>“Diminui a velocidade e vai descendo.” E7, 1ª e 2ª avaliações</p> <p>“Ela vai descer, porque o motor aponta para baixo.” E1, 1ª e</p>	<p>“A nave irá descer.” E5, 1ª e 2ª avaliações</p> <p>“A nave vai descer...” E12, 1ª e 2ª avaliações</p> <p>“O motor vai para baixo.” E12, 1ª e 2ª avaliações</p> <p>“Neste intervalo de tempo, a nave vai descer.” E4,1, 2</p> <p>“A nave irá descer em altitude e diminuir a sua velocidade.” E6, 1ª e 2ª avaliações</p> <p>“Diminui a velocidade e vai descendo.” E7, 1ª e 2ª avaliações</p> <p>“A nave irá descer, porque o motor K é assim que o permite.” E3,1ª avaliação</p> <p>“Ela vai descer, porque</p>
--	--	--

As concepções alternativas e a mudança conceptual no ensino da Física-Mecânica: alunos com dificuldades de aprendizagem a frequentar o 9º ano numa escola do Concelho do Funchal

	2ª avaliações	o motor aponta para baixo.” E1, 1ª e 2ª avaliações
<b>Resposta 3: a nave flutua.</b>	“Sim, a nave desloca-se indefinidamente, flutua, por causa da gravidade.” E7, 1ª avaliação	
<b>Resposta 4: a velocidade constante da nave.</b>	“A velocidade da nave é constante quando a nave se movimenta.” E14, 1ª e 2ª avaliações	“A velocidade da nave constante quando a nave se movimenta.” E14, 1ª e 2ª avaliações
<b>Resposta 5: movimenta-se pela força do motor K.</b>	“Sim, o motor K ou, se não, a nave não se deslocava.” E15, 1ª avaliação  “O motor K...” E12, 1ª e 2ª avaliações	“O motor K...” E12, 1ª e 2ª avaliações

As concepções alternativas e a mudança conceptual no ensino da Física-Mecânica: alunos com dificuldades de aprendizagem a frequentar o 9º ano numa escola do Concelho do Funchal

<p><b>Resposta 6: 2ª lei de Newton</b> -  <math>\vec{F} = \text{massa} \times \text{aceleração } (\vec{a})</math>.</p>		<p>“A velocidade aumenta, movimento retilíneo uniformemente acelerado.” E 9, 2ª avaliação</p>
<p><b>Resposta 7: a velocidade da nave diminui.</b></p>	<p>“A velocidade é menor quando um dos motores está a funcionar.” E9, 1ª avaliação</p> <p>“A nave irá descer e diminuir a sua velocidade.” E6, 1ª e 2ª avaliações</p> <p>“Vai diminuir a velocidade... estavam os três motores e apenas um funciona, vai fazer com que a velocidade diminua.” E16,</p>	<p>“A nave irá descer e diminuir a sua velocidade.” E6, 1ª e 2ª avaliações</p> <p>“A velocidade diminui... os três motores pararam e um entre em funcionamento.” E7, 2ª avaliação</p> <p>“Vai diminuir a velocidade... estavam os três motores e apenas um funciona, vai fazer com que a velocidade diminua.” E16, 1ª e 2ª avaliações</p>

**As concepções alternativas e a mudança conceptual no ensino da Física-Mecânica: alunos com dificuldades de aprendizagem a frequentar o 9º ano numa escola do Concelho do Funchal**

	1ª e 2ª avaliações  “A velocidade da nave irá reduzir, por causa dos motores desligados.” E 19, 1ª e 2ª avaliações	“Vai andar com menos velocidade, pois só o motor K está em funcionamento.” E14, 2ª avaliação  “A velocidade da nave irá reduzir, por causa dos motores desligados.” E 19, 1ª e 2ª avaliações
--	--	--

<p><b>Categorização das respostas dos alunos à situação da “nave C” – Imagina que a nave se desloca com velocidade constante passando por dois pontos, D e P, dispostos como mostra a figura 1. Estará algum motor em funcionamento quando a nave se desloca entre os pontos D e P? Explique porquê?</b></p>		
<p><b>Unidade de Registo</b></p>		
<p><b>Formal</b></p>	<p><b>Texto escrito das respostas dos alunos</b></p>	
	<p><b>Primeiro Momento</b>  (Primeira avaliação-1ª)</p>	<p><b>Segundo Momento</b>  (Segunda avaliação-2ª)</p>
<p><b>Resposta1: a nave para imediatamente.</b></p>	<p>“Os motores deixam de funcionar, a nave para e cai.” E7, 1ª e 2ª</p>	<p>“A nave fica parada.”</p>

**As concepções alternativas e a mudança conceptual no ensino da Física-Mecânica: alunos com dificuldades de aprendizagem a frequentar o 9º ano numa escola do Concelho do Funchal**

	avaliações	E15, 1ª e 2ª avaliações
	“A nave fica parada.” E15, 1ª e 2ª avaliações	“A nave fica parada porque não há nenhum motor em funcionamento.” E9, 1ª e 2ª avaliações
	“A nave fica parada porque não há nenhum motor em funcionamento.” E9, 1ª e 2ª avaliações	“A nave fica parada.” E15, 1ª e 2ª avaliações
	“A nave não poderá subir ou descer porque o motor se avariou.” E15, 1ª e 2ª avaliações	“A nave fica parada porque não há nenhum motor em funcionamento.” E9, 1ª e 2ª avaliações
	“A nave vai parar.” E16, 1ª e 2ª avaliações	“A nave fica parada.” E15, 1ª e 2ª avaliações
	“A nave para.” E2, 1ª e 2ª avaliações	“A nave fica parada porque não há nenhum motor em funcionamento.” E9, 1ª e 2ª avaliações

As concepções alternativas e a mudança conceptual no ensino da Física-Mecânica: alunos com dificuldades de aprendizagem a frequentar o 9º ano numa escola do Concelho do Funchal

	<p>“A nave para.” EE12, 1ª e 2ª avaliações</p> <p>“A nave para.” E14, 1ª e 2ª avaliações</p>	<p>“A nave não poderá subir ou descer porque o motor se avariou.” E15, 1ª e 2ª avaliações</p>
<p><b>Resposta 2: a nave flutua no vácuo (ausência de gravidade).</b></p>	<p>“A nave flutua devido a gravidade.” E3, 1ª e 2ª avaliações</p> <p>“A nave flutua no espaço... como não tem atmosfera... não existe nada lá... então flutua.” E1, 2ª avaliação</p> <p>“A nave fica a flutuar fora do espaço, pela gravidade.” E6, 1ª e 2ª avaliações</p>	<p>“A nave flutua devido a gravidade.” E3, 1ª e 2ª avaliações</p> <p>“A nave flutua no espaço... como não tem atmosfera... não existe nada lá... então flutua.” E1, 2ª avaliação</p> <p>“A nave fica a flutuar fora do espaço, pela gravidade.” E6, 1ª e 2ª avaliações</p>
<p><b>Resposta 3: a primeira lei de Newton ou lei da inércia. (resposta cientificamente correta)</b></p>		<p>“Iria ainda deslocar-se porque o corpo ainda tinha movimento, pela inércia irá continuar o movimento.” E10, 2ª</p>

**As concepções alternativas e a mudança conceptual no ensino da Física-Mecânica: alunos com dificuldades de aprendizagem a frequentar o 9º ano numa escola do Concelho do Funchal**

		avaliação
<b>Resposta 4: diminuição da velocidade da nave.</b>	<p>“A velocidade da nave diminui.” E12, 1ª e 2ª avaliações</p> <p>“A nave começa em decadência devido aos motores todos estarem desligados.” E19, 1ª e 2ª avaliações</p>	<p>“A velocidade da nave diminui.” E12, 1ª e 2ª avaliações</p> <p>“A nave começa em decadência devido aos motores todos estarem desligados.” E19, 1ª e 2ª avaliações</p>