

UNIVERSIDADE DE LISBOA
INSTITUTO DE EDUCAÇÃO



LISBOA

UNIVERSIDADE
DE LISBOA

**Abordagem STEM na aprendizagem do centro de massa e momento
linear de sistemas de partículas. Um trabalho com alunos do 12.º ano**

SOFIA AMORIM ALMEIDA CHAMIÇO

Mestrado em Ensino De Física e Química para o 3.º ciclo do Ensino Básico e do
Ensino Secundário

Relatório Da Prática De Ensino Supervisionada Orientado Pela
Professora Doutora Mónica Baptista e Pelo Professor Doutor Rui Agostinho

AGRADECIMENTOS

À Professora Doutora Mónica Baptista, pela total disponibilidade, pelo incentivo, por todo o otimismo que transmitiu durante as nossas conversas e por ser a pessoa incrível que é.

À Professora Cristina Pinho pela disponibilidade com que me recebeu e me acompanhou ao longo deste ano, sendo um apoio no desenvolvimento de toda a investigação. O seu trabalho como professora e todo o carinho que tem com os alunos inspira-me para o meu futuro.

Ao Professor Rui Agostinho pela disponibilidade.

Aos alunos que me aturaram e colaboraram neste estudo sempre com boa disposição e disponibilidade para desenvolver todo o trabalho que lhes propus.

À professora Iva Martins e professora Teresa Conceição pela simpatia, ajuda e acompanhamento ao longo destes dois anos. Através da ajuda e críticas construtivas que proporcionaram foi possível melhorar a nível profissional.

À Soraia, um agradecimento muito especial, por todo o amor e ajuda, por fazer parte dos meus projetos e me incentivar a ser cada vez melhor. Sem ela, o meu amor pelo ensino não seria o mesmo.

Aos meus pais, Ester e João, por estarem sempre presentes e me apoiarem em tudo durante as fases menos boas desta etapa sempre com uma palavra amiga e prontos para me aturarem. Em especial à minha mãe por nunca ter desistido de me incentivar a ser professora.

Aos meus irmãos por serem aqueles que estão lá sempre para me ouvirem a queixar do trabalho, do estudo e dos alunos.

Ao Sérgio por ter sido uma inspiração ao nível do trabalho e uma ajuda preciosa nesta fase da minha vida.

Aos meus amigos por me fazerem ver que os momentos de pausa são importantes e que tudo tem o seu tempo.

Por último, aos meus colegas Luís, Paula e Mafalda por todo o apoio durante a investigação e pelas constantes trocas de ideias que me fizeram crescer como professora.

RESUMO

Este trabalho tem como objetivo examinar a influência do uso duma abordagem STEM na aprendizagem do centro de massa e momento linear de sistemas e conhecer a intenção dos alunos seguirem carreiras científicas. Mais concretamente, pretende-se encontrar respostas para três questões relacionadas com as estratégias de aprendizagem e as dificuldades sentidas pelos alunos quando envolvidos numa abordagem STEM sobre o “centro de massa e momento linear de sistemas de partículas” e com a intenção dos alunos no seguimento de carreiras científicas após estarem envolvidos na abordagem STEM.

O trabalho investigativo é conduzido numa turma de 12.º ano de Física, pertencente a uma escola da área metropolitana de Lisboa. A turma é composta por 18 alunos, 10 do sexo masculino e 8 do sexo feminino. A média de idades ronda os 17 anos. Recorreu-se a uma metodologia mista e usaram-se como instrumentos de recolha de dados: observação participante, documentos escritos e questionário. O questionário usado foi desenvolvido no quadro do projeto GoSTEM (projeto financiado pela FCT, PTDC/CED-EDG/31480/2017). No decorrer da intervenção, foram usadas cinco tarefas divididas STEM. Os contextos das tarefas têm como objetivo interligar os gostos dos alunos e a vida real aos conteúdos a lecionar.

De acordo com os dados obtidos por observação e documentos escritos, os alunos apresentaram algumas dificuldades presentes na literatura utilizando maioritariamente a ajuda dos colegas de grupos para as ultrapassar. Através do questionário concluiu-se que a maioria dos alunos pretende ingressar no Ensino Superior num curso de Engenharia apresentando elevado interesse em questões de engenharia e tecnologia.

Palavras-chave: Educação STEM, Aprendizagem do centro de massa, aprendizagem do momento linear de sistemas de partículas, literacia científica.

ABSTRACT

This work aims to examine the influence of the use of a STEM approach in center of mass and linear momentum of systems learning and to know the students' intention to pursue scientific careers. More specifically, it is intended to find answers to three questions related to learning strategies and the difficulties felt by students when involved in a STEM approach on "center of mass and linear momentum of particle systems" and with the students' intention to pursue scientific careers after being involved in the STEM approach.

The investigative work is carried out in a 12th year Physics class, at a school in the metropolitan area of Lisbon. The class consists of 18 students, 10 males and 8 females. The average age is around 17 years old. A mixed methodology was used, and the following data collection instruments were used: participant observation, written documents and a questionnaire. The questionnaire used was developed within the framework of the GoSTEM project (project funded by FCT, PTDC/CED-EDG/31480/2017). During the intervention, five split STEM tasks were used. The tasks context aims to connect students' tastes and real life to the content to be taught.

According to the data obtained by observation and written documents, the students presented some difficulties present in the literature, mostly using the help of colleagues in groups to overcome them. Through the questionnaire, it was concluded that most students intend to enter Higher Education in an Engineering course, showing a high interest in engineering and technology issues.

Keywords: STEM Education, center of mass learning, linear momentum of particle systems learning, scientific literacy.

ÍNDICE GERAL

Agradecimentos.....	i
Resumo.....	ii
Abstract	iii
Índice de Tabelas.....	ix
Índice de Figuras	xi
Capítulo 1 - Introdução	1
1.1. Organização do trabalho.....	2
Capítulo 2 – Enquadramento Teórico	3
2.1. Educação em Ciência e estratégias de ensino	3
2.1.1. Literacia Científica	4
2.2. Abordagem STEM	6
Capítulo 3 – Unidade de Ensino.....	11
3.1. Fundamentação Didática	11
3.1.1. Enquadramento Curricular	11
3.1.1.1. Esquema organizador	12
3.2. Dificuldades dos alunos sobre o tópico.....	13
3.3. Organização da unidade de ensino	14
3.3.1. Tarefa 1 – Centro de massa	14
3.3.2. Tarefa 2 – Homem resistente a colisões de automóveis.....	16
3.3.3. Tarefa 3 – Desafio do movimento da canoa.....	18
3.3.4. Tarefa 4 – Colisões no bilhar	19
3.3.5. Tarefa 5 – Colisões no Zombilipse.....	21
Capítulo 4 – Métodos e procedimentos	24
4.1. Método de investigação.....	24
4.2. Participantes no estudo	25
4.3. Recolha de dados.....	25

4.3.1. Observação	25
4.3.2. Documentos escritos.....	26
4.3.3. Questionário.....	27
4.4. Análise de dados.....	28
Capítulo 5 – Resultados.....	31
5.1. Dificuldades dos alunos	31
5.1.1. Competências de conhecimento substantivo	31
5.1.2. Competências de conhecimento processual	35
5.1.3. Competências de raciocínio	38
5.1.4. Competências atitudinais.....	39
5.1.5. Articulação STEM.....	41
5.2. Estratégias de aprendizagem	44
5.2.1. Pesquisar informação	45
5.2.2. Colaborar e trabalhar em grupo.....	46
5.2.3. Pedir apoio ao professor	48
5.3. Interesse dos alunos em carreiras científicas.....	50
5.3.1. Fatores contextuais	51
5.3.2. Motivações intrínsecas	52
5.3.3. Motivações extrínsecas	53
Capítulo 6 – Discussão, Conclusão e Reflexão Final.....	56
6.1. Discussão dos Resultados.....	56
6.2. Conclusão	60
6.3. Reflexão Final	61
Referências	64
Apêndices	69
Apêndice A – Planos de aulas	70
Apêndice B – Tarefas	111

Apêndice C – Trabalhos realizados pelos alunos.....	128
Anexos.....	133
Anexo A – Questionário sobre carreiras, interesse e motivação dos alunos em relação a áreas STEM.....	134

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1: Tabela referente aos tópicos e aos objetivos de aprendizagem da primeira tarefa. Os objetivos de aprendizagem estão subdivididos entre a componente de física e as componentes de tecnologia, engenharia e matemática.	14
Tabela 2: Tabela referente aos tópicos e aos objetivos de aprendizagem da segunda tarefa. Os objetivos de aprendizagem estão subdivididos entre a componente de física e as componentes de tecnologia, engenharia e matemática.	16
Tabela 3: Tabela referente aos tópicos e aos objetivos de aprendizagem da terceira tarefa. Os objetivos de aprendizagem estão subdivididos entre a componente de física e as componentes de tecnologia, engenharia e matemática.	18
Tabela 4: Tabela referente aos tópicos e aos objetivos de aprendizagem da quarta tarefa. Os objetivos de aprendizagem estão subdivididos entre a componente de física e as componentes de tecnologia, engenharia e matemática.	19
Tabela 5: Tabela referente aos tópicos e aos objetivos de aprendizagem da quarta tarefa. Os objetivos de aprendizagem estão subdivididos entre a componente de física e as componentes de tecnologia, engenharia e matemática.	21
Tabela 6: Tabela referente à primeira questão de investigação “Quais são as dificuldades sentidas pelos alunos quando envolvidos numa abordagem STEM sobre o “centro de massa e momento linear de sistemas de partículas?” e as respetivas categorias de análise.	28
Tabela 7: Tabela referente à terceira questão de investigação “Qual é a intenção dos alunos seguirem carreiras científicas após estarem envolvidos numa abordagem STEM?” e as respetivas categorias de análise.	29
Tabela 8: Tabela referente à terceira questão de investigação “Qual é a intenção dos alunos seguirem carreiras científicas após estarem envolvidos numa abordagem STEM?” e as respetivas categorias de análise.	30
Tabela 9: Tabela referente às médias e ao desvio padrão de algumas das questões feitas aos alunos no questionário.	54
Tabela 10: Tabela referente à relação entre o vencimento esperado numa área da engenharia e o interesse por carreiras nessa mesma área.	55

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Gráfico da distribuição do interesse dos alunos para seguir carreiras relacionadas com as diferentes áreas.....	51
Figura 2: Gráfico da relação entre o interesse dos alunos por carreiras na área da engenharia e a admiração por quem trabalha na área.....	51
Figura 3: Gráfico da distribuição da preferência dos alunos em relação à sua futura profissão tendo em conta a nota anterior de Física e Química.	52
Figura 4: Gráfico da relação entre o interesse dos alunos por carreiras na área da engenharia e a influencia do sucesso em ciências.	53
Figura 5: Palavras escolhidas pelos alunos relacionadas com Engenharia. ...	54

CAPÍTULO 1 - INTRODUÇÃO

Com a evolução tecnologia e da sociedade nas últimas décadas, os professores precisaram de se adaptar e acompanhar essa evolução nas salas de aula. As abordagens tradicionais não são interessantes para uma geração onde predominam as tecnologias e as redes sociais, sendo que os professores têm de centrar o ensino nos alunos, nos seus gostos e nas suas perspectivas para o futuro. Para isso, deve-se criar ambiente para desenvolver o seu espírito crítico, levando-os a propor estratégias de resolução e avaliar as próprias estratégias (Gonzalez & Kuenzi, 2012). Segundo Vieira e Restivo (2014), cabe ao professor ser criativo e ambicioso e ter vontade de proporcionar aos alunos um ambiente estimulante que promova a continuidade de aprendizagem.

O professor deve então dinamizar as suas aulas depois de tomar conhecimento das preferências, das competências adquiridas previamente e das perspectivas futuras da turma. Ainda baseado nesses conhecimentos, o professor pode adotar diversas abordagens, como as tarefas de investigação e ainda utilizar trabalhos de projeto onde pode incluir a criação de produtos e tarefas autênticas com ligação ao mundo real, valorizando nas avaliações das aprendizagens o trabalho de livre iniciativa, incentivando a interligação meio escolar – comunidade (Martins, et al., 2017).

A educação em STEM (ciência-tecnologia-engenharia-matemática) promove oportunidades aos alunos para aplicarem competências e conhecimentos que vão adquirindo, enquanto resolvem problemas ou projetos (Vasquez, 2014). As abordagens STEM vêm tornar mais interessante o ensino da física e prepará-los para a utilização do que aprenderam em contexto social.

Assim, com este estudo, pretende-se examinar a influência do uso de uma abordagem STEM na aprendizagem de Física sobre o centro de massa e momento linear de sistemas e conhecer a intenção dos alunos seguirem carreiras científicas após o desenvolvimento da abordagem STEM na sala de aula. Mais concretamente, pretende-se encontrar as respostas às seguintes questões:

- Quais são as dificuldades sentidas pelos alunos quando envolvidos numa abordagem STEM sobre o “centro de massa e momento linear de sistemas de partículas”?

- Que estratégias utilizam os alunos para aprender o tópico “centro de massa e momento linear de sistemas de partículas” quando envolvidos numa abordagem STEM?
- Qual é a intenção dos alunos seguirem carreiras científicas após estarem envolvidos numa abordagem STEM?

1.1. ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO

Este documento está dividido em quatro capítulos. No capítulo 1 encontra-se uma breve introdução com a apresentação do problema e das questões orientadoras do estudo, bem como a organização do trabalho. No capítulo 2 é feito o enquadramento teórico à luz da literatura de referência, sendo focado nos tópicos do trabalho: Evolução da educação em ciência; literacia científica; abordagens STEM. O capítulo 3 é composto por três subcapítulos: A fundamentação didática, onde se encontra as aprendizagens que devem ser feitas pelos alunos segundo os documentos em vigor.; As dificuldades dos alunos sobre o tópico “centro de massa e momento linear de sistemas de partículas”.; A organização da unidade de ensino, mais propriamente, o encadeamento das aulas e a descrição das tarefas aplicadas. No capítulo 4 apresenta-se os métodos e os procedimentos para a recolha de dados bem como as categorias de análise dos dados recolhidos. É constituído pelo método de análise, a caracterização dos participantes em estudo, os métodos de recolha: entrevistas; observação; documentos escritos e as categorias de análise de dados. No capítulo 5 é feita a análise dos dados por forma a dar resposta às questões em estudo, sendo que está subdividido em: as dificuldades dos alunos; as estratégias de aprendizagens; o interesse dos alunos em carreiras científicas e os fatores que influenciam esse interesse. Por fim, no capítulo 6 é feita a discussão de resultados, uma breve conclusão ao estudo e uma reflexão final.

CAPÍTULO 2 – ENQUADRAMENTO TEÓRICO

Neste capítulo encontra-se um breve enquadramento teórico à luz da literatura de referência, sendo focado nos tópicos do trabalho: Evolução da educação em ciência; literacia científica; abordagens STEM.

2.1. EDUCAÇÃO EM CIÊNCIA E ESTRATÉGIAS DE ENSINO

O ensino das ciências sofreu inúmeras modificações até à atualidade tal como aconteceu com o resto do ensino. Antes dos anos 70 predominava a abordagem tradicional da educação, nesta o ensino das ciências baseava-se em currículos que beneficiavam a memorização de conceitos e a mecanização de resolução de exercícios e atividades práticas (Carvalho & Diogo, 1994). Os alunos eram convidados, pelo professor, a memorizar as “receitas” previamente apresentadas e resolvidas pelo professor para aplicar de igual forma em exercícios idênticos (Costa, 1999). No entanto, a ciência em contexto escolar inicial devia permitir ao alunos a resolução de problemas sociais e prepará-los para o seguimento dos estudos enquanto satisfaziam as necessidades pessoais e sociais e não estar estagnada à escola longe da realidade (Canavarro, 1999). Durante os anos 70, começou a ser discutida a dimensão ‘ciência para todos’ como resposta aos currículos que privilegiavam, sobretudo, os alunos com aptidões e motivação específica para a ciência, não sendo acessível a todos, e a má imagem que esta tinha cultivada entre o Público.

Como a ciência e a tecnologia tiveram uma evolução fulminante, também as finalidades do ensino das ciências tiveram de ser revistas. Outro fator que levou a essa revisão foi a observação do desinteresse que os alunos revelavam em relação à ciência que lhes era apresentada na escola, sem que fosse adaptada à sociedade onde estavam inseridos os alunos das diferentes escolas (Galvão & Freire, 2004). Após a revisão curricular, passou a existir uma maior articulação e flexibilidade no ensino das ciências, tendo sido criados programas a nível internacional para que houvesse homogeneização dos padrões internacionais para o ensino nas ciências. Um dos programas, o PISA (*Programme for International Student Assessment*), testa, de três em três anos, competências ligadas à leitura, à matemática e à ciência com destaque no desenvolvimento de competências associadas a um conhecimento científico ligado à atualidade.

A Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (UNESCO) considera que a ciência é uma das promotoras do desenvolvimento econômico, social e cultural das nações e dos povos na perspectiva da paz e de um desenvolvimento sustentável e que por isso o cidadão de compreender o mínimo dos processos de ciência, o seu relacionamento com a tecnologia e o impacto que ambas têm na sociedade. Devido à importância que estes temas possuem para a sociedade, tem de ser esta última a responsável por proporcionar aos seus elementos o conhecimento e o desenvolvimento de competências e valores de uma educação para o desenvolvimento sustentável.

Além de utilitária, existem outros argumentos sobre a finalidade da educação em ciência como o argumento cultural, o democrático e o moral (Veiga, 2007).

2.1.1. Literacia Científica

Segundo Pella, O’Hearn e Gale citados por Chagas (2000), um indivíduo literato em ciência é caracterizado pela capacidade em compreender conceitos básicos de ciência e a natureza da ciência, saber reconhecer quais as implicações de questões de ordem ética durante a atividade do cientista e pela capacidade de argumentar sobre as inter-relações existentes entre a ciência a sociedade e as Humanidades, assim como descortinar diferenças entre a ciência e a tecnologia. Para Hodson (1998) deve ser feita uma abordagem personalizada e crítica da ciência, centrando a aprendizagem no aluno por forma a aumentar a sua literacia científica. Esta abordagem pode ser feita a nível macro, mas também a nível micro, onde o professor, além de ensinar ciência, onde encoraja o aluno a adquirir conhecimento conceitual e teórico, também deve ensinar sobre ciência, mais concretamente, ensinar sobre a natureza, a história e os métodos da ciência, assim como as relações CTS (ciência, tecnologia e sociedade). Por último, ensinar como fazer ciência, para que os alunos adquiram experiência em investigação científica e em resolução de problemas (Hodson, 1998). Estes três ensinamentos gerais constituem os três conhecimentos que se espera que os alunos obtenham sobre a ciência: Conhecimento conceptual, epistemológico e processual.

Existem vários níveis da literacia científica, sendo que não se deve categorizar os alunos como literatos ou não, mas sim num espectro contínuo, onde se espera e se trabalha para que os alunos compreendam cada vez melhor (Bybee, 2014). O primeiro nível tem a ver com a inexistência do vocabulário, dos conceitos, dos contextos e das capacidades cognitivas para identificar a questão como científica. O segundo nível é

designado por Bybee (2014) como literacia científica nominal. Este nível implica que os estudantes entendam a questão como científica, mas ao nível do conhecimento apresentam algumas concessões alternativas que podem e devem ser exploradas pelo professor na sala de aula. O terceiro nível é considerado a literacia funcional, nesta dimensão os alunos sabem os termos científicos de outras aulas, televisão ou leituras, mas não os conseguem aplicar noutro contexto, apenas tem ênfase numa dimensão da literacia científica. Na utilização de métodos de ensino baseados na memorização e aplicação direta nos contextos conhecidos, os alunos tendem a ficar por este nível e a não ir mais além. A partir deste nível, os alunos passam a ter um conhecimento não só ao nível de conceitos, mas também ao nível dos procedimentos e da relação da ciência com a sociedade. No nível seguinte, a literacia científica processual e conceptual, os alunos desenvolvem um conhecimento das relações entre os diversos tópicos da ciência, bem como de como se faz ciência, por último compreendem os processos e os princípios organizacionais da ciência (Bybee, 2014). O objetivo do professor como professor na área científica é ajudar os alunos a atingir níveis elevados de literacia científica, mais concretamente o último nível, a literacia científica multidimensional. Neste nível é introduzido os conhecimentos de qualidades únicas da ciência e a diferenciação entre a ciência e outras disciplinas. Ainda neste nível é introduzido o conhecimento epistemológico, onde se espera que os alunos sejam capazes de conhecer a história e a natureza das disciplinas científicas, compreendendo a ciência num contexto social (Bybee, 2014).

Em relação à presença da literacia científica no currículo português, nos anos 80, com a concretização dos currículos CTS foi reforçada a ligação entre os três domínios. Nesta altura, segundo a perspetiva aceite, a literacia científica apenas permitia ao indivíduo compreender a independência da matemática e da tecnologia, sendo que estas apresentavam limitações, utilizar conhecimentos e processos científicos na abordagem de questões individuais e sociais e reconhecer que o mundo natural era diversificado (Chagas, 2000).

Com a evolução dos currículos e da educação, também o conceito de literacia científica foi evoluindo até chegar ao nível multidimensional. Além dos conceitos associados a disciplinas, o currículo deve promover que os estudantes desenvolvam os conhecimentos e habilidades associadas com investigação científica e com o conhecimento tecnológico bem como de natureza mais epistemológica como conhecimentos associados a aspetos sociais e pessoais da ciência, a história e a

natureza da ciência e ainda unificar ideias sobre as ciências. Tudo isto deve ser ensinado no contexto pessoal e enquadrado nas perspectivas históricas e culturais e desafios sociais (Bybee, 2014). Segundo Hurd (1998), além do referido anteriormente, um programa de literacia científica adequado tem de refletir mudanças em relação ao esforço colaborativo e transversalidade, envolvendo diferentes disciplinas na abordagem a um determinado assunto e estabelecendo relações estreitas com a tecnologia.

Um programa de literacia científica deve potenciar a ciência combinada com a tecnologia e reconhecer que tem de ser adaptado consoantes as mudanças da sociedade. Deve ainda incluir um conjunto diversificado de competências, capacidades, atitudes e valores acerca dos produtos e processos atuais da ciência e as suas implicações na vida pessoal e na sociedade, permitindo aos alunos a adaptação ao mundo da ciência tendo em conta as suas preferências e os prepare para utilizar o conhecimento científico e tecnológico que irão adquirir no progresso social e económico da sociedade (Chagas, 2000).

Graber e Nentwig citados por Chagas (2000) defendem que estas tendências para programas mais abertos e flexíveis podem e devem coexistir com as práticas de transmissão convencionais menos flexíveis em que o aluno não tem tanta autonomia. É o professor que deve decidir, tendo em conta a turma e os recursos disponíveis qual a melhor orientação a dar às aulas de cariz mais prático. No entanto, o professor deve ser capaz de atuar em contextos de ensino/aprendizagem variados, para que todos os alunos atinjam algum nível de literacia científica mais elevado (Chagas, 2000).

2.2. ABORDAGEM STEM

O STEM (*Science, Technology, Engeneering and Mathematics*) foi introduzido nos anos 90. Segundo Vasquez (2014), a educação por abordagens STEM não pretendia substituir a educação tradicional, mas sim remover as barreiras que separavam as quatro disciplinas, integrando-as no mundo real e promovendo experiências de aprendizagens significativas para os alunos. A busca por diferentes abordagens deveu-se à necessidade das empresas de terem funcionários qualificados para que as empresas permaneçam economicamente competitivas no mercado global, bem como garantir energia sustentável, cuidados de saúde eficientes e o desenvolvimento de tecnologia (Bøe, 2011).

Furner e Kumar (2007) referem que para que existissem mais experiências, mais relevantes, menos fragmentadas e mais estimulantes para os alunos, deveriam ser usadas abordagens que remetessem para o STEM integrado. A integração STEM tem como base as teorias construtivistas. Bruning, Schraw, Norby e Ronning citados por Sanders (2009) identificaram como temas cognitivos: (I) O processo de aprendizagem é construtivo e não recetivo; (II) A motivação e a crença são fundamentais na cognição; (III) A interação social é fundamental para o desenvolvimento cognitivo; (IV) O conhecimento, as estratégias e a especialização são contextuais. As abordagens STEM permitem desenvolver todos os temas cognitivos propostos, já que promovem um contexto para a aprendizagem de conceitos abstratos e promovem a transferência de aprendizagem entre os colegas (Sanders, 2009).

O ensino STEM pode adotar diversas formas na sala de aula e não tem sempre de incorporar as quatro disciplinas, sendo que todas as abordagens têm um objetivo em comum: criam oportunidades para os alunos aplicarem as competências e os conhecimentos que adquiriram (Vasquez, 2014). Usar abordagens STEM permite dar respostas aos alunos quando perguntam “porque é que tenho de aprender isto?” (Vasquez, 2014). O desenvolvimento de abordagens STEM não é um processo linear sendo necessária a colaboração e preparação. Para implementar abordagens STEM de forma eficaz, os professores devem ter um conhecimento profundo da ciência, do conteúdo tecnológico, da engenharia e da matemática que eles ensinam (Eckman, Williams, & Silver-Thorn, 2016).

A abordagem STEM pode ser implementada desde o plano disciplinar, apenas numa sala de aula, até ao plano transdisciplinar. Vasquez (2014) refere que a integração STEM atua como um plano inclinado, já que nem todas as escolas têm os meios para desenvolver projetos transdisciplinares, sendo que os professores podem adotar uma abordagem STEM para os alunos em níveis de integração multidisciplinares ou interdisciplinares. Nos diferentes níveis de integração, os alunos adquirem competências diferentes e cabe ao professor definir quais quer trabalhar. Tanto na abordagem STEM disciplinar, como na multidisciplinar, os alunos aprendem conceitos e competências ligadas diretamente com as disciplinas. No entanto, na multidisciplinar, essas aprendizagens são feitas com base num tema em comum das várias disciplinas. Na abordagem STEM interdisciplinar, os alunos aprofundam os conhecimentos e capacidades ao mesmo tempo que aprendem conceitos e competências de duas ou mais disciplinas sem que consigam fazer a distinção entre as

disciplinas, fazendo uma ponte entre estas (Vasquez, 2014). Por fim, na abordagem STEM transdisciplinar, os alunos iniciam com um problema real da comunidade em que a escola está inserida, ou projeto e aplicam os conhecimento e competências de diversas disciplinas, com o objetivo de resolver esse problema, desenvolvendo as suas competências e ganhando novas ao longo do tempo (Vasquez, 2014). Devido ao caracter multifacetado desta última abordagem, podem ser criados projetos a nível escolar que englobem diversos professores de disciplinas variadas.

Alem da inserção dos conteúdos STEM, a educação STEM integrada tem mais quatro bases teóricas: aprendizagem centrada no problema, aprendizagem baseada em investigação; aprendizagem baseada em projeto e aprendizagem cooperativa.

A aprendizagem centrada no problema envolve o uso de problemas do mundo real e atuais ligados a abordagens e contextos motivadores. Dessa forma, os alunos podem vincular o novo conhecimento e as habilidades às suas experiências pessoais (Guzey, Moore, & Harwell, 2016). Os problemas apresentados aos alunos também devem ser problemas autênticos, abertos, e do mundo real (Shahali, 2017). A aprendizagem baseada em problemas, estando centrada no aluno organiza-se em torno da investigação e explicação pelos próprios, onde aprendem autonomamente e relacionam as aprendizagens conceptuais e processuais com o contexto fornecido para resolver um problema atual (Thibaut, 2018). O objetivo da aprendizagem por problemas é permitir aos alunos o desenvolvimento de habilidades de resolução de problemas envolvendo a integração de informação de múltiplos domínios, o desenvolvimento do raciocínio e tornarem-se motivados para aprender (Asghar, Ellington, Rice, Johnson, & Prime, 2012).

Na aprendizagem baseada em investigação, os alunos envolvem-se em atividades práticas que lhes permitem descobrir novas redes conceptuais com antigos conceitos e novos conceitos adquiridos (Thibaut, 2018). Desta forma, os professores utilizam a aprendizagem experimental para a promoção do conhecimento onde os alunos são incentivados a testar as suas ideias, fazendo previsões, observando e registando as suas explicações (Satchwell & Loepp, 2002). Mas nem sempre é necessário ocorrer em contexto laboratorial, pode ocorrer em contexto matemático ou tecnológico. Nesta abordagem os alunos são estimulados a identificar os conhecimentos preexistentes que necessitam e utilizá-los para gerar novas ideias, projetar e conduzir investigações, descobrindo novos conceitos (Wells, 2016). Além de testar as teorias, os alunos necessitam de demonstrar que compreendem toda a nova

informação que vão encontrando e utilizando. Por fim, o professor deve fornecer uma quantidade de orientação adequada para que os alunos realizem a mudança conceptual desejada (Satchwell & Loepp, 2002).

Segundo Trindade e Cosme, citados por Cosme (2018) o trabalho de projeto é um método de trabalho que enfatiza, não só os problemas iniciais, sendo estes os impulsionadores das aprendizagens a serem adquiridas, como também o processo em si de transformação em projetos. Desta forma, a aprendizagem baseada em projeto requer um problema inicial que seja por um lado desafiante e por outro significativo e exequível para o grupo de alunos (Cosme, 2018). Na aprendizagem baseada em projetos o foco principal deixa de ser apenas o processo de aprendizagem, já que é necessário que todo o trabalho culmine num produto final ou artefacto (Kokotsaki, Menzies, & Wiggins, 2016). Helle citado por Kokotsaki e outros autores (2016) consideram que o trabalho por projeto é uma aprendizagem colaborativa, já que, até chegarem ao produto final desejado, os alunos têm de colaborar em todas as fases intermédias e devem refletir sobre a sua interação e contributo. Alguns autores citados por Kokotsaki e outros autores (2016) consideram ainda algumas características basilares de projetos como: a centralidade, a questão impulsionadora, as investigações construtivas, a autonomia, a importância da colaboração, reflexão, reescrita e apresentações. Cheng, Lam, Chan e Bell citado por Kokotsaki e outros autores (2016) referem que, ao longo do tempo que estão a desenvolver o trabalho de projeto, os alunos desenvolvem as competências de comunicação e tornam-se mais autónomos, aumentando a colaboração entre elementos do grupo, melhorando o trabalho. Tal como nas outras abordagens, o professor tem o papel de orientador, ajudando os alunos a organizar o tempo disponível para cada parte e a orientar o início do trabalho. Além disso, o professor deve estabelecer uma cultura que enfatiza a auto-regulação dos alunos e o trabalho fora da sala de aula, ajudando o acesso a comunicação com outros membros da comunidade que possam ser uteis para o projeto (Kokotsaki, Menzies, & Wiggins, 2016).

Todas as abordagens têm como base o último ponto, o trabalho cooperativo ou colaborativo, ou seja, deve ser, sempre que possível, promovido o trabalho de equipa (Thibaut et al., 2018). Segundo alguns estudos ainda uma diferença significativa entre a aprendizagem colaborativa e cooperativa. Segundo Matthews citado por Thibaut e colegas (2018), na aprendizagem colaborativa, os alunos estruturam o trabalho a ser desenvolvido no grupo, sozinhos, sem manter o mesmo grupo para diferentes tarefas.

Nesta aprendizagem, o professor direciona todas as questões para o grupo com a intenção de promover a gestão de conflitos nos seus grupos. Na aprendizagem cooperativa, o professor intervém no grupo quando acha apropriado, existe entreajuda em pequenos grupos e o professor incentiva os alunos a avaliar o funcionamento do grupo para que percebam e melhorem os níveis de participação e desempenho.

De acordo com Guzey citado por Thibaut e outros autores (2018) é importante que os alunos tenham tempo e múltiplas oportunidades para realizar trabalho em equipa, de modo que possam aprimorar as suas habilidades. Para isso, os alunos precisam de ser encorajados a comunicar conceitos científicos, pensamento matemático e pensamento de engenharia através da leitura, escrita, audição e comunicação (Stohlmann, Moore, McClelland, & Roehrig, 2011).

CAPÍTULO 3 – UNIDADE DE ENSINO

Este capítulo é composto por três subcapítulos: A fundamentação didática; As dificuldades dos alunos sobre o tópico “centro de massa e momento linear de sistemas de partículas”.; A organização da unidade de ensino, mais propriamente, o encadeamento das aulas e a descrição das tarefas aplicadas.

3.1. FUNDAMENTAÇÃO DIDÁTICA

Neste subcapítulo encontram-se as aprendizagens que devem ser feitas pelos alunos segundo os documentos em vigor e um esquema orientador dessas mesmas aprendizagens.

3.1.1. Enquadramento Curricular

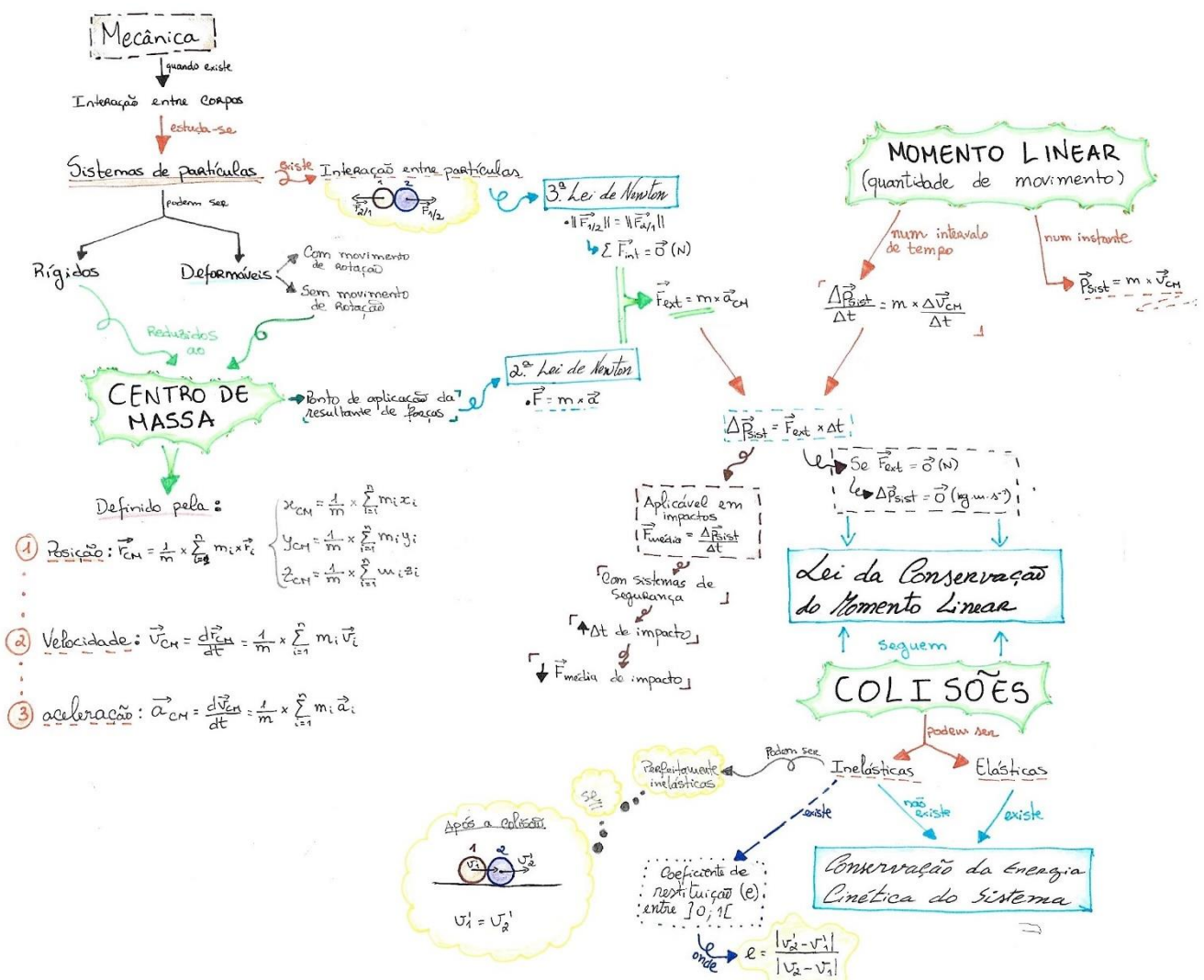
O tema abordado neste relatório de ensino da prática supervisionada está enquadrado no domínio da mecânica do 12.º ano de escolaridade, mais precisamente ao subdomínio do centro de massa e momento linear de sistemas de partículas. Os documentos curriculares de referência para o ensino da Física no 12.º ano são as aprendizagens essenciais e apresentam aprendizagens que o aluno deve adquirir, bem como propostas de ações estratégicas de ensino de forma a ir de encontro ao Perfil do Alunos à Saída da Escolaridade Obrigatória. Segundo as Aprendizagens Essenciais articuladas com o Perfil dos Alunos (2018), o professor deve adotar estratégias que promovam o desenvolvimento do raciocínio, a argumentação, o trabalho de grupo e a capacidade de resolução de problemas (Observação, formulação de hipóteses e interpretação).

Para a formulação das tarefas a desenvolver, deve-se ter em atenção as recomendações das Aprendizagens Essenciais. As recomendações para este subdomínio específico requerem que o aluno ao finalizar o tópico deverá ser capaz de: (I) Determinar a posição do centro de massa de um sistema de partículas e caracterizar a velocidade e a aceleração do centro de massa conhecida a sua posição em função do tempo.; (II) Aplicar a Segunda Lei de Newton para um sistema de partículas a situações do dia a dia que envolvam a análise da intensidade da resultante das forças numa colisão em função do tempo de duração da mesma (exemplos: airbags, colchões nos saltos dos desportistas, entre outros).; (III) Investigar, experimentalmente, a conservação do

momento linear em colisões a uma dimensão, analisando-as na perspectiva energética, formulando hipóteses, avaliando os procedimentos, interpretando os resultados e comunicando as conclusões.; (IV) Aplicar, na resolução de problemas, a Lei da Conservação do Momento Linear à análise de colisões a uma dimensão, interpretando situações do dia a dia (Ministério da Educação, 2018).

3.1.1.1. Esquema organizador

Para melhor compreensão do enquadramento científico, foi criado um esquema com os aspetos mais relevantes a serem compreendidos pelos alunos.



3.2. DIFICULDADES DOS ALUNOS SOBRE O TÓPICO

Um dos conceitos básicos da literacia científica é a capacidade de resolução de problemas de física que engloba os elementos de investigação científica e o conhecimento científico (Yuliati, Parno, Hapsari, Nurhidayah, & Halim, 2018). Desta forma, os alunos devem iniciar as tarefas com a leitura de textos ou a visualização de animações, terminando em questões sobre o que leram ou viram, para uma maior compreensão do contexto. Segundo Mongan, Mondolang e Polukan (2020) uma das maiores dificuldades dos alunos no domínio da mecânica é na compreensão sobre a origem do movimento de um objeto, tendo a conceção que apenas existe força se esta provocar o movimento do objeto. Em relação à matéria relacionada com a massa e a energia, do ponto de vista do aluno são difíceis de observar podendo originar conceções alternativas sobre o que está a acontecer ao sistema e o que podemos considerar um sistema (Doganay, 2020).

Outra dificuldade dos alunos durante a aprendizagem de conceitos em Física é a utilização de conceitos errados nas observações do dia a dia que podem criar mapas conceptuais errados no aluno, por exemplo, quando queremos medir uma massa, referimo-nos a “pesar o objeto” (Almeida, 2020). Ainda em relação às forças, existem muitas dificuldades dos alunos na representação do par das forças e no reconhecimento dos pontos de aplicação das forças, a explicação dos alunos pode ser incorreta a nível científico, maior parte das vezes os alunos confundem-se com a marcação das forças referentes à Terceira Lei de Newton (Mongan, Mondolang, & Poluakan, 2020). A utilização de esquemas é importante para as conceções dos alunos, já que aprender física passa também pela adequação da linguagem matemática e a sua utilização na resolução de problemas (Almeida, 2018).

Uma das dificuldades mais sentidas na literatura prende-se com a representação vetorial de deslocações, velocidades, acelerações e forças, pois para isso é necessária a consolidação de conceções básicas da matemática, como por exemplo, os vetores (Mongan, Mondolang, & Poluakan, 2020).

Goren e Galili (2019) referem que sem pôr em prática as aprendizagens adquiridas podem originar-se conceções alternativas às leis de Newton e os alunos poderão ficar apenas com ideias intuitivas sem verem o quadro geral de aplicabilidade. As questões em torno de desafios e mistérios desafiam os alunos a verificar as competências adquiridas ao longo da tarefa, confrontando os alunos com algumas

conceções alternativas que poderiam ter. Por último, os alunos têm dificuldade em analisar criticamente o seu próprio desempenho e o dos colegas.

3.3. ORGANIZAÇÃO DA UNIDADE DE ENSINO

Durante o decurso da investigação, serão implementadas cinco tarefas divididas ao longo da intervenção (Apêndice B), sendo estas preparadas e abordadas segundo os respetivos planos de aula (Apêndice A). Os contextos das tarefas têm como objetivo interligar os gostos dos alunos e a vida real aos conteúdos a lecionar. Além disso, todas as tarefas englobam aspetos tecnológicos e aplicação de conceitos matemáticos. As tarefas um e cinco tinham ainda aspetos de engenharia. As quatro primeiras tarefas apresentam conteúdos diferentes e a última tarefa é uma adaptação da atividade laboratorial que culmina na construção, pelos diferentes grupos de alunos, de maquetes, cada uma referente a uma colisão diferente (cada grupo de alunos apresentou uma maquete diferente). Nas tarefas dois e três, as aulas têm uma abordagem baseada na aprendizagem baseada em problemas e nas tarefas um, quatro e cinco, as aulas têm uma abordagem investigação. Na globalidade, são lecionadas 11 aulas em média de 50 minutos, sendo que as tarefas são aplicadas ao longo das 10 primeiras aulas de 50 minutos e o questionário na décima aula.

3.3.1. Tarefa 1 – Centro de massa

A primeira tarefa está dividida em duas partes: na parte A é introduzido o contexto através de animações, são feitas previsões relativamente ao centro de massa de diversos sistemas de partículas e ainda caracterizam o centro de massa de outros sistemas; na parte B – “Vão mais além...” exploram a conexão entre o ponto de equilíbrio e o centro de massa de polígonos e de pessoas. A tarefa tem a duração de duas aulas de 50 minutos. Na tabela 1 estão identificados os tópicos a serem desenvolvidos, bem como os objetivos de aprendizagem para a tarefa.

Tabela 1: Tabela referente aos tópicos e aos objetivos de aprendizagem da primeira tarefa. Os objetivos de aprendizagem estão subdivididos entre a componente de física e as componentes de tecnologia, engenharia e matemática.

Objetivos de aprendizagem (STEM)		
Tópico	Componente da Ciência (S) (Física)	Componentes da tecnologia (T), engenharia (E) e matemática (M)

<ul style="list-style-type: none"> • Centro de massa de um sistema de partículas; • Posição, velocidade e aceleração do centro de massa. 	<ul style="list-style-type: none"> • Identificar os fatores para considerar o corpo reduzível a uma partícula; • Analisar diferentes sistemas de partículas e tecer comentários em relação às partículas que o constituem; • Caracterizar a posição, a velocidade e a aceleração do centro de massa de um sistema de duas partículas através de equações de posição e velocidade de ambas as partículas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Construir um método para encontrar e determinar o centro de massa de um polígono em cartão (E); • Calcular a posição, a velocidade e a aceleração do centro de massa de um sistema de duas partículas através de equações de posição e velocidade de ambas as partículas (M).
--	---	--

A tarefa foi idealizada como introdução ao tópico centro de massa, por isso os alunos têm acesso ao manual durante a realização da mesma e necessitam de pesquisar os conteúdos que são abordados na mesma. A parte A da tarefa tem a duração de 50 minutos e inicia-se com a observação de duas animações referentes à trajetória de diferentes sistemas de partículas, após as quais os alunos devem dar resposta a duas questões orientadoras relativas à trajetória dos objetos observados nas animações e ao seu centro de massa. Ainda tendo como base as animações, os alunos devem comentar: a relação entre o centro de massa e a trajetória; a variação da velocidade das partículas constituintes do martelo, onde podem esquematizar o movimento do martelo e verificar qual a diferença entre o raio descrito por uma partícula perto do centro de massa e uma mais afastada; e a localização do centro de massa do disco. Na questão seguinte, os alunos devem comparar um sistema de partículas rígido, a prancha de surf, e um sistema de partículas deformável, o praticante de surf.

De seguida, é introduzido um problema relacionado com o lançamento de duas bolas de ténis, bem como as equações de movimento e de velocidade das mesmas num determinado instante. Após a introdução é pedido aos alunos que caracterizem o centro de massa do sistema composto pelas duas bolas nesse instante. Para isso, é necessário que os alunos investiguem no manual como é feito o cálculo da posição, da velocidade e da aceleração do centro de massa de um sistema de partículas num determinado instante. Por fim, todos os alunos discutem sobre as respostas às duas questões iniciais e chegam a uma resposta consensual.

A parte B é realizada na aula seguinte e tem a duração de 50 minutos. Nesta parte os alunos investigam uma forma de encontrar o centro de massa de polígonos em cartão de espessura constante e com a massa uniformemente distribuída. Após encontrarem o centro de massa, marcam-no e tentam equilibrar em diversas superfícies planas, diminuindo cada vez mais a superfície em contacto. Por fim, explicam os resultados obtidos.

3.3.2. Tarefa 2 – Homem resistente a colisões de automóveis

A segunda tarefa está dividida em três partes: na parte A é introduzido o contexto através de um texto sobre a construção de um boneco criado para sobreviver a acidentes de automóveis, são feitas suposições relativamente ao propósito da criação do *Graham* e calculada e relacionada a quantidade de movimento num teste de colisão e a força média de impacto entre os testes feitos com e sem o *Graham*; na parte B são aplicados os conhecimentos da parte A num outro teste de colisão, agora com cinto de segurança; na parte C é criado um panfleto relativamente à importância de sistemas de segurança. A tarefa tem a duração de uma aula de 50 minutos e mais 20 minutos de uma segunda aula. O panfleto é feito em trabalho autónomo com entrega uma semana após a aula. Na tabela 2 encontra-se um resumo dos objetivos de aprendizagem da tarefa, bem como a interligação com STEM.

Tabela 2: Tabela referente aos tópicos e aos objetivos de aprendizagem da segunda tarefa. Os objetivos de aprendizagem estão subdivididos entre a componente de física e as componentes de tecnologia, engenharia e matemática.

Tópico	Objetivos de aprendizagem (STEM)	
	Componente da Ciência (S) (Física)	Componentes da tecnologia (T), engenharia (E) e matemática (M)
<ul style="list-style-type: none"> • Momento linear para um sistema de partículas; • Segunda Lei de Newton para um sistema de partículas; • Relação entre os sistemas de segurança de um automóvel 	<ul style="list-style-type: none"> • Relacionar a quantidade de movimento com a velocidade; • Aplicar a Segunda Lei de Newton para um sistema de partículas numa colisão onde está envolvida a análise da intensidade da resultante das forças numa colisão em função do tempo de duração da mesma; 	<ul style="list-style-type: none"> • Identificar os objetivos de criação do Graham (T e E) • Calcular o momento linear para vários sistemas de partículas reduzidos ao seu centro de massa (M); • Compreender a importância dos sistemas de segurança nos automóveis (E); • Criar um panfleto sobre a importância dos sistemas de

<p>e a intensidade média das forças aplicadas.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Relacionar o tempo de colisão com a intensidade da resultante das forças numa colisão. 	<p>segurança nos automóveis (T e E).</p>
---	--	--

A parte A e B da tarefa têm a duração conjunta de uma aula de 50 minutos e mais 20 minutos de uma segunda aula. A introdução ao contexto na parte A é feita através de um pequeno texto sobre o *Graham*, um boneco que representa o corpo humano evoluído para sobreviver a acidentes de automóveis. O último parágrafo do texto faz referência aos sistemas de segurança e ao seu objetivo principal nos automóveis. Após a leitura do texto, é pedido aos alunos que relacionem o *Graham* com os sistemas de segurança, como o cinto de segurança e os *airbags*. Desta forma, os alunos começam a associar a utilização dos sistemas de segurança e o impacto dos acidentes no corpo humano.

A questão seguinte é introduzida a partir de uma simulação de colisão entre dois carros iguais, à mesma velocidade. A única diferença é o condutor, já que num carro estava o *Graham* e no outro um homem, ambos com a mesma massa, mas com tempos de colisão diferentes. Os alunos devem calcular o momento linear do centro de massa de cada condutor antes da colisão e aplicar a segunda Lei de Newton para um sistema de partículas para poderem relacionar a força média de impacto sofrida pelo *Graham* com a força média de impacto sofrida pelo homem.

A parte B inicia com uma questão relativa a outro teste de colisão, já sem o *Graham*, com o objetivo de comparar a intensidade média das forças aplicadas ao condutor, durante uma colisão frontal com uma parede, quando este tem cinto de segurança e quando não tem. Para isso, os alunos devem identificar qual dos condutores se imobilizou mais rapidamente e se existe diferença no momento linear dos condutores antes das colisões, calculando o momento linear e a intensidade média das forças aplicadas a cada um. Na questão seguinte, os alunos explicam a influência da utilização de sistemas de segurança nos automóveis.

A parte C é para ser feita em trabalho autónomo e consiste na criação de um panfleto alusivo à importância da utilização de sistemas de segurança nos automóveis. No documento, além da teoria, é necessário que apresentem dados reais, fomentando a investigação de acidentes reais e as suas causas.

3.3.3. Tarefa 3 – Desafio do movimento da canoa

A terceira tarefa é um desafio que tem a duração de uma aula de 50 minutos. A introdução ao desafio é geral e consiste na visualização do lançamento de uma bola por uma pessoa que está sentada numa extremidade de uma canoa à deriva, numa barragem. O desafio está dividido em dois mistérios, os quais devem ser solucionados pelos grupos de alunos (dois grupos por cada mistério). Na tabela 3 encontra-se um resumo dos objetivos de aprendizagem da tarefa, bem como a interligação com STEM.

Tabela 3: Tabela referente aos tópicos e aos objetivos de aprendizagem da terceira tarefa. Os objetivos de aprendizagem estão subdivididos entre a componente de física e as componentes de tecnologia, engenharia e matemática.

Tópico	Objetivos de aprendizagem (STEM)	
	Componente da Ciência (S) (Física)	Componentes da tecnologia (T), engenharia (E) e matemática (M)
<ul style="list-style-type: none"> • Momento linear para um sistema de partículas; • Segunda Lei de Newton para um sistema de partículas; • Conservação do momento linear de um sistema de partículas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Relacionar a interação entre partículas dentro do sistema com a terceira Lei de Newton; • Identificar as forças externas aplicadas ao sistema como as únicas que podem provocar variação da velocidade do centro de massa do sistema; • Aplicar a Segunda e Terceira Leis de Newton para relacionar a força que a bola exerce no sistema e o movimento do mesmo; • Relacionar o movimento da canoa com a variação da distribuição da massa no lançamento da bola para a outra extremidade da canoa. 	<ul style="list-style-type: none"> • Calcular a variação do centro de massa com o deslocamento de uma partícula no interior do sistema (M); • Calcular a velocidade do centro de massa do sistema após a aplicação de uma força (M); • Representar o problema referente ao mistério (E).

A tarefa inicia-se com a visualização de uma animação relativa ao lançamento de uma bola por um homem que se encontra na extremidade de uma canoa à deriva numa barragem. Após a leitura da tarefa, é tirado à sorte quais os dois grupos que ficam com o mistério um e os que ficam com o mistério dois. No primeiro mistério, a bola é

lançada para a outra extremidade da canoa, sendo pedido aos alunos que indiquem o deslocamento da canoa durante os primeiros 30 segundos após o lançamento. Os alunos têm que ter atenção ao sistema de partículas que estão a considerar, visto que a bola pertence ao sistema, não havendo forças externas aplicadas ao sistema. No segundo mistério, a bola é lançada para lá da canoa com uma determinada força, sendo pedido aos alunos que indiquem o deslocamento da canoa durante os primeiros 30 segundos após o lançamento. Neste mistério, a bola já não faz parte do sistema, desta forma devem considerar a força exercida pela bola durante o lançamento como reação da força exercida pelo homem na bola, a qual está descrita no enunciado. Na resolução de ambos os mistérios os alunos devem referir em que leis se basearam e apresentar todos os cálculos e esquemas.

3.3.4. Tarefa 4 – Colisões no bilhar

A quarta tarefa está dividida em duas partes: na parte A é introduzido o contexto através de um texto sobre o bilhar americano e sobre as colisões das bolas durante um jogo, são feitas previsões relativamente às transformações energética e tipos de colisões existentes num jogo e ainda planificada e executada uma simulação, retirando conclusões sobre as diferentes colisões na mesma; na parte B é introduzido o contexto de uma jogada hipotética feita por um jogador real, calculadas as velocidades das bolas e do taco, colisões e variações de energia cinética. A tarefa tem a duração de duas aulas de 50 minutos mais trabalho autónomo extra. Na tabela 4 encontra-se um resumo dos objetivos de aprendizagem da tarefa, bem como a interligação com STEM.

Tabela 4: Tabela referente aos tópicos e aos objetivos de aprendizagem da quarta tarefa. Os objetivos de aprendizagem estão subdivididos entre a componente de física e as componentes de tecnologia, engenharia e matemática.

Tópico	Objetivos de aprendizagem (STEM)	
	Componente da Ciência (S) (Física)	Componentes da tecnologia (T), engenharia (E) e matemática (M)
<ul style="list-style-type: none"> • Lei da Conservação do Momento Linear 	<ul style="list-style-type: none"> • Prever os tipos de colisões e transferências energéticas presentes no bilhar; • Representar numa tabela a relação entre variáveis numa colisão; 	<ul style="list-style-type: none"> • Planificar uma simulação para verificar o tipo de colisões presentes no bilhar e simular (T); • Simular no computador exemplos de colisões no bilhar (T);

<ul style="list-style-type: none"> • Colisões: Elásticas e Inelástica. 	<ul style="list-style-type: none"> • Relacionar a variação do momento linear e a variação de energia cinética nos vários exemplos; • Comunicar as conclusões. 	<ul style="list-style-type: none"> • Esquematizar o problema em estudo, através da representação visual (E); • Aplicar a Lei da Conservação do momento linear para analisar colisões e calcular a velocidade do taco de bilhar (M);
--	---	---

A tarefa inicia-se com a introdução do contexto através de um texto sobre o bilhar americano e onde são introduzidas as colisões das bolas durante um jogo. Através do texto e com auxílio do manual, os alunos descrevem as transformações energética e tipos de colisões existentes num jogo, descrevendo também a variação da velocidade da bola de bilhar após colidir com a parede. Após as previsões, os alunos planificam uma simulação, que seja exequível no Simulador de Colisões a utilizar, onde possam testar as diferentes colisões num jogo de bilhar a uma dimensão, para isso começam por identificar as variáveis em estudo e constroem um quadro de análise. Posteriormente realizam a simulação usando o simulador de colisões, comunicando os resultados e concluindo sobre a variação do momento linear e a variação da energia cinética nos vários tipos de colisões. Esta parte da tarefa tem a duração de duas aulas de 50 minutos.

A parte B inicia-se com um texto onde é introduzido o contexto de uma jogada hipotética feita pelo jogador profissional de bilhar americano, Tyler Styler. É ainda fornecida uma tabela com os dados fornecidos por analistas que observavam a jogada e que os alunos devem utilizar para as questões que se seguem. A partir dos dados e da informação do texto, os alunos calculam a variação da velocidade do taco antes da colisão com a bola branca e após, para isso devem seguir alguns tópicos condutores: esquematizar as várias colisões; relacionar a conservação de energia cinética com o tipo de colisões; calcular as diversas velocidades pedidas. Posteriormente é introduzida outra jogada, segundo a qual os alunos devem calcular a velocidade da bola preta após a colisão com a bola branca, tendo que relacionar a conservação do momento linear durante a colisão do taco com a bola branca, relacionar a velocidade da bola branca após colidir com a parede com o coeficiente de restituição e relacionar a velocidade da bola branca antes da colisão com a bola preta com a velocidade final da bola preta.

3.3.5. Tarefa 5 – Colisões no Zombilipse

A quinta tarefa está dividida em cinco partes: na introdução, é visualizada uma animação de explosões de construções em LEGO e introduzido o contexto de apocalipse zombie; na parte A são feitas previsões relativamente as variáveis que influenciam colisões a uma dimensão, as forças que atuam nas partículas durante uma colisão e o material necessário para estudar uma colisão; na parte B são analisados dados de um teste de colisões em laboratório e conclui-se sobre os resultados obtidos e aplicabilidade das condições em estudo; num questionário online sobre outra análise de dados de colisões em laboratório; na parte C é criada uma maquete de uma colisão, bem como a teoria que sustenta a maquete. A tarefa tem a duração de três aulas de 50 minutos, bem como trabalho autónomo para a construção da maquete fora da aula.

Tabela 5: Tabela referente aos tópicos e aos objetivos de aprendizagem da quarta tarefa. Os objetivos de aprendizagem estão subdivididos entre a componente de física e as componentes de tecnologia, engenharia e matemática.

Tópico	Objetivos de aprendizagem (STEM)	
	Componente da Ciência (S) (Física)	Componentes da tecnologia (T), engenharia (E) e matemática (M)
<ul style="list-style-type: none"> • Lei da Conservação do Momento Linear; • Colisões: Elásticas e Inelástica. 	<ul style="list-style-type: none"> • Identificar as variáveis que controlam as velocidades e os movimentos dos carros após uma colisão frontal; • Indicar que forças atuam sobre um sistema e sobre cada partícula do sistema numa colisão; • Aplicar a Lei da Conservação do Momento Linear a um sistema de partículas durante uma colisão; • Identificar os erros experimentais; • Indicar os equipamentos a utilizar para estudar colisões frontais (E); • Concluir sobre a resultante das forças aplicada num sistema; 	<ul style="list-style-type: none"> • Calcular velocidades antes e após uma colisão (M); • Calcular a variação do momento linear de um sistema e a variação da energia cinética (M, S); • Identificar os erros da montagem (E); • Calcular o coeficiente de restituição dos equipamentos com base em dados experimentais (M, S); • Representar graficamente dados experimentais (M); • Elaborar um esquema organizador do problema com a definição do problema em estudo (E, S);

	<ul style="list-style-type: none"> • Relacionar o coeficiente de restituição com aplicações reais. 	<ul style="list-style-type: none"> • Pesquisar sobre diferentes tópicos relacionados com a colisão (T); • Realizar os cálculos necessários para o dimensionamento real de uma colisão (M); • Definir e utilizar uma escala que seja exequível para a maquete (M); • Criar uma maquete de uma colisão (E, M, T).
--	---	---

A tarefa inicia-se com a visualização de uma animação da competição de LEGO da Austrália, onde os alunos vêem várias explosões de montagens e colisões de peças e onde é introduzido o contexto para a tarefa, são dos últimos humanos no planeta e podem conseguir lugar no último foguetão que os vai levar para outro planeta, só têm de cumprir todas as questões da tarefa.

A parte A começa com um estudo teórico sobre a colisão frontal de dois carros, onde fazem identificar as variáveis que controlam as velocidades e os movimentos dos carros após a colisão e ainda explicam que forças atuam sobre cada carro e sobre o sistema composto pelos dois carros. Ainda nesta parte, os alunos preveem se se pode aplicar a Lei da Conservação do Momento Linear ao sistema e a cada corpo em separado e referem que materiais devem ser utilizados para desenvolver este estudo no laboratório.

Na parte B, o trabalho é iniciado com um texto sobre um estudo prévio em laboratório sobre a colisão a uma dimensão de dois carros e de um carro contra um material no final da calha. Através dos dados fornecidos os alunos calculam, para três ensaios, antes e após a colisão: a velocidade; o momento linear; a energia cinética, verificando a variação percentual do momento linear e da energia cinética. Posteriormente, analisam os dados referentes à colisão de um carro com ímanes e com mola e encontram o coeficiente de restituição destes materiais através de uma reta de ajuste dos dados experimentais. Após os cálculos, os alunos concluem sobre a resultante das forças que atua no sistema dos carrinhos durante a colisão e descrevem possíveis erros para a obtenção dos dados experimentais. Por último, fazem referência

à importância de um coeficiente de restituição baixo para as colisões num apocalipse, explicando as implicações físicas do valor.

O questionário é feito a pares e numa plataforma digital. O questionário baseia-se nas questões analisadas pelos alunos na parte B, mas com novos dados, onde os alunos têm tempo limite por questão para responder a 6 questões de escolha múltipla.

A parte C é iniciada numa primeira aula, onde os alunos leem a introdução à sua colisão e são esclarecidas as dúvidas sobre o trabalho autónomo que têm de desenvolver. Nesta parte os alunos criam uma maquete de uma colisão no apocalipse e escrevem a parte teórica que fundamenta a escolha de materiais e a maquete. Nesta parte teórica, os alunos: (I) Elaboram um esquema organizador do problema com a definição do problema em estudo.; (II) Pesquisam sobre o tópico específico de cada colisão.; (III) Realizam os cálculos necessários para o dimensionamento real da colisão.; (IV) Definem e utilizam uma escala que seja exequível para a maquete.; (V) escolhem os materiais, bem como o modo de funcionamento da simulação da maquete (mecânico ou eletrónico).; (VI) Descrevem o tipo de colisão, a variação do momento linear e a conservação da energia cinética.

CAPÍTULO 4 – MÉTODOS E PROCEDIMENTOS

Neste capítulo encontra-se uma breve descrição do método de investigação, dos participantes no estudo e ainda dos instrumentos de recolha de dados, bem como as categorias de análise utilizadas para dar resposta às questões em estudo.

4.1. MÉTODO DE INVESTIGAÇÃO

Segundo Tashakkori e Creswell (2007), um bom estudo deve ter questões e objetivos fortes, sendo que vários estudos, citados pelos mesmos, referem a modelação das questões de investigação consoante o objetivo do estudo. Essas questões e objetivos requerem a integração de dados quantitativos e qualitativos, sendo que a recolha e análise dos dados deve permitir a integração de ambos (Tashakkori & Creswell, 2007).

O método de investigação que o permite é o método misto, este método de investigação foi criado com o objetivo de solucionar problemas de investigação que se apresentem complexos e interdisciplinares onde a investigação é abordada segundo uma interligação dos dados qualitativos e quantitativos (Creswell & Garrett, 2008). Também Tashakkoni, Teddlie e Creswell citados por Ivankova e outros (2006), definem o método de investigação misto como um procedimento para recolher, analisar e integrar dados quantitativos e qualitativos num dado momento de um processo de investigação para que seja possível adquirir um melhor conhecimento em relação ao problema que se está a investigar (Ivankova et al., 2006).

A análise conjunta dos dados qualitativos e quantitativos num estudo é necessária quando isolados não são suficientes para captar os detalhes da situação. Assim, existe uma complementaridade permitindo uma análise mais robusta, sendo potenciado os pontos fortes de cada análise (Ivankova et al., 2006). Creswell e outros autores (2004) referem ainda que a integração da aquisição e análise de dados quantitativos e qualitativos num único estudo, relacionando-os ao longo do estudo potencia o rigor e acrescenta maior profundidade à análise. Para usar o método é necessário identificar alguns critérios como o modo de aquisição e análise dos dados, quais os dados mais relevantes para o estudo e por fim o modo de implementação e integração dos dados quantitativos e qualitativos (J. Creswell et al., 2004).

4.2. PARTICIPANTES NO ESTUDO

O estudo foi conduzido numa das duas turmas de 12.º ano de Física, numa escola secundária na área metropolitana de Lisboa. Esta escola encontra-se inserida numa zona sossegada e tranquila com bons acessos. Tem um espaço exterior amplo com espaços verdes e três ginásios. O ambiente entre alunos e professores é muito tranquilo e há um grande respeito por parte dos alunos em relação aos professores. A biblioteca é de pesquisa intuitiva com bastantes computadores à disposição, tendo ainda uma sala de alunos para estudo autónomo. Os laboratórios de física têm à disposição um vasto conjunto de materiais para aulas práticas e aulas experimentais. Em termos de condições para os professores, a escola tem uma ala só para a direção e com sala de reunião para diretores de turma. Além disso, existem várias salas de professores por departamento totalmente equipadas e uma sala de professores comum. Nos clubes de ciência da escola os alunos são incentivados a participarem na organização das atividades desenvolvidas e ainda entram em competições nacionais e internacionais.

A turma em estudo é composta por 18 alunos, 10 do sexo masculino e 8 do sexo feminino. A média de idades ronda os 17 anos. A turma não tem alunos com necessidades educativas específicas. Os alunos que compõe a turma, são alunos com gosto pela física e que pretendem seguir engenharias, ou cursos superiores dedicados à tecnologia.

4.3. RECOLHA DE DADOS

Antes de escolher os instrumentos de recolha de dados é necessário saber o tipo de informação que se obterá e a sua utilização na análise dos dados, já que os instrumentos de recolha de dados e os métodos de análise são complementares. A escolha do instrumento de recolha de dados dependerá, portanto, quer do objetivo em estudo, quer da população alvo (Pocinho, 2012).

4.3.1. Observação

A observação é um método de recolha de dados. Existem dois tipos de observação: naturalista e artificial. Na observação naturalista o investigador observa o que está a acontecer na vida dos indivíduos no seu ambiente natural, sendo mais fácil a compreensão dos seus pontos de vista, vendo e sentindo da mesma forma que os

indivíduos o que se passa no mundo. Na observação artificial, há a criação de situações específicas e de grupos de controlo.

O observador pode ser participante quando se torna parte da situação que está a observar, ou pode ser não participante, quando não interage, nem afeta de modo intencional o objeto de observação. A observação pode ser estruturada, quando o observador sabe o que vai observar e organizou as categorias de observação com os seus objetivos; semiestruturada, quando o observador tem algumas categorias de observação, mas está aberto ao aparecimento de novas categorias; não estruturada, quando o observador simplesmente observa e decide o que pode ser relevante para a pesquisa (Guba & Lincoln, 1998). A observação é feita através da anotação de notas de campo, registos de vídeo, ou registos de áudio, tendo uma parte reflexiva onde o observador faz a sua análise e o seu ponto de vista, sendo assim uma mais-valia já que permite captar falhas, erros e ajudar os indivíduos a atingir os objetivos propostos.

O método de observação deve ser utilizado quando se quer fazer análise de comportamento não-verbal e daquilo que revela, por exemplo, os códigos de comportamento, a relação com o corpo, os modos de vida e os traços culturais. A interação com a sociedade e a autenticidade relativa dos acontecimentos em comparação com as palavras também contribui para a utilização da observação direta, isto porque, é muito mais fácil mentir com palavras do que com o corpo (Pocinho, 2012).

Durante a recolha de dados foram feitas observações como observador participante nas aulas lecionadas e como observador não participante nas aulas assistidas. Nas aulas assistidas, foram anotadas notas de campo relativamente ao comportamento, assiduidade e pontualidade dos alunos através da observação da postura dos alunos, bem como o interesse na aula e a dificuldade dos mesmos, através da observação das questões colocadas. Durante as aulas lecionadas, foram feitos apenas alguns apontamentos de observações mais importantes, sendo que no final da aula eram escritas as observações como notas de campo para que fossem posteriormente transcritas para o computador.

4.3.2. Documentos escritos

Por documentos escritos entende-se todo o material escrito e informação documental dos sujeitos. Bogdan e Biklen (1994) mencionam alguns exemplos como autobiografias, diários, registo pessoal dos estudantes, documentos pessoais,

memorandos, artigos de jornais e outros materiais que possam ser considerados relevantes para a investigação.

Os documentos escritos pelos alunos podem ser pessoais e documentos oficiais. Nesses documentos podem ser analisados vários tipos de informação, desde detalhes factuais como descrições dos alunos sobre eventos. Por exemplo, utilizar para análise cálculos e tempos de realização de tarefas como detalhes factuais e descrição sobre o método utilizado e opinião sobre a tarefa como descrição dos alunos. Os documentos pessoais são documentos naturais, ou seja, documentos escritos pelos próprios alunos. Neste caso, os objetivos podem não coincidir com o objetivo do investigador. Os documentos podem ainda ser sugeridos pelo investigador para que o escreva sobre as suas experiências pessoais. Quando os documentos são referentes a organizações, como as escolas, onde estão incluídos processos de alunos e documentos externos, estes são entregues ao investigador e são considerados documentos oficiais. Sendo estes, considerado por alguns investigadores, altamente subjetivo, outros reconhecem que os documentos dão uma perspetiva oficial (Bogdan & Biklen, 1994).

Para a recolha de dados, foi pedido aos alunos que tirassem fotografia de todas as tarefas (i.e., registos escritos) que fossem realizando aula a aula e enviassem para a professora. Uma das tarefas foi para avaliação, sendo por isso recolhida. Ainda durante as aulas, sempre que havia resolução de exercícios no quadro foi tirada fotografia para posterior análise.

4.3.3. Questionário

O questionário é uma ferramenta de pesquisa a utilizar por investigadores quando necessitam de obter opiniões de grandes grupos de pessoas. A recolha de dados envolve um conjunto de questões relacionadas com uma população-alvo, com o objetivo de investigar a relação entre o grupo em estudo e uma determinada questão ou evento (Tuckman & Harper, 2012).

Este questionário tem como objetivo conhecer a intenção dos alunos prosseguirem os seus estudos e/ou carreiras profissionais em áreas STEM (Ciência-Tecnologia-Engenharia-Matemática). O questionário foi adaptado pela equipa do projeto GoSTEM (projeto financiado pela FCT, PTDC/CED-EDG/31480/2017), a partir de um questionário previamente validado (Kier et al., 2014), que avalia a intenção dos alunos em prosseguir estudos e/ou carreiras em áreas STEM, de acordo com as seguintes dimensões: autoeficácia, expectativas de resultados, inputs pessoais,

antecedentes e contextos. No que diz respeito à estrutura do instrumento de inquirição (questionário), este é composto por cinco partes, tal como se descreve de seguida. PARTE I: Nesta parte pretende-se fazer uma caracterização sociodemográfica dos alunos, através de seis questões de escolha dicotómica, escolha múltipla, resposta aberta e escalas de ordenação. PARTE II: É solicitado aos alunos, através de resposta aberta, que associem palavras ou ideias às quatro áreas STEM. PARTE III: A terceira parte do questionário é composta por 36 itens, organizados numa escala do tipo Likert de cinco pontos (1- Discordo Totalmente a 5- Concordo Totalmente) e que pretende avaliar e medir o interesse dos alunos em prosseguir uma área e/ou carreira profissional numa área STEM. Esta parte do questionário integra quatro subescalas diferentes (uma relativa às Ciências, outra à Tecnologia, outra à Engenharia e outra à Matemática).

Durante a recolha de dados, o questionário foi aplicado na aula de entrega das maquetes referentes à última tarefa. Como alguns dos alunos não têm telemóvel, o questionário foi aplicado em papel a 17 alunos, sendo que os dados foram transcritos para uma base de dados após a aula para que pudessem ser analisados.

4.4. ANÁLISE DE DADOS

Para se poder examinar a influência do uso de uma abordagem STEM na aprendizagem de Física sobre o centro de massa e momento linear de sistemas e conhecer o interesse dos alunos na intenção seguirem carreiras científicas, mais concretamente, para se encontrar as respostas às questões de investigação foram criadas categorias e subcategorias de análise dos dados adquiridos.

Por forma a identificar as dificuldades sentidas pelos alunos quando envolvidos numa abordagem STEM sobre o “centro de massa e momento linear de sistemas de partículas” foram criadas as categorias de análise enumeradas na tabela 6.

Tabela 6: Tabela referente à primeira questão de investigação “Quais são as dificuldades sentidas pelos alunos quando envolvidos numa abordagem STEM sobre o “centro de massa e momento linear de sistemas de partículas?” e as respetivas categorias de análise.

Questão de investigação	Categorias de análise	
	Categorias	Subcategorias
Quais são as dificuldades sentidas pelos alunos quando	Competências de conhecimento substantivo	Mobilizar e relacionar conceitos
		Usar linguagem científica

envolvidos numa abordagem STEM sobre o “centro de massa e momento linear de sistemas de partículas”?	Competências de conhecimento processual	Pesquisar e selecionar informação
		Esquematizar
		Explicar
	Competências de raciocínio	Interpretar a informação e concluir
	Competências atitudinais	Comunicar e argumentar
		Gerir o tempo
Articulação STEM	Mobilizar conceitos STEM e tomar consciência dos problemas globais	

Para além das dificuldades sentidas pelos alunos, foram analisadas as estratégias utilizadas pelos alunos para aprender o tópico “centro de massa e momento linear de sistemas de partículas”, quando envolvidos numa abordagem STEM. Para uma melhor compreensão, os dados foram organizados nas categorias de análise apresentadas na tabela 7.

Tabela 7: Tabela referente à terceira questão de investigação “Qual é a intenção dos alunos seguirem carreiras científicas após estarem envolvidos numa abordagem STEM?” e as respetivas categorias de análise.

Questão de investigação	Categorias de análise
Que estratégias utilizam os alunos para aprender o tópico “centro de massa e momento linear de sistemas de partículas” quando envolvidos numa abordagem STEM?	Pesquisar informação
	Colaborar e trabalhar em grupo
	Pedir apoio ao professor

Para compreender qual o interesse dos alunos na intenção seguirem carreiras científicas após estarem envolvidos numa abordagem STEM, foi aplicado um questionário anónimo aos alunos da turma. A partir desse questionário foram criadas categorias de análise por forma a verificar que fatores influenciam na intensão de seguirem uma carreira científica. Na tabela 8 encontram-se as categorias e subcategorias de análise.

Tabela 8: Tabela referente à terceira questão de investigação “Qual é a intenção dos alunos seguirem carreiras científicas após estarem envolvidos numa abordagem STEM?” e as respetivas categorias de análise.

Questão de investigação	Categorias de análise	
	Categorias	Subcategorias
Qual é a intenção dos alunos seguirem carreiras científicas após estarem envolvidos numa abordagem STEM?	Fatores contextuais	Nível de escolaridade dos pais
		Pressão no seio familiar
		Admiração pelo trabalho de quem trabalha em Ciências
	Motivações intrínsecas	Interesse nas aulas de Física
		Notas das disciplinas de Ciências
		Possível sucesso numa futura carreira científica
	Motivação extrínseca	Saídas profissionais
		Vencimento superior à média
		Reconhecimento social

CAPÍTULO 5 – RESULTADOS

Neste capítulo estão descritos os resultados obtidos no estudo através da observação, dos registos escritos dos alunos e da aplicação do questionário e uma breve análise dos mesmos. Para melhor compreensão o capítulo está dividido segundo as questões de investigação. Inicia-se com as dificuldades dos alunos quando envolvidos numa abordagem STEM e quais as estratégias de aprendizagem que utilizam. Por último os dados referentes à análise das respostas ao questionário o interesse dos alunos em carreiras científicas.

5.1. DIFICULDADES DOS ALUNOS

Segundo a literatura, os alunos apresentam várias dificuldades na aprendizagem da física, mais propriamente no domínio da mecânica. Estando envolvidos numa abordagem STEM apresentam dificuldades tanto a nível das competências de conhecimento substantivo, processual como no raciocínio e nas atitudes. Neste subcapítulo, as dificuldades estão descritas mais ao pormenor com alguns exemplos encontrados durante a aplicação das tarefas.

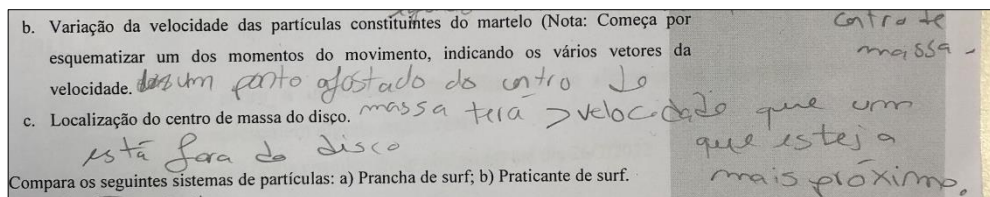
5.1.1. Competências de conhecimento substantivo

A primeira categoria de análise está dividida em duas subcategorias para melhor compreensão: mobilizar e relacionar conceitos e usar linguagem científica.

5.1.1.1. Mobilizar e relacionar conceitos

Uma das dificuldades dos alunos prende-se com a relação entre conceitos e a sua utilização. Alguns alunos apresentam concepções alternativas em relação ao domínio da mecânica, que não foram desconstruídas em anos anteriores dificultando a sua perceção no relacionamento de conceitos, acabando por criar respostas mais gerais e confusas.

Na resposta à questão 2.b. e 2.c. da primeira tarefa, era necessário que comentassem a relação entre as velocidades das diferentes partículas de um objeto em rotação, através da diferença dos raios da trajetória. Vários grupos não representaram o esquema onde deveria de incluir os vetores e os tamanhos dos vetores. Um exemplo:



(Registos escritos dos alunos, tarefa 1- parte A - questão 2.b/c, grupo 4)

Ainda em relação à mesma questão, o grupo apenas refere que está fora do disco, sem relacionar o conceito de centro de massa e sem demonstrar o que quer dizer, já que fora do disco, não fornece informações suficientes sobre a posição do centro de massa.

Algumas das respostas dos alunos apresentam-se confusas, com repetição de conceitos, retirando a coerência às respostas. Na descrição da colisão entre dois carros na parte C da quinta tarefa, o grupo referiu que chocaram com o carro e no seguimento da descrição o carro colide. Na mesma descrição, o grupo relacionou a variação de velocidade com a alteração do estado de repouso do automóvel, no entanto, não relacionou esta variação de velocidade com a transferência de energia entre os dois automóveis durante a colisão, nem as forças envolvidas.

longe na via perpendicular à nossa. Com o choque do que tínhamos acabado de ver e como a rua era a descer, acabámos por chocar com um Ford Fiesta 4 que estava destravado, mas em repouso. Com esta colisão ficámos parados no meio da estrada e, devido à transferência do momento linear do nosso movimento no instante em que os carros colidiram, o Ford ficou em movimento,

depois empurrado e colide com o Ford Fiesta 4. Com esta colisão, o Citroen c1 fica em estado de repouso e o Ford Fiesta 4 adquire velocidade, deixando de estar e estado de repouso, até que a força de atrito que a estrada faz com as rodas do veículo fazem com que este volte a estar em estado de repouso após um certo intervalo de tempo, ou seja, o Ford Fiesta 4, com esta colisão na sua dianteira, mantém-se por alguns instantes num movimento retilíneo uniformemente retardado.

(Registos escritos dos alunos, tarefa 5- parte C, grupo 2)

Por fim, a dificuldade transversal a quase todos os alunos prende-se na diferença entre a utilização de grandezas escalares e grandezas vetoriais. Tal como referido na literatura, ao longo da aprendizagem do domínio da mecânica, os alunos têm dificuldade em compreender a diferença entre grandeza escalar e vetorial e quando usar cada uma. Nos cálculos feitos pelos alunos verificou-se que os alunos igualam expressões vetoriais a valores escalares nas diversas questões colocadas nas tarefas. Na nota de campo retirada da aula referente à implementação da primeira tarefa demonstra a utilização destas igualdades, a qual refere a utilização de uma grandeza vetorial igualada a valores escalares do eixo xx quando as bolas de ténis do exercício

se deslocavam segundo dois eixos. Alguns exemplos de cálculos com grandezas vetoriais e escalares:

Handwritten student work showing calculations:

$$\cos 60 = \frac{F_x}{F}$$

$$\vec{F}_x = F \times \cos 60 = 28 \text{ N}$$

$$r = \vec{F}_m = \frac{56}{2} = 28 \text{ N}$$

$$\vec{\Delta p} = 28 \times \Delta t = 28 \text{ N}$$

$$v = \frac{\vec{p}}{m_{\text{HCl}}} = \frac{28}{280} = 0,1 \text{ m/s}$$

$$KE = m v^2 = 0,7748$$

(Registos escritos dos alunos, igualdades entre grandezas escalares e vetoriais)

“O aluno foi ao quadro e igualou \vec{r}_{CM} aos valores das posições dos centros de massa segundo o eixo das abcissas. E \vec{y}_{CM} aos valores das posições dos centros de massa segundo o eixo das ordenadas”

(Nota de Campo referente à aula onde foi aplicada a parte A da primeira tarefa)

5.1.1.2. Usar linguagem científica

Tendo em conta que os alunos não gostam de escrever, uma grande dificuldade que a maioria apresenta é a correção linguística e a escrita estruturada. Como a maior parte dos alunos apresenta a resposta por tópicos, tendem a esquecer-se de colocar unidades. Na questão onde é pedido para comentarem o centro de massa do disco em forma anelar na primeira tarefa, os alunos escrevem de forma incompleta, podendo originar conceções alternativas durante o estudo. Além de não referir como condição a espessura uniforme também omitem que pode não ser no próprio objeto, ou ainda referem que a posição é fora, sem especificar. Alguns exemplos:

Handwritten student responses:

massa uniforme → centro geométrico,
mesmo que não seja anelar

O centro de massa é fora, no centro.

(Registos escritos dos alunos, tarefa 1- parte A – questão 2.c., grupo 2/5)

Em relação aos cálculos, os alunos batalham muito sobre os algoritmos significativos e a colocação de unidades durante o ano inteiro, no entanto apresentam dificuldades na sua escrita. Em diversos registos escritos dos alunos verifica-se a falta de utilização de unidades, ou mesmo unidades inadequadas para a grandeza calculada. Alguns exemplos:

$$I_{CM} = 2e \cdot e \cdot l$$

$$v_{CM} = \frac{60 \times 2,0 + 60 \times 2,5}{120} = 2,2$$

$$v_{CM} = \frac{60 \times 2,0 + 60 \times 3,1}{120} = 2,6$$

(Registos escritos dos alunos, tarefa 1- questão 5, grupo 3)

$$v_f = \frac{1,2 \times 10^{-3}}{3,5 \times 10^{-3}} = 0,338 \text{ m/s}$$

$$p_i = m \times v = 0,260 \times 0,681 = 0,177 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$$

$$p_f = 0,25391 \times 0,338 = 0,086 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$$

$$PE = m_p v^2 = 0,7748$$

$$PF = (m_1 + m_2) \cdot v = 0,08077$$

$$ECE = \frac{1}{2} m v^2 = 0,021$$

(Registos escritos dos alunos, tarefa 5- cálculos parte B, grupo 3/1)

Em relação à escrita, os alunos têm dificuldade em se expressar cientificamente. Na resposta pedida para o mistério 2 da terceira tarefa, os alunos referem a terceira Lei de Newton, dizendo que as duas forças correspondentes ao par são iguais, em vez de se referirem apenas à intensidade da componente útil da força, já que apresentam sentidos diferentes. Em relação ao funcionamento de um foguete, o grupo de alunos refere-se à terceira Lei de Newton e posteriormente à lei da ação reação, sem manter a coerência, referindo que “os gases expelidos empurram o foguete para cima” em vez de referirem as forças específicas do par ação/reação, como por exemplo, explicarem que a força exercida para expelir os gases provoca uma reação aplicada no foguete pelos gases com a mesma intensidade, a mesma direção, mas sentidos contrários.

A partir da 3ª lei de Newton sabemos que a força que deslocará o sistema como homem será igual à componente útil da força necessária para lançar a bola (par ação reação)

(Registos escritos dos alunos, tarefa 3- mistério 2, grupo 3)

O princípio de funcionamento dos motores de foguetes baseia-se na terceira lei de Newton. Para se moverem para cima, os foguetes, expõem para baixo enormes jatos de gás aquecidos. Desta maneira, de acordo com a lei da ação e reação, os gases expelidos empurram o foguete para cima.

(Registos escritos dos alunos, tarefa 5 - parte C, grupo 1)

5.1.2. Competências de conhecimento processual

Na segunda categoria de análise, os dados foram divididos segundo três subcategorias para uma melhor compreensão: pesquisar e selecionar informação, esquematizar e explicar.

5.1.2.1. Pesquisar e selecionar informação

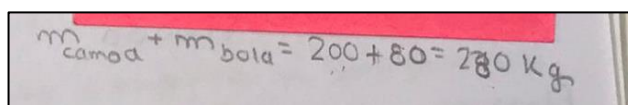
Em relação a pesquisar os alunos são pouco autónomos e tendem a pedir as páginas certas onde podem encontrar a informação. Também na pesquisa online, mesmo com os sites disponibilizados, os alunos dispersavam e não recolhiam a informação necessária. Nota de campo onde se verifica a dificuldade dos alunos em explorar os sites e as simulações para encontrar e selecionar as informações relevantes:

“O Aluno não sabia como encontrar o centro de massa no simulador de colisões do PhET. A Professora questionou se existia uma caixa ou botão que permitisse fornecer esse dado. O Aluno referiu que não conhecia o simulador e não encontrava. Quando lhe foi pedido que lesse em voz alta tudo o que estava escrito, encontrou-o.”

(Nota de campo relativa à aula onde foi aplicada a parte A da tarefa quatro)

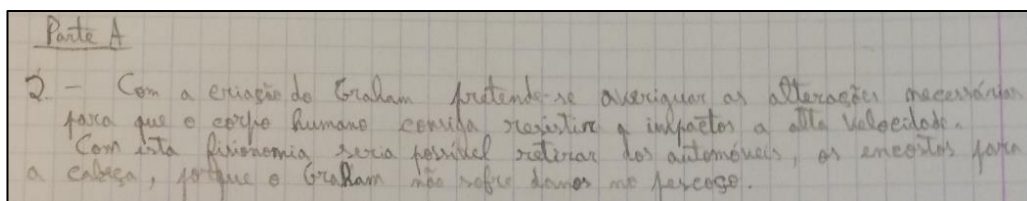
Usualmente parte da informação que os alunos necessitam está no enunciado, e estes perdem-se na informação dada, sem saber qual deve ser utilizada. Na terceira tarefa, os dados do mistério foram fornecidos aos alunos. Nos dados verifica-se que os alunos interpretaram mal os valores dados, bem como a informação sobre o sistema em estudo, escrevendo o valor da soma de outras massas:

Dados gerais: $m_{\text{cano}} = 200 \text{ kg}$ $m_{\text{homem}} = 80 \text{ kg}$ $m_{\text{bola}} = 10 \text{ kg}$ $d_{\text{interna da canoa}} = 3 \text{ m}$


$$m_{\text{cano}} + m_{\text{bola}} = 200 + 80 = 280 \text{ kg}$$

(Dados fornecidos e Registos escritos dos alunos, tarefa 3, grupo 3)

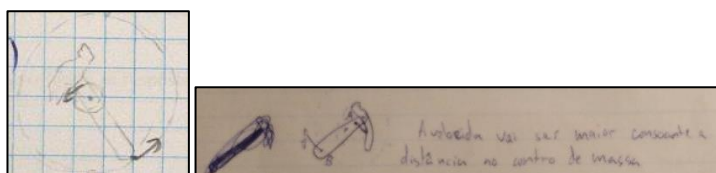
Em relação à interpretação de texto, na segunda tarefa estava escrito no texto *“Felizmente, graças à nossa inteligência desenvolvemos sistemas de segurança que nos poupam a este aspeto e que nos garantem a sobrevivência em caso de acidente de automóvel.”* No entanto, os alunos apenas referem que pode ser retirado o encosto da cabeça, sem desenvolver os sistemas de segurança:



(Registos escritos dos alunos, tarefa 2- parte A – questão 2, grupo 2)

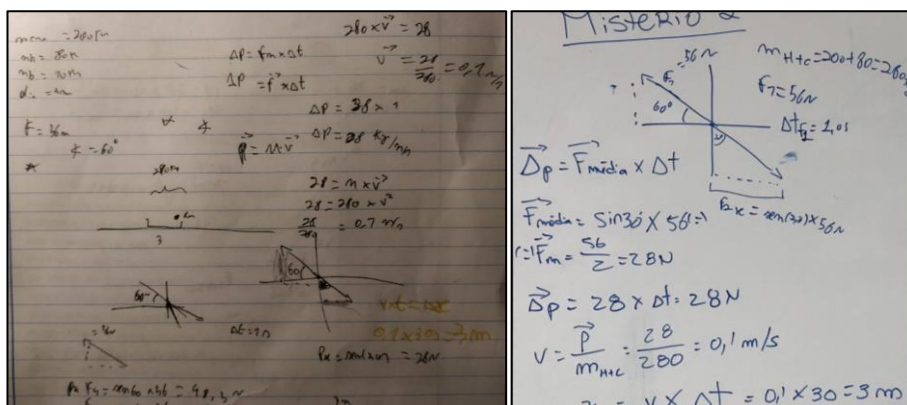
5.1.2.2. Esquematizar

Em relação à esquematização dos problemas em estudo, os alunos têm dificuldade tanto no desenho como na estruturação do esquema. Na primeira tarefa, quando os alunos devem comentar a relação entre a velocidade das diferentes partículas do martelo e a distância ao centro de massa, é pedido que comecem por fazer um esquema num instante. Alguns alunos não fizeram o esquema e outros representaram vetores de velocidade curvos, alguns sem indicarem as partículas:



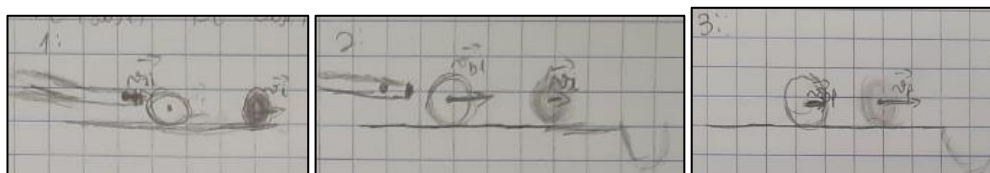
(Registos escritos dos alunos, tarefa 1- questão 3.b.)

Na terceira tarefa é necessário que os alunos esquematizem o mistério que teriam que resolver. Nos registos do grupo que foi ao quadro explicar apresentam os dados fornecidos no canto da folha, com a resolução espalhada pela folha sem qualquer estrutura. Quando foram ao quadro já apresentaram um esquema mais estruturado, no entanto ainda apresenta partes da resolução soltas que foram escritas por outro elemento do grupo, quando reparou que faltava informação na explicação.



(Registos escritos dos alunos, tarefa 3- mistério 2, grupo 3)

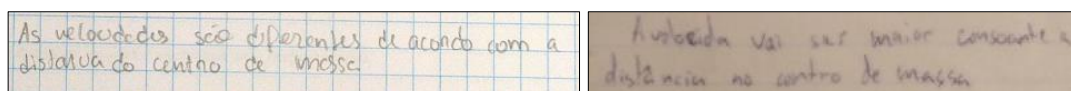
Por fim, na parte B da quarta tarefa, os alunos tinham de esquematizar as diferentes colisões que ocorriam, ou seja, a colisão entre o taco e a bola branca e a colisão entre a bola branca e a preta. Os alunos não apresentam coerência na legenda dos vários vetores de velocidade, apresentando: \vec{v}_{ti} para a velocidade inicial do taco, mas na velocidade final, não escrevem nada; \vec{v}_{bi} para a velocidade inicial da bola branca, mas para a outra bola apenas \vec{v}_i e igual para as velocidades finais das duas bolas:



(Registos escritos dos alunos, tarefa 4 - parte B - questão 2, grupo 2)

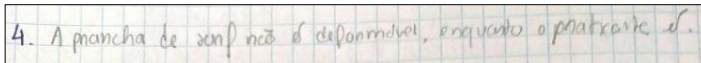
5.1.2.3. Explicar

Os alunos têm sempre preferência por responder por tópicos, apresentando por vezes explicações sem ligações entre os vários tópicos, ou explicações incompletas. Em relação ao início da primeira tarefa, quando era necessário comentar diversos tópicos em relação ao centro de massa e à diferença entre corpos rígidos e deformáveis, os alunos ficavam apenas por explicações superficiais. Em relação às velocidades das diferentes partículas constituintes do martelo, os alunos apenas explicaram que as velocidades são diferentes de acordo com a distância do centro de massa, sem referirem qual apresenta maior velocidade. Outros alunos referem que a velocidade é maior consoante a distância ao centro de massa, mas também não referem se essa distância é maior ou menor. Nenhum aluno explicou a variação da velocidade com o raio da trajetória. Alguns exemplos:



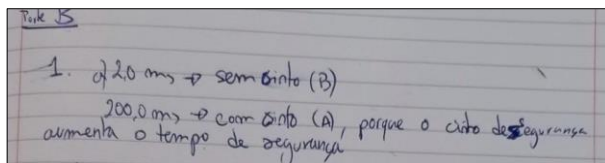
(Registos escritos dos alunos, tarefa 1 - parte A - questão 3.b.)

Ainda na primeira tarefa, na questão quatro, os alunos tinham de comparar o sistema prancha de surf e o sistema praticante de surf. Alguns alunos apenas fizeram referência ao facto da prancha de surf não ser deformável, enquanto o praticante sim, sem explicarem em que se basearam, por exemplo, explicarem que, num sistema deformável, a distância entre partículas constituintes do sistema ao longo do tempo varia. Exemplo:



(Registos escritos dos alunos, tarefa 1 - parte A - questão 4 – grupo 5)

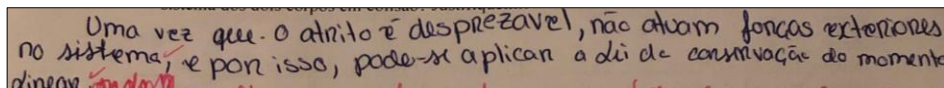
Por fim, quando era necessário explicar a atribuição de valores a situações, os alunos apenas referiam os valores, por exemplo, na questão 1 da parte B da segunda tarefa, os alunos tinham dois carros teste e dois valores distintos para tempos de colisão. Num dos carros seguia um condutor com cinto de segurança e no outro carro o condutor não tinha cinto. Pedia-se então que atribuíssem os diferentes tempos de colisão aos condutores correspondentes e explicassem a atribuição. Alguns alunos apenas referiram que o condutor com maior tempo de colisão era o que tinha o cinto porque este aumentava o tempo de segurança. Neste caso reparamos que os alunos fazem referência ao tempo de segurança, em vez de tempo de colisão e que não referiram a razão do aumento do tempo. Ou seja, não relacionaram o aumento do tempo de colisão com o funcionamento do cinto de segurança. Exemplo:



(Registos escritos dos alunos, tarefa 2 - parte B – questão 1 – grupo 2)

5.1.3. Competências de raciocínio

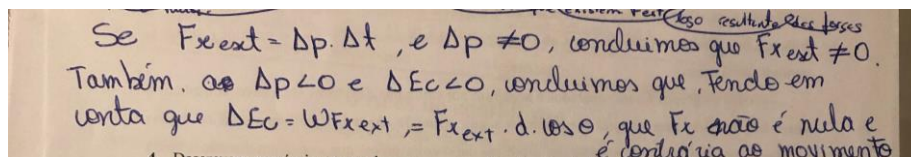
Em relação às competências de raciocínio, alguns alunos tiveram dificuldade em interpretar as questões e os dados obtidos e em retirar conclusões. Na questão 2.b. da parte A da quinta tarefa, que envolvia dar resposta a duas questões em relação à Conservação do Momento Linear (Num dos carros e no sistema), os alunos não leram bem a questão e acabaram por dar resposta apenas à questão final:



(Registos escritos dos alunos, tarefa 5 - parte A – questão 2.b. - grupo 5)

Na mesma tarefa, na questão 3 da parte B, era necessário que os alunos concluíssem sobre a resultante das forças aplicadas sobre o sistema de dois carrinhos durante a colisão, tendo em conta os dados que analisaram nas questões anteriores. Um dos grupos concluiu apenas com utilização de fórmulas, pois segundo os mesmos: “Não temos tempo para escrever isto completo” (Nota de campo referente à aula de aplicação da quinta tarefa).

Mesmo apenas utilizando fórmulas, a conclusão está confusa, tendo os alunos utilizado letras maiúsculas no meio da frase e vírgulas com sinais:



(Registos escritos dos alunos, tarefa 5 - parte B – questão 3 - grupo 2)

Por fim, na apresentação das conclusões, alguns alunos realizam os cálculos e terminam apenas com os resultados. Na questão 3.b. da segunda tarefa é pedido para os alunos relacionarem a força média de impacto que o Graham sofreu, com a força média de impacto sofrida pelo homem. Em resposta a esta questão os alunos apresentaram apenas a relação em forma de fração, sem concluir:

(Registos escritos dos alunos, tarefa 2 - parte A – questão 3.b. - grupo 3)

5.1.4. Competências atitudinais

A categoria das competências atitudinais foi subdividida na comunicação e argumentação e na gestão do tempo para melhor compreensão das dificuldades dos alunos.

5.1.4.1. Comunicar e argumentar

Em relação à comunicação escrita, os alunos em geral demonstram grandes dificuldades em elaborar uma resposta estruturada, onde apresentem os seus argumentos. Estes têm preferência pelas respostas por tópicos, sendo que, quando é pedido um texto, os alunos tendem a mostrar o seu desagrado. Estes acabam por escrever apenas tópicos onde inserem os conceitos que reconhecem das pesquisas que fazem no livro, mas não os interligam. Alguns alunos têm dificuldade de colocar no papel o seu raciocínio e preferem comunicar com o grupo, para que, o aluno com maior facilidade para a redação de uma resposta, a escreva. Exemplo de uma resposta por tópicos:

4. Compara os seguintes sistemas de partículas: a) Prancha de surf; b) Praticante de surf.

Com a não varia
Com b varia pois é de for mavel.
5. Dois amigos estavam a terminar um jogo de ténis e o

(Registos escritos dos alunos, tarefa 1 - parte A - questão 4 - aluno grupo 5)

Em relação à comunicação oral, alguns alunos têm medo e vergonha de apresentar os seus resultados e conclusão, acabando por pedir para ser um colega a fazer. Quando se pede ao grupo inteiro para apresentarem as conclusões à turma e explicarem, os alunos sentem-se mais à vontade, mas demonstram ter dificuldades na comunicação, fazendo muitas paragens e frases incompletas. Os outros elementos dos grupos sobrepõem a voz para tentar ajudar, tornando a compreensão mais difícil para a restante turma. Nas discussões coletivas, em aulas onde estão todos os alunos, acabam por ser sempre os mesmos intervenientes, aqueles que têm um poder de argumentação mais desenvolvido, com raciocínio mais rápido. Os restantes têm de ser incentivados a participar e argumentar, apresentando discursos pouco desenvolvidos e argumentos incompletos.

5.1.4.2. Gerir o tempo

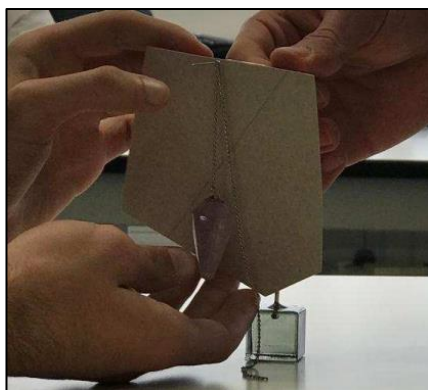
Uma das grandes dificuldades dos alunos é realmente a gestão do tempo. Quando eles têm o tempo limite para a tarefa no global, acabam por atrasar a sua resolução, conversam mais dentro do grupo e acabam por divergir do tema. A partir do momento em que são informados que o tempo está a terminar, concentram-se e tentam terminar a tarefa, acabando por ficar para outra aula a finalização da tarefa proposta ou então para casa, de modo que a aula seguinte seja apenas para discussão. Pelo contrário, quando o tempo é dado por questão, ou grupo de questões, os alunos tendem a discutir mais dentro do grupo e apressar os colegas, apresentando um trabalho mais desleixado e terminando antes do tempo sem reverem o trabalho feito, em vez de delegarem tarefas para que tudo fique feito dentro do prazo estipulado. A tarefa quatro estava preparada para 100 minutos, no entanto só foi possível fazer a parte A, pois os alunos divagaram na aula anterior e nessa mesma aula com conversas paralelas e acabam por trabalhar mais lentamente do que o planeado. A parte B foi para fazerem em casa como preparação para o teste, duas semanas antes do mesmo. Os alunos foram informados que podiam tirar dúvidas por e-mail ou na aula seguinte, no entanto, apenas um grupo a fez, no dia antes do teste.

Em relação à parte C da quinta tarefa, os alunos tiveram quatro semanas para desenvolver a maquete e cinco semanas para escrever a parte teórica pedida em relação à maquete. Todos os grupos começaram a pensar nos materiais na aula seguinte, pois foram forçados a trazê-los, no entanto, só começaram a fazer a maquete no dia antes da apresentação da mesma. Um dos cinco grupos acabou por entregar a parte teórica fora do tempo estipulado e três grupos no final do último dia para entrega, sendo que apenas um grupo tinha a parte teórica feita ao mesmo tempo que a maquete. Quando questionados sobre o tempo que tiveram para desenvolver a maquete, um dos alunos referiu, orgulhoso, que só tinham começado a fazer de manhã e tinha ficado “semi-bom” a tempo.

5.1.5. Articulação STEM

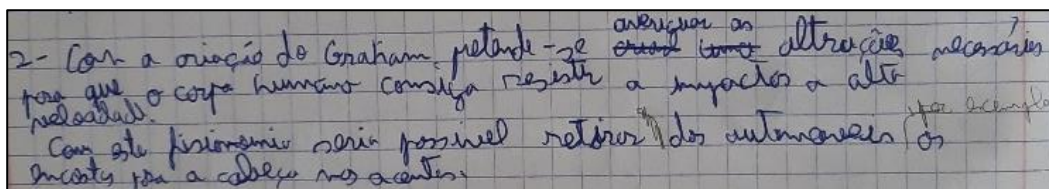
A Articulação STEM esteve presente em todas as tarefas aplicada, por isso os resultados apresentam-se pela ordem das tarefas aplicadas. Após os resultados das tarefas, apresentam-se os resultados referentes à dificuldade para a consciencialização para problemas globais inserida na articulação STEM.

Na primeira tarefa, a articulação STEM foi feita na parte B, onde os alunos necessitavam de dar resposta a duas questões, testar as suas respostas através de experimentação e depois apresentar uma explicação. Para testar o equilíbrio dos polígonos na ponta do lápis, os alunos pegaram em pedaços de cartão de espessura constante e tentaram equilibrar diretamente no lápis, não obtendo resultados satisfatórios, pois foram chegando o cartão mais para um lado ou para o outro sem criarem um sistema para descobrir onde era efetivamente o centro de massa dos polígonos. Posteriormente, já com a utilização de um sistema para encontrar o centro de massa, alguns elementos dos grupos eram muito “trapalhões” e queriam fazer todos e tudo a correr, acabando por ficar mal marcado e conseqüentemente não conseguiram equilibrar com os primeiros polígonos, repetindo até arranjam um método que funcionasse para eles. Por exemplo este grupo já tinha três mãos para encontrar uma das linhas a marcar e ainda faltava mais uma mão com o lápis para marcar a linha:



(Exemplo de posição das mãos para medição do centro de massa, tarefa 1)

A segunda tarefa baseou-se nos sistemas de segurança dos automóveis e na sua importância, culminando na criação de um panfleto. Durante toda a tarefa em aula, alguns alunos tiveram dificuldade em transpor o assunto para as suas vidas pessoais e em considerar as consequências de andar sem cinto de segurança no carro, sendo que dois alunos desvalorizaram a utilização do mesmo em distâncias curtas. Na questão sobre o que se poderia retirar dos automóveis se os Humanos tivessem a constituição do *Graham*, alguns alunos apenas referem o encosto para a cabeça dos assentos, acrescentando após a discussão coletiva “por exemplo”. Apenas quando pesquisaram os dados dos acidentes para a criação do panfleto é que compreenderam que a utilização dos cintos e dos *airbags* pode salvar vidas.

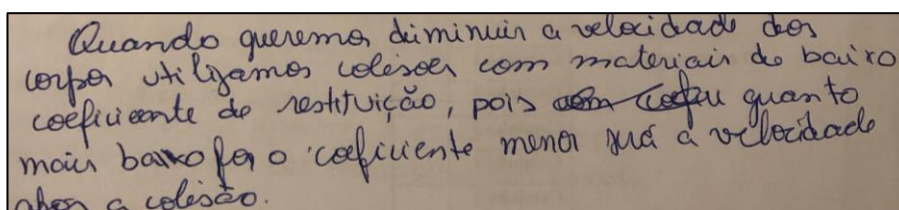


(Registos escritos dos alunos, tarefa 1 - parte A - questão 2 - aluno grupo 2)

Na quarta tarefa, parte A, os alunos tiveram de escolher as variáveis, definir quais podiam controlar na simulação e criar uma tabela onde preenchessem com os dados da simulação sobre colisões entre duas bolas e entre uma bola com a parede. Os alunos tiveram dificuldade em compreender que variáveis escolher e o que significava fazer controlo de variáveis. Após uma explicação do funcionamento da simulação e dos dados que podem ser recolhidos através da simulação, os alunos continuavam sem saber como se constrói uma tabela de análise de dados.

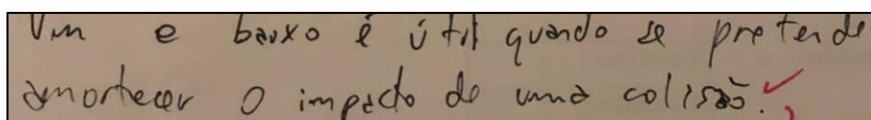
Na quinta tarefa, a articulação STEM estava presente em praticamente toda a tarefa, sendo esta uma adaptação da A.L. 1.3. Colisões. Os alunos analisaram os dados

experimentais fornecidos pela editora e posteriormente tiveram de relacionar alguns valores obtidos com o contexto do problema, ou seja, contextualizar num apocalipse zombie. Dos cinco grupos, apenas um fez a ligação entre o coeficiente de restituição baixo com a fuga dos zombies, sendo que os restantes grupos apenas fizeram referência incompleta à teoria. Por exemplo, um dos grupos referiu apenas que quanto menor fosse o coeficiente, menor seria a velocidade após a colisão, sem ter em consideração a implicação da diferença de velocidades entre os dois corpos e a dissipação de energia na colisão. Outro grupo refere apenas que é útil para amortecer um impacto, sem referir a dissipação de energia e sem exemplos ligados ao contexto em que estavam envolvidos:



Quando queremos diminuir a velocidade dos corpos utilizamos colisões com materiais de baixo coeficiente de restituição, pois ~~com~~ quanto mais baixo for o coeficiente menor será a velocidade após a colisão.

(Registos escritos dos alunos, tarefa 5 - parte B - questão 5 - aluno grupo 4)



Um e baixo é útil quando se pretende amortecer o impacto de uma colisão.

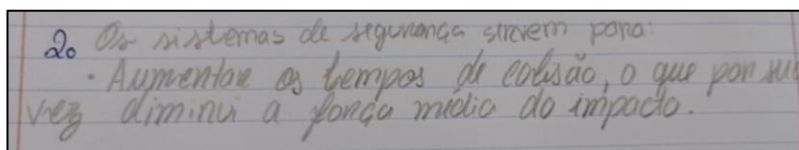
(Registos escritos dos alunos, tarefa 5 - parte B - questão 5 - aluno grupo 3)

Na última parte da quinta tarefa, os alunos tiveram de dimensionar uma maquete de uma colisão previamente escolhida. Depois de terem sido informados que poderiam ter aulas em laboratório para trabalharem na maquete e que poderiam usar sistemas elétricos ou mecânicos, decidiram optar por fazerem sem a aula no laboratório e apenas maquetes mecânicas. Os alunos tiveram dificuldade em identificar que tipo de colisão era e em construir uma maquete que funcionasse. Um dos grupos decidiu fazer o lançamento de um canhão com a utilização de um elástico do cabelo e um berlinde, tendo muitas dificuldades no lançamento do mesmo. O grupo que ficou com a colisão de um carro com uma parede, não considerou os danos à parede e fê-la estática. Todas as maquetes feitas pelos alunos estão no Anexo C. Algumas fotos da demonstração das maquetes:



(Exemplos das maquetes dos alunos, tarefa 5 - parte C)

Os contextos de todas as tarefas realizadas baseavam-se em problemas do dia-a-dia, com os quais os alunos poderiam ter interesse. Por exemplo, a segunda tarefa baseava-se na utilização dos sistemas de segurança nos automóveis, com o objetivo principal dos alunos compreenderem a importância desses mesmos sistemas, terminando a tarefa com a construção de um panfleto sobre o assunto. Na questão em relação ao propósito dos sistemas de segurança, os alunos apenas referem as características físicas, ou seja, o aumento do tempo de colisão e consequente diminuição da força média do impacto, não falando sobre as diferenças nos danos causados ao condutor e outros passageiros.



(Registos escritos dos alunos, tarefa 2 - parte B - questão 2 - grupo 1)

Em relação ao panfleto, todos os grupos utilizaram diferentes abordagens e compreenderam quais os problemas relacionados com a falta de utilização do cinto de segurança, no entanto não mencionam as revisões periódicas para verificar o estado dos restantes sistemas de segurança.

5.2. ESTRATÉGIAS DE APRENDIZAGEM

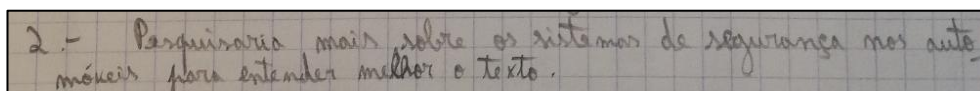
Os alunos apresentam várias estratégias de aprendizagem quando estão envolvidos numa abordagem STEM tanto a nível individual como a nível de grupo e com o apoio do professor. Neste subcapítulo, as estratégias de aprendizagem estão descritas mais ao pormenor com alguns exemplos encontrados durante a aplicação das tarefas.

5.2.1. Pesquisar informação

Durante a realização das cinco tarefas, os alunos tinham disponível o manual escolar e o telemóvel para quando necessitassem de fazer pesquisa extra. O manual escolar foi sempre o primeiro sítio onde os alunos procuravam informação que os ajudasse a resolver as tarefas durante o trabalho autónomo. Quando os alunos encontravam as páginas com a informação pretendida, anotavam os números da página e, caso necessitassem de fórmulas, anotavam-nas no caderno diário.

Em relação à aprendizagem das questões mais teóricas sobre o centro de massa de um sistema de partículas, o momento linear e as colisões, os alunos pesquisaram no manual os diferentes conceitos e procuraram relacioná-los com base nas suas pesquisas.




Na segunda tarefa, os alunos tinham de ter algum conhecimento sobre sistemas de seguranças em automóveis para dar resposta a algumas questões. Através da observação verificou-se que os alunos foram pesquisar mais sobre o *Graham* e sobre acidentes de automóveis de modo a conseguirem explicar a influência da utilização destes sistemas, sendo que alguns referem que se fizessem novamente a tarefa iriam pesquisar mais durante a aula para entenderem melhor o texto inicial:



2. - Pesquisaria mais sobre os sistemas de segurança nos automóveis para entender melhor o texto.

(Registos escritos dos alunos, tarefa 2 – reflexão – questão 2)

Para criar os panfletos sobre a importância da utilização dos sistemas de segurança, os alunos basearam-se em pesquisas autónomas na internet para encontrar os dados sugeridos em aula, como por exemplo:

	O USO DO CINTO DE SEGURANÇA REDUZ O RISCO DE MORTE EM 45-60%
	O USO DE CINTOS DE SEGURANÇA REDUZ O NÚMERO DE LESÕES EM 60-75%
	O USO DE AIRBAGS REDUZ O RISCO DE MORTE EM UM ACIDENTE EM 30-35%

Conselho Nacional de Tránsito. Um estudo de 2008, realizado pelo Centro de Experimentação e Segurança, revelou que caso todos os automóveis que estiveram envolvidos em acidentes possuissem Airbag, mais de 3,4 mil vidas poderiam ter sido salvas durante o período de 2001 a 2007.

(Registos escritos dos alunos, tarefa 2 – parte C)

Para resolverem o mistério do movimento da canoa, os alunos perguntaram se podiam consultar o manual escolar. Após a resposta afirmativa, os alunos resolveram o mistério autonomamente, apenas pesquisando no manual sobre forças internas ao

sistema e forças externas e como poderia variar o movimento, tendo em conta a aplicação ou não de cada uma delas.

Para a preparação da simulação na quarta tarefa, os alunos tiveram de investigar quais as variáveis que se tinha de ter em consideração durante a colisão entre duas bolas de bilhar e entre uma bola de bilhar e a parede. Para isso, tiveram um primeiro contacto com o simulador de colisões no computador, autonomamente, para que pesquissassem sobre o seu funcionamento. Alguns alunos conseguiram compreender o funcionamento do simulador e como poderiam variar as variáveis para criarem um estudo apenas com pesquisa na internet e com utilização de tutoriais.

Sendo a quinta tarefa uma adaptação da atividade laboratorial, para poderem dar resposta às questões pedidas, os alunos decidiram pesquisar no manual em que consistia a atividade laboratorial, os materiais e os objetivos gerais.

Na parte C, da quinta tarefa os alunos pesquisaram que materiais poderiam utilizar na construção da maquete. Sendo que um dos alunos de um grupo referiu: “O material está bom, não está? Andei na loja a experimentar os vários materiais que tinham com o carro, para ver qual era aquele que fazia menos resistência possível para simular uma estrada sem atrito.” (Nota de Campo). Praticamente todos os alunos foram autónomos nesta parte, sendo que além da pesquisa para a escolha dos materiais, pesquisaram também no manual escolar os diversos tópicos pedidos como: a caracterização do sistema de colisão, a conservação do momento linear, a conservação da energia cinética e o coeficiente de restituição.

5.2.2. Colaborar e trabalhar em grupo

Para a realização das tarefas, todos os alunos concordaram num ponto: o trabalho de equipa é fundamental para o desenvolvimento de uma tarefa/trabalho. Ao longo das aulas foram sendo questionados em relação ao trabalho que estavam a realizar. Algumas das questões prenderam-se com a importância do trabalho de grupo para o desenvolvimento da tarefa. Os alunos foram respondendo às questões, alguns referiram que sem os colegas não tinham conseguido fazer o trabalho, outros pediram para que todas as aulas fossem como as de física: em grupos de trabalho onde pudessem discutir ideias.

Uma das dificuldades sentidas pelos alunos já descrita anteriormente assenta na representação através de desenhos, esquemas e tabelas, sendo que, foi possível observar o apoio e a entajuda dentro dos grupos de trabalho para tentarem ultrapassar

esta dificuldade. Mais especificamente, na primeira tarefa, enquanto se circulava pelos grupos, observou-se uma das alunas a ajudar o colega a procurar a página do manual e a descrever oralmente a variação da velocidade nas diferentes partículas do martelo em rotação para o colega poder esquematizar.

O diálogo entre colegas é perceptível em alguns dos casos, podendo-se observar o processo do grupo e o raciocínio dos alunos para ultrapassar as dificuldades sentidas por alguns dos elementos. Como os alunos já se conhecem a algum tempo, aproveitam as capacidades de cada um para melhorar o trabalho do grupo e terminar as tarefas propostas no tempo estipulado.

Durante o trabalho autónomo referente à segunda tarefa observou-se que num dos grupos, um aluno escrevia por tópicos o que dois alunos discutiam sobre a constituição do *Graham* e do Homem, enquanto isso, um outro aluno pesquisava sobre como calcular a quantidade de movimento no formulário. Alguns minutos depois, no mesmo grupo, um dos alunos explicava aos restantes a diferença entre força de impacto instantânea e força de impacto média. Quando questionados sobre o método que estavam a adotar, um dos alunos referiu que não queria fazer tudo, mas sim ajudar os colegas para que eles pudessem fazer e aprendessem também.

Na quarta tarefa, os alunos tinham o tempo contado para realizar a parte A, que envolvia a planificação e execução de uma simulação. Os grupos colaboraram entre eles, partilhando os dados obtidos pela simulação, desta forma, aproveitaram o tempo extra para melhorar outros aspetos. Dentro dos grupos, os alunos definiram os objetivos e dividiram tarefas, para conseguirem terminar a simulação e análise de dados.

Durante a realização da quinta tarefa os alunos distribuíram tarefas e juntaram-se aos pares dentro do grupo para conseguirem ultrapassar as dificuldades que alguns apresentavam. Num dos grupos observou-se alguns alunos a explicarem com gestos como funcionava a colisão entre dois carros e discutiam em grupo quais os materiais que poderiam ser utilizados para verificar as velocidades dos carros antes e após a colisão.

Em relação à avaliação que fazem das aulas um dos alunos refere que não mudaria nada caso tivesse de fazer a atividade novamente, uma vez que, o trabalho em grupo ajudou a adquirir os conhecimentos. Outro aluno refere que ajudou os colegas com algumas dúvidas e que a ajuda dos colegas foi muito importante para resolver as dificuldades que tinha:

2- Não. Trabalhar em grupo ajuda bastante a apreensão dos conteúdos.

(Registos escritos dos alunos, tarefa 2 – reflexão – questão 2)

Realizei exercícios e ajudei os meus colegas nas dúvidas que tiveram. Os meus colegas também me ajudaram e tiveram um bom desempenho.
As dificuldades que tive foram explicadas por colegas e entendidas facilmente.

(Registos escritos dos alunos, tarefa 4 – reflexão)

Com estes dois exemplos verifica-se que os alunos têm a consciência do peso que o trabalho de grupo tem nas próprias aprendizagens.

Durante as aulas lecionadas verificou-se que os alunos primeiro tentam perceber se os colegas sabem a resposta e se os podem ajudar a compreender e só depois questionam a professora.

5.2.3. Pedir apoio ao professor

Ao longo das aulas lecionadas, os alunos pediam ajuda à professora mais em contexto de exercícios para confirmar conversões e valores antes de continuarem para o exercício seguinte.

Em relação à interpretação das questões, alguns alunos chamavam a professora durante o trabalho autónomo para explicar o raciocínio e ver se estavam aptos para continuar a trabalhar. Por exemplo, na questão da primeira tarefa sobre a caracterização do centro de massa do sistema composto pelas duas bolas de ténis lançadas, os alunos chamaram a professora para ter a certeza de que a aceleração era apenas a aceleração gravítica, uma vez que, as bolas estavam em queda livre. Depois de serem questionados sobre se existia outra força exercida nas bolas durante o voo e responderem negativamente, compreenderam que estavam no caminho certo e continuaram a tarefa. Outro exemplo: na segunda tarefa os alunos chamaram a professora porque tinham calculado tanto a força média do impacto que o *Graham* sofreu, como a sofrida pelo Homem e queriam saber se a relação entre as duas forças podia ser apresentada como um quociente entre as duas, já que alguns elementos do grupo não concordavam. Ou seja, procuravam validar a resposta já encontrada e o método utilizado.

Uma das dificuldades dos alunos que culminou no auxílio da professora foi a planificação da simulação da tarefa quatro. Após pesquisarem e encontrarem quais as variáveis que devem ser controladas para testar várias colisões entre duas bolas, os alunos tiveram dificuldade em criar uma tabela para controlo de variáveis, pedindo

ajuda à professora. Os alunos alegaram que nos últimos anos não tiveram muitas atividades experimentais então não sabiam o que fazer para controlar variáveis. Com a ajuda da professora compreenderam quais os valores que tinham de fixar e quais os que faziam variar para perceber como cada uma das variáveis iria influenciar a velocidade após a colisão de cada bola. Antes de iniciarem a simulação, os alunos não sabiam como fazer porque tinham a tabela com as variáveis na questão dois, mas apenas a questão três dizia para construir a tabela e não sabiam se tinham de fazer duas diferentes. Chamaram a professora para questionar sobre a tabela e, após compreenderem que podiam usar a mesma tabela, começaram a simulação. Um exemplo da tabela de análise:

Handwritten student work showing a table for two-ball collisions and a legend for units.

2 bolas							
m_1	m_2	v_1	v_2	v_1'	v_2'	E_c	E_c'
1,00	1,00	1,00	0,00	0,00	1,00	0,50	0,50
2,00	1,00	1,00	0,00	0,33	1,33	1,00	1,00
2,00	1,00	2,00	0,00	0,67	2,67	4,00	4,00
1,00	1,00	2,00	-1,00	-1,00	2,00	2,50	2,50
1,00	1,00	2,00	1,00	1,00	2,00	2,50	2,50

Legend:

- m em kg
- v em ms^{-1}
- E_c em J

(Registos escritos dos alunos, tarefa 4 – parte A – questão 2/3 – grupo 3)

Nas questões onde tinham de criar qualquer coisa, mais ligadas à articulação STEM, os alunos tinham muitas dúvidas sobre o que era para fazer, como era para fazer e qual o formato para ser entregue. Por exemplo, na primeira tarefa, quando tinham de equilibrar os polígonos em cartão na ponta do lápis, os alunos não sabiam por onde começar, nem o que precisavam de apontar e observou-se que iam por tentativa e erro até pedirem ajuda. Com a ajuda da professora compreenderam o objetivo do trabalho e iniciaram a medição e marcação rigorosa. Para a criação do panfleto, os alunos tinham dúvidas técnicas, nomeadamente sobre o tamanho do documento e que tipo de dados tinha de conter. Após discutir em turma quais seriam os dados mais apropriados, os alunos seguiram as pesquisas autonomamente.

Em relação às dificuldades a nível conceptual, os alunos preferiam não colocar questões, só mesmo quando não conseguiam compreender através de outras estratégias. Um dos alunos, durante a introdução das colisões não conseguia compreender como é que nas inelásticas o momento linear do sistema se mantinha,

mas a energia cinética do sistema não, quando ambos dependiam das mesmas velocidades e das mesmas massas. “Com a ajuda da professora foi ao quadro fazer os cálculos de um exemplo e compreendeu a diferença, já o momento linear depende da velocidade e das massas, mas a energia cinética depende do quadrado das velocidades e das massas. Após esse exemplo no quadro, o aluno agradeceu e sentou-se.” (Nota de Campo).

Por fim, alguns alunos ficavam presos aos cálculos por lhes darem valores que não estavam à espera. Por exemplo, no cálculo das variações das energias cinéticas na tarefa cinco, os alunos estavam a obter valores negativos para a primeira variação e pediram ajuda para compreender esse valor. Criou-se então espaço para uma discussão coletiva em relação a esses valores, onde os alunos, através da conversa com a professora, compreenderam que existe diminuição de energia cinética no sistema após a colisão, pois há libertação de energia durante a colisão, representando uma colisão inelástica.

5.3. INTERESSE DOS ALUNOS EM CARREIRAS CIENTÍFICAS

Para compreender qual o interesse dos alunos na intenção de seguirem carreiras científicas após estarem envolvidos numa abordagem STEM, foi aplicado um questionário anónimo a 17 alunos da turma. A média das notas da turma a Física e Química no ano anterior foi 14,29, sendo que houve notas desde os 10 valores aos 18 valores, apresentando-se como uma turma homogénea.

Destes alunos, todos tencionam ingressar num curso superior, maioritariamente em engenharias. Os cursos de primeira opção são muito diferentes entre os alunos, sendo que 12 alunos tencionam frequentar uma engenharia e os restantes dividem-se entre cursos de gestão, física e *design* de moda. Na figura 1 encontra-se a comparação entre a média dos interesses dos alunos nas diferentes áreas. Verifica-se uma discrepância muito grande entre engenharia e outras áreas.

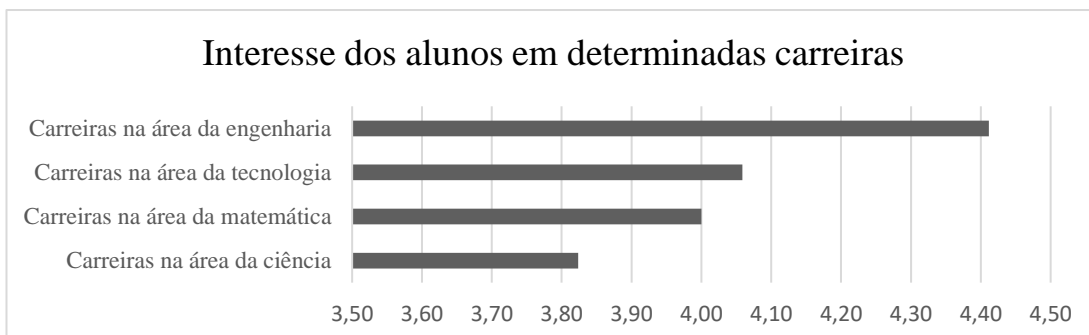


Figura 1: Gráfico da distribuição do interesse dos alunos para seguir carreiras relacionadas com as diferentes áreas.

5.3.1. Fatores contextuais

Relativamente aos fatores contextuais, foi analisado o nível de escolaridade dos pais, verificando-se que 76,5% das mães e 52,9 % dos pais têm um curso superior ou uma pós-graduação, sendo que o nível de escolaridade dos pais não tem influência no interesse pelas futuras carreiras. Durante a análise das respostas dadas verificou-se uma relação entre a carreira que a família quer que o aluno siga (ciência ou engenharia) com o encorajamento para estudar ciências.

A maior parte dos alunos que tem interesse total em seguir carreira na área de engenharia, menciona que a família quer que siga essa área e ainda que admiram o trabalho de quem é de engenharia. As relações mais fortes encontradas na análise de dados prendeu-se com a engenharia. Todas as outras carreiras não tinham relações significativas com os restantes dados.

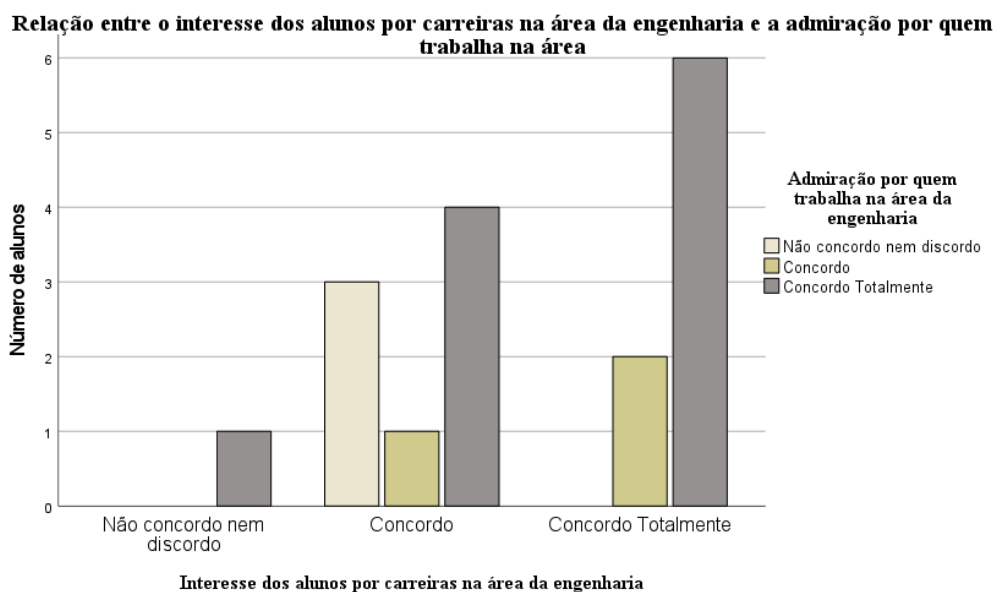


Figura 2: Gráfico da relação entre o interesse dos alunos por carreiras na área da engenharia e a admiração por quem trabalha na área.

Através da análise do gráfico da figura 2 verifica-se que 16 dos 17 alunos têm interesse por carreiras na área da engenharia, sendo que 13 destes têm uma admiração por quem trabalha na área, o que pode ser um fator de influência para o interesse por essa mesma carreira. Apenas um aluno que tem uma grande admiração por quem trabalha numa área de engenharia, não tem interesse por essa mesma área.

5.3.2. Motivações intrínsecas

As motivações intrínsecas podem ser subdivididas nos interesses dos alunos em relação às aulas de Física e nas notas em disciplinas de ciências. Tendo em conta as notas no ano anterior foi feita uma relação com a possibilidade de a profissão estar relacionada com as ciências. No gráfico da figura 3 verifica-se então que todos os alunos com 16 ou mais valores tencionam trabalhar numa área científica, podendo ser um possível fator que despolete o interesse em continuar pela área das ciências.

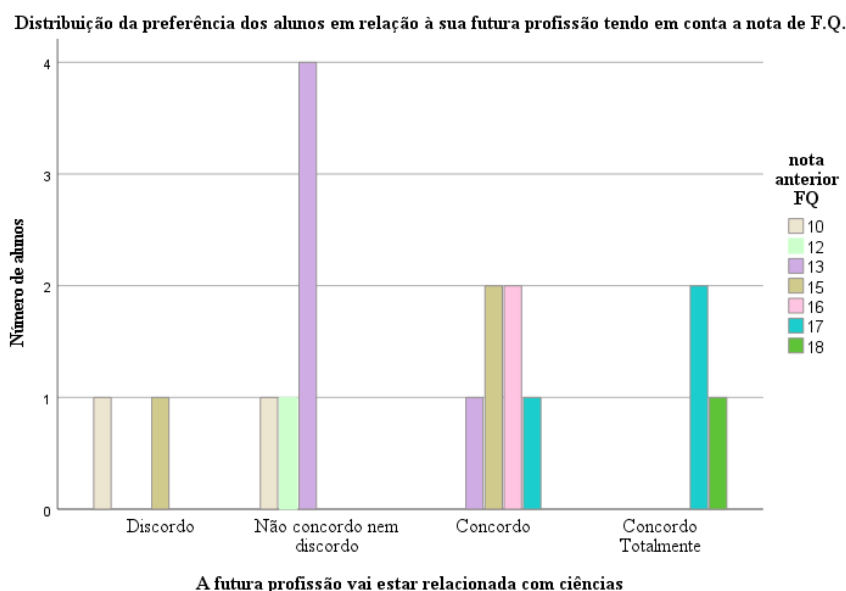


Figura 3: Gráfico da distribuição da preferência dos alunos em relação à sua futura profissão tendo em conta a nota anterior de Física e Química.

Em relação às aulas de Física, os alunos demonstram ter interesse por aprender e por realizar projetos e atividades diversificadas, especialmente as que envolvem o uso de tecnologia e as que envolvem engenharia. Sendo que existe uma correlação forte entre o gosto das atividades que envolvam engenharia com o interesse por carreiras na mesma área. Foi ainda feito um estudo sobre a opinião dos alunos relativamente à relação entre o interesse dos mesmos em carreiras na área da engenharia e a influência do sucesso escolar em ciências para o futuro, criando-se o gráfico da figura 4.

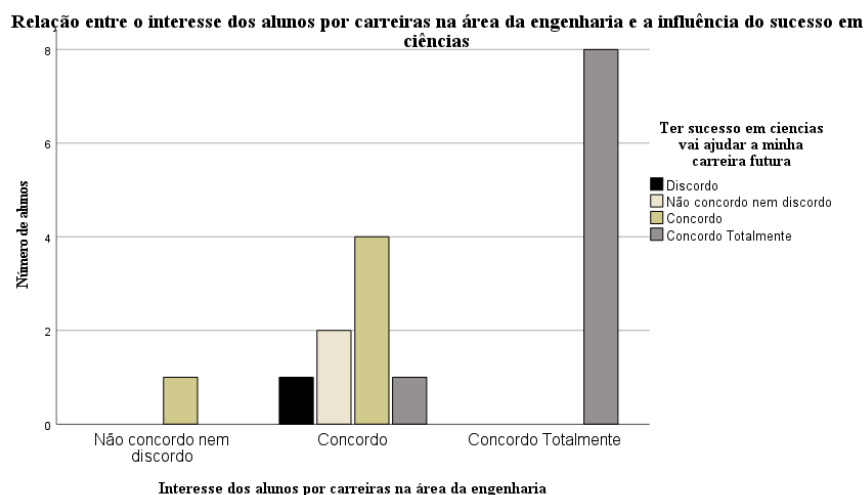


Figura 4: Gráfico da relação entre o interesse dos alunos por carreiras na área da engenharia e a influência do sucesso em ciências.

Através do gráfico da figura 4 observa-se que todos os alunos que consideraram útil o sucesso em ciências no ensino secundário querem seguir uma carreira em engenharia. No gráfico apenas está descrita a informação relativa às carreiras na área da engenharia, pois quando foram analisados os dados entre a média do interesse em seguir carreiras em engenharia, com a média do interesse em seguir carreiras em ciências verifica-se um decréscimo nesta última (de 4,41 para 3,82), no entanto, os alunos que têm interesse em carreiras em ciências também consideram que ter sucesso nas aulas é importante para a futura carreira.

5.3.3. Motivações extrínsecas

As motivações extrínsecas para seguirem carreiras científicas podem ser subdivididas em: saídas profissionais, vencimento superior e reconhecimento social. No questionário foi pedido aos alunos que descrevessem com cinco palavras no máximo, as palavras Ciência, Tecnologia, Engenharia e Matemática. A partir das palavras escolhidas para Engenharia foi construída a nuvem de palavras na figura 5. Nessa nuvem verifica-se que as palavras com maior destaque são: física, carros, dinheiro e construção. Muitos dos alunos escolheram frequentar as aulas de física no presente ano pois estavam inclinados a seguir carreiras em engenharia e sabiam que a disciplina era crucial para o futuro. As outras três palavras derivam de uma das motivações que está associada ao interesse de seguir carreira na engenharia, um vencimento superior.



Figura 5: Palavras escolhidas pelos alunos relacionadas com Engenharia.

Para compreender a associação que os alunos fazem entre o percurso em ciências e o futuro, verificou-se as médias das respostas no campo das atitudes e escolheu-se aquelas onde a média geral foi mais elevada para a construção da tabela 9.

Tabela 9: Tabela referente às médias e ao desvio padrão de algumas das questões feitas aos alunos no questionário.

	Média	Desvio padrão
Ter uma carreira científica seria desafiante.	4,71	0,47
Os cientistas fazem uma grande diferença na sociedade.	4,41	0,62
Admiração por quem trabalha na área das ciências.	4,35	0,79
À vontade para falar com alguém que trabalha na área das ciências.	4,24	0,83
Gostaria de trabalhar com pessoas que fazem descobertas científicas.	4,12	0,78
Uma carreira na área das ciências iria permitir-me trabalhar em equipa.	4,06	0,66

Tendo em conta os dados da tabela 9, verifica-se que a maioria dos alunos pensa que uma carreira científica seria desafiante e que têm noção da importância do trabalho das pessoas na área das ciências para a sociedade em que estão inseridos. De notar que existe uma relação forte entre a admiração que os alunos sentem por quem trabalha em ciências e a admiração que os alunos sentem por quem trabalha em engenharia, sendo que os alunos deram praticamente a mesma resposta nos dois campos. Em relação ao interesse por trabalhar em ciência, existem duas relações moderadas. A primeira com o objetivo de trabalhar em equipa, sendo que 13 alunos concordam que uma carreira relacionada com ciência permitiria trabalhar em equipa. A segunda com o objetivo de trabalhar com pessoas que fazem descobertas científicas, escolhido por 12 alunos que concordam com esta ideia. Desta forma, o objetivo de

trabalhar em equipa e o objetivo de ser impactante na Sociedade podem ser considerados fatores relevantes no interesse dos alunos de seguirem carreiras na ciência.

Por último, procurou-se saber se existe uma relação entre o vencimento esperado e o interesse por carreiras em ciências, tecnologias, matemática e engenharia. Esta relação é a mais relevante, no entanto, não deixa de ser fraca. Na tabela 10, a relação descrita traduz-se numa zona com 10 alunos que têm interesse alto ou completo (concordo e concordo totalmente) em seguir uma carreira relacionada com engenharia, mas que esperam ganhar muito dinheiro garantidamente (concordo totalmente), ou pelo menos essa será a expectativa deles (concordo).

Tabela 10: Tabela referente à relação entre o vencimento esperado numa área da engenharia e o interesse por carreiras nessa mesma área.

Interesse por carreiras na área da engenharia Ganharei muito dinheiro na área da engenharia	Não concordo nem discordo	Concordo	Concordo totalmente
Discordo	1	0	1
Não concordo nem discordo	0	4	1
Concordo	0	2	2
Concordo totalmente	0	2	4

CAPÍTULO 6 – DISCUSSÃO, CONCLUSÃO E REFLEXÃO

FINAL

A finalidade deste trabalho foi examinar o uso de uma abordagem STEM na aprendizagem do centro de massa e momento linear de sistemas e conhecer o interesse dos alunos em seguirem carreiras científicas após estarem envolvidos numa abordagem STEM. Assim, as questões que orientaram este estudo pretendiam identificar as estratégias de aprendizagem e as dificuldades sentidas pelos alunos quando envolvidos numa abordagem STEM sobre o “centro de massa e momento linear de sistemas de partículas” e a intenção dos alunos no seguimento de seguirem carreiras científicas após estarem envolvidos na abordagem STEM.

Para atingir todos os objetivos descritos anteriormente recorreu-se a uma metodologia mista e usaram-se como instrumentos de recolha de dados: observação participante, documentos escritos e questionário. No decorrer da intervenção, foram usadas cinco tarefas divididas STEM. Os contextos das tarefas tiveram como objetivo interligar os gostos dos alunos e a vida real aos conteúdos a lecionar. Da análise dos dados emergiram as categorias e subcategorias de análise, relativamente a cada uma das questões orientadoras e que ajudam a dar resposta a estas mesmas questões. Este capítulo está organizado em três partes: a discussão dos resultados obtidos, as conclusões deste trabalho e a reflexão final.

6.1. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Com a primeira questão que orienta este trabalho pretendeu-se identificar as dificuldades sentidas pelos alunos quando envolvidos numa abordagem STEM no tópico “centro de massa e momento linear de sistemas de partículas”. Os resultados obtidos evidenciaram dificuldades ao nível de diferentes competências, mais precisamente, de conhecimento substantivo, processual, raciocínio e nas atitudes. Os dados para procurar responder a esta questão foram adquiridos através da observação, e dos documentos escritos dos alunos.

Ao nível do conhecimento substantivo os alunos apresentaram dificuldades em mobilizar e relacionar conceitos e na utilização da linguagem científica adequada a cada situação, especialmente quando se tratava de conceitos no domínio da Mecânica

de anos anteriores como verificado na representação vetorial de velocidades em diferentes pontos da trajetória, ao encontro do que Morgan, Mondolang e Poluakan (2020) referiam, que a representação vetorial era uma das dificuldades dos alunos. Além da representação, também a diferença entre a utilização de grandezas vetoriais e escalares apresentou-se como uma das maiores dificuldades. Ao nível da correção linguística e da estruturação da escrita, os alunos deram respostas sem colocação de unidades e sem correção científica. Por exemplo, fazem referência à 3.^a Lei de Newton como duas forças iguais em vez de referirem que as intensidades das forças são iguais e ainda escrevem “os gases expelidos empurram o foguete para cima” em vez de referirem que são forças do par ação/reação. Na conceção da existência de forças aplicadas ao sistema mesmo sem existir movimento não houve dificuldades por parte dos alunos como sugeria a literatura (Mongan, Mondolang, & Poluakan, 2020).

Ao nível do conhecimento processual, os alunos apresentaram algumas dificuldades na pesquisa e seleção de informação, na esquematização e nas explicações científicas. Em relação à pesquisa e seleção de informação demonstraram ser poucos autónomos dispersando-se na pesquisa online. Mesmo quando a informação necessária se encontrava no texto inicial ou no enunciado da questão, os alunos perdiam-se na informação dada, sem saberem o que precisavam de utilizar. Na esquematização, alguns alunos apresentaram dificuldade na estruturação do problema através de um esquema. Por fim, sempre que era necessário explicar, os alunos respondiam por tópicos, ou explicações científicas incompletas, especialmente em situações descritivas e sem cálculos. Quando existiam cálculos, os resultados destes eram apresentados como resposta na própria conta sem conclusão e sem explicação dos valores obtidos.

Ao nível do raciocínio as maiores dificuldades encontradas prenderam-se com a interpretação de questões e dos dados obtidos e em retirar conclusões. Os alunos não apresentavam conclusões escritas às questões onde eram pedidos cálculos. Quando era preciso retirar conclusões descritivas os alunos escreviam os diversos conceitos abreviados e com utilização de fórmulas para “poupar tempo”.

Ao nível das atitudes, a maior dificuldade era na comunicação e argumentação oral, sendo que no geral os alunos também apresentavam dificuldades na gestão do tempo. Durante as discussões coletivas, os alunos apresentavam um discurso pouco estruturado, sem um fio condutor do pensamento, acabando por impossibilitar a articulação das próprias ideias. Alguns alunos tinham dificuldade de colocar no papel

o seu raciocínio e preferiam comunicar com o grupo, para que, o aluno com maior facilidade para a redação de uma resposta, a escrevesse. Em relação à comunicação oral, observou-se que alguns alunos tinham medo e vergonha em apresentar os seus resultados e conclusões, acabando por ter dificuldade na comunicação, fazendo muitas paragens e utilizando frases incompletas. Em todas as aulas os alunos faziam uma má gestão do tempo, não conseguindo finalizar as tarefas a tempo. No entanto, se os alunos fossem informados dos tempos por questão, estes terminavam a tempo, mas com um trabalho mais desleixado. Em relação aos trabalhos que foram para casa deixaram sempre tudo para o último instante, por exemplo, na maquete só a começaram a construir no dia antes da apresentação, quando tinham quatro semanas para a construir, testar e receber *feedback*.

Todas as tarefas eram baseadas em contextos atuais e criativas, com temáticas conhecidas pelos alunos para que fossem mais interessantes permitindo aos alunos desenvolver o espírito crítico (Gonzalez & Kuenzi, 2012). No entanto, os alunos apresentaram dificuldades em articular os conceitos de física com o contexto em que a tarefa estava inserida, também parte devido à sua dificuldade de estruturação de respostas. Na parte de tecnologia os alunos tiveram dificuldade em manusear o simulador e em compreender as vantagens da tecnologia em diversos aspetos do dia a dia, como por exemplo na segurança de automóveis. Na parte de engenharia, na sala de aula, os alunos tiveram dificuldade em criar e implementar um método para a medição do centro de massa dos diversos polígonos em cartão. Na criação da maquete, os alunos tiveram dificuldade na criação de sistemas que simulassem a colisão pedida e não consideraram todas as variáveis em estudo. Sendo o ensino do tópico do centro de massa e momento linear de sistemas de partículas muito ligado ao cálculo, alguns alunos apresentaram dificuldades devido a conceções alternativas provenientes de aprendizagens que não ficaram bem consolidadas, tanto em física como em matemática. Nos documentos escritos foram encontradas dificuldades na criação de tabelas de análise de dados e conexão entre variáveis, não existindo dificuldades nos cálculos e nas deduções necessárias.

Com a segunda questão que orienta este trabalho pretendeu-se identificar as estratégias utilizadas pelos alunos para aprender o tópico “centro de massa e momento linear de sistemas de partículas” quando envolvidos numa abordagem STEM. Os resultados obtidos evidenciaram que a pesquisa de informação, a colaboração e trabalho em grupo e o apoio do professor facilitaram a aprendizagem dos alunos e que

os mesmos gostariam de aplicar estas estratégias a outras aulas. Os dados para procurar responder a esta questão foram adquiridos através da observação, e dos documentos escritos dos alunos.

Visto serem tarefas de investigação e de resolução de problemas, os alunos eram incentivados a serem autónomos, a colaborar e trabalhar em grupo constituindo esta última uma das bases da abordagem STEM (Thibaut, 2018). A aprendizagem esteve sempre centrada no aluno e organizada em torno da investigação como ferramenta para resolver um problema, permitindo aos alunos desenvolver habilidades de resolução de problemas com integração de informação de múltiplos domínios, tornando a aprendizagem mais interessante (Asghar, Ellington, Rice, Johnson, & Prime, 2012). Durante as aulas, os alunos utilizaram ininterruptamente a pesquisa no manual escolar para encontrar a informação básica necessária, sendo que quando queriam aprofundar e dar consistência à explicação, recorriam à pesquisa online.

Todas as tarefas aplicadas foram realizadas em grupo, sendo que os elementos do grupo iam trocando ao longo das aulas, de forma a ser desenvolvida a autonomia e colaboração entre os alunos. Durante os momentos de trabalho autónomo, o papel da professora foi direcionar as questões para o grupo, promovendo a gestão de conflitos e direcionando a estruturação do trabalho a ser desenvolvido para os alunos. Alguns alunos referiram que gostariam que houvesse mais aulas como as de física em que podem discutir ideias em grupo e superar as dificuldades com ajuda dos colegas de grupo. Além da ajuda dos colegas, os alunos tendem a pedir ajuda à professora quando ninguém no grupo consegue ajudar. Em especial, em contexto de exercícios para confirmar conversões e valores antes de continuarem para o exercício seguinte, mas também nas questões de engenharia, por exemplo, na medição do centro de massa, na construção das maquetes e no formato dos documentos que tinham de ser entregues. Cabe à professora encorajar os alunos a comunicar conceitos científicos, pensamento matemático e pensamento de engenharia através da leitura, escrita, audição e comunicação (Stohlmann, Moore, McClelland, & Roehrig, 2011).

Com a terceira questão que orienta este trabalho pretendeu-se conhecer a intenção dos alunos de seguirem carreiras científicas após estarem envolvidos numa abordagem STEM. Os resultados obtidos evidenciaram o interesse em carreiras na área de engenharia, bem como alguns dos fatores que possam ter influenciado esse interesse como: fatores contextuais; motivações intrínsecas e motivações extrínsecas. Os dados

para procurar responder a esta questão foram adquiridos através da aplicação de um questionário.

Dos alunos a que foi aplicado o questionário, a maioria tenciona ingressar num curso superior na área da engenharia. Através da análise dos resultados verificou-se uma relação entre o encorajamento por parte da família para o aluno estudar na área de ciências com a carreira que a família quer que o aluno siga (ciência ou engenharia). Em relação aos alunos que tencionam seguir carreira na área de engenharia, os fatores relevantes encontrados para esse interesse a nível contextual foram: a pressão exercida pela família e a admiração pelo trabalho das pessoas que trabalham na área da engenharia. As motivações intrínsecas relevantes para a escolha de carreiras por parte dos alunos são as notas que conseguem nas disciplinas e o interesse de realizar projetos e atividades diversificadas nas aulas de física, especialmente as que envolvem o uso de tecnologia e as que envolvem engenharia. Relativamente às motivações extrínsecas, os alunos sentem-se motivados para seguirem carreiras científicas devido às saídas profissionais, ao vencimento superior, ao trabalho de equipa e ao reconhecimento social de quem trabalha nessas áreas. Em relação ao vencimento, todos os alunos que tencionam seguir a área de engenharia concordam totalmente com vencimentos mais elevados nessa área. Sobre o reconhecimento social, os alunos têm noção da importância do trabalho das pessoas na área das ciências para a sociedade em que estão inseridos e referem que uma carreira científica seria desafiante.

6.2. CONCLUSÃO

Os resultados obtidos sugerem uma evolução dos alunos ao longo do envolvimento numa abordagem STEM. No decurso da investigação observou-se um aumento de autonomia, confiança na comunicação oral e gosto pelo trabalho de equipa (Gonzalez & Kuenzi, 2012). Embora apresentassem muitas dificuldades nas aprendizagens ao nível das diferentes competências, tentaram sempre contorná-las com a ajuda dos colegas do grupo e pesquisando. Quando não era possível pediam ajuda à professora para questões mais formais. A dificuldade que persistiu durante o decurso da investigação foi na escrita de explicações e conclusões, já que os alunos apresentaram muitas dificuldades na estruturação de uma resposta e redes conceptuais pouco desenvolvidas. Em relação ao interesse dos alunos por carreiras na ciência e

segundo o questionário aplicado concluiu-se que a maioria tem interesse em prosseguir carreiras numa área de engenharia.

Durante a investigação os alunos estavam motivados nas tarefas a realizar, fazendo observações sobre poderem trabalhar em equipa e discutir ideias sem terem de estar em silêncio as aulas inteiras. Sendo que alguns alunos só escolheram a física como disciplina porque não existia a hipótese de química como opção, esperava-se alguma falta de interesse desses alunos, no entanto, foi o oposto. Esses alunos foram os mais interessados em querer saber mais além do que era feito em aula, mais motivados na articulação dos tópicos de física com a atualidade e mais críticos em relação ao seu desempenho e o dos colegas.

Na última aula foi pedido aos alunos que descrevessem as aulas em duas palavras. No final obteve-se um mapa de palavras com todas as palavras e os alunos puderam comentar. Nesse tempo observou-se que os alunos consideraram as aulas interessantes, dinâmicas, esclarecedoras e divertidas. Quando questionados sobre a utilização da abordagem, os alunos comentaram a intenção de ter todas as disciplinas com mais aulas de trabalhos de grupo e trabalhos de projetos, em que a sua opinião fosse relevante para a problemática do trabalho a desenvolver e não igual a todas as outras turmas e anos. Em relação às aulas serem divertidas, os alunos riram-se e referiram que se sentiam num ambiente descontraído que permitia a aprendizagem através da tentativa e erro com hipótese de melhorarem após receberem *feedback* da professora. O único apontamento construtivo dos alunos foi a velocidade implementada em algumas questões, referindo a falta de prática nos outros anos letivos para a carga de trabalho a realizar tanto em aula como em trabalho autónomo.

A abordagem utilizada durante a investigação permitiu desenvolver competências STEM, tais como raciocínio, pensamento crítico, resolução de problemas e autonomia tal como sugerido pelo Perfil dos Alunos à Saída da Escolaridade Obrigatória (Martins, et al., 2017). Também ajudou a compreender os gostos e os interesses dos alunos atuais e aspirações futuras de forma a centrar cada vez mais os contextos dos trabalhos a realizar nos alunos.

6.3. REFLEXÃO FINAL

A frequência do curso de Mestrado em Ensino de Física e Química permitiu-me desenvolver um conjunto de didática e de comunicação, que considerava em falta

para iniciar a lecionar. No mestrado anterior em Micro e Nanotecnologias desenvolvi a parte tecnológica e científica, mas faltava-me a adaptação ao ensino, como transmitir todo o conhecimento aos alunos, já que, na minha opinião, um dos grandes deveres de um professor é criar ambientes estimulantes e seguros para o desenvolvimento dos jovens em adultos não só literatos em ciência, mas também autónomos e úteis para o desenvolvimento de uma Sociedade mais consciente. Desta forma, um professor também deve ser portador de valores que possam ser seguidos pelos alunos. Todo o meu percurso até agora baseou-se no trabalho cooperativo, na empatia pelos outros e na aceitação de colegas, professores e alunos como Seres Humanos capazes de cometer erros e aprender com eles. A perfeição é algo que muitos procuram, mas o que mais levo desta investigação é a felicidade com que os alunos entram na sala e a cumplicidades com os meus colegas tanto dentro como fora das aulas.

Embora para o mundo exterior pareça que o trabalho de um professor se resume à sala de aula, com este Mestrado verifiquei que não podia ser mais longe da verdade. Ter como profissão ser professor envolve: conhecer os alunos e o contexto social e familiar em que estão envolvidos; saber reconhecer os diferentes humores dos alunos dependendo do dia e dos problemas pessoais que possam estar a passar; demonstrar empatia pelos colegas e pelos alunos; e ainda todo o trabalho extra de preparação de aulas por forma a torná-las o mais apelativas possíveis para os alunos.

Em relação à preparação de aulas, julgo que foi o que mais me custou durante o percurso. Prefiro sempre ser o mais objetiva e sintética possível e um plano de aula deve ser bastante minucioso, por isso precisei de um esforço extra para desenvolver os planos de aula completos. No entanto, reconheço que o trabalho depois compensa, pois em aulas mais extensas, que requerem maior preparação por parte do professor, existem muito menos falhas e é possível prever alguns dos comportamentos dos alunos.

O mais atrativo durante o mestrado foi a preparação de tarefas e a sua aplicação. Adoro criar conteúdos novos e excitantes para os alunos, para que eles sintam que vão aprender com um propósito, que o seu esforço seja medido em mais do que numa nota dada num dia, quando têm de trabalhar o ano inteiro. Além disso, penso que ainda há um longo percurso pela frente para a adaptação do ensino às tecnologias existentes, mas já vamos num bom percurso e pretendo criar ainda mais possibilidades para essa adaptação.

Balancear o trabalho com o curso nem sempre foi fácil, mas ajudou termos os professores que tivemos. Estes foram bastante compreensivos e flexíveis com datas, mostrando estar sempre disponíveis para ajudar e tirar dúvidas. Se estes dois anos correram da melhor forma a eles o devo por todas as críticas construtivas. Mesmo tendo experiência em salas de estudo e regime de explicação, estar pela primeira vez do outro lado na sala de aula foi uma experiência assustadoramente inesquecível e inigualável que me fez pensar “sim é isto!”. Algumas inseguranças foram aparecendo ao longo do percurso, especialmente pelas críticas em relação à mudança de carreira e no início das aulas quando pensava se a minha mensagem estava a ser ouvida pelos alunos. De um modo geral, faço um balanço positivo de todo o percurso e levo comigo muitos ensinamentos para a atividade profissional futura. O trabalho de investigação de um professor nunca acaba e o meu também não acaba aqui, é necessário continuar a estudar e aprender coisas novas para dar aos alunos o melhor ensino que possam ter.

A próxima etapa será então trabalhar numa escola, ter as minhas turmas e divertir-me ensinando. Como alguém que me é querido disse no início do trabalho de investigação, "posso ter muitos problemas por resolver e tudo a cair em cima de mim, mas quando entro na sala, respiro, olho para os miúdos e percebo que dar aulas e estar com os miúdos é a melhor parte do trabalho." E realmente é verdade, porque se os jovens são o futuro, então eu quero crescer com eles e ajudá-los a compreenderem qual vai ser o seu impacto no futuro da sociedade da forma que sei melhor, ouvindo-os.

REFERÊNCIAS

- Afonso, N. (2005). *Investigação naturalista em educação. Um guia prático e crítico*. Lisboa: Edições ASA.
- Almeida, M. J. (2018). As diferentes teorias de aprendizagem e o ensino da física. *Gazeta da Física*, 40(3/4), 50-54.
- Almeida, M. J. (30 de dezembro de 2020). As aulas de ciências nos Ensinos Básico e Secundário, numa sociedade influenciada pela inteligência artificial. doi:10.5281/zenodo.4411631
- Alonso, M., & Finn, E. J. (2012). *Física*. (M. A. Costa, & M. d. Carvalho, Trans.) Lisboa: Escolar Editora.
- Asghar, A., Ellington, R., Rice, E., Johnson, F., & Prime, G. M. (2012). Supporting STEM education in secondary science contexts. *Interdisciplinary Journal of Problem-based Learning*, 6(2), 85-125.
- Bøe, M. V. (2011). Participation in science and technology: young people's achievement-related choices in late-modern societies. *Studies in Science Education*, 47(1), 37-72. Obtido de <https://doi.org/10.1080/03057267.2011.549621>
- Bogdan, R. C., & Biklen, S. K. (1994). *Investigação qualitativa em educação: uma introdução à teoria e aos métodos*. Porto: Porto Editora.
- Buck, L. B., Bretz, S. L., & Towns, M. H. (2008). Characterizing the level of inquiry in the undergraduate laboratory. *Journal of College Science Teaching*, 38(1), 52-58.
- Bybee, R. &. (2014). *Teaching secondary school science. Strategies for developing scientific literacy*. Harlow, R.U.: Pearson Education.
- Bybee, R. W. (2014). The BSCS 5E Instructional Model: Personal Reflections and Contemporary Implications. *Guest Editorial*.
- Canavarro, J. (1999). *Ciência e Sociedade*. Coimbra: Quarteto Editora.
- Carlson, L., Humphrey, G., & Reinhardt, K. (2003). *Weaving science inquiry and continuous assessment*. Thousand Oaks: CA: Corwin Press.
- Carvalho, A., & Diogo, F. (1994). Texto 24: Concepções de educação, concepções curriculares e modelos de intervenção didática. Em *Projeto Educativo* (pp. 91-102). Porto: Ed. Afrontamento.

- Chagas, I. (2000). Literacia científica. O grande desafio para a escola. *Actas do 1º encontro nacional de investigação e formação, globalização e desenvolvimento profissional do professor*. Escola Superior de Educação de Lisboa.
- Cosme, A. (2018). *Autonomia e Flexibilidade Curricular - Propostas e Estratégias de Ação*. Porto: Porto Editora.
- Costa, J. (1999). O papel da escola na sociedade atual: implicações no ensino das ciências. *Revista do Instituto Superior Politécnico de Viseu*, 15, 56-62.
- Denzin, N. K., & Lincoln, Y. S. (1998). Entering the Field of Qualitative Research. Em N. K. Denzin, & Y. S. Lincoln, *The Landscape of Qualitative Research* (pp. 1-34). Londres: SAGE Publications.
- Doganay, K. (junho de 2020). Determination of misconceptions about mass and weight of 7th grade students of middle school. *Kastamonu University, Institute of Science*. Obtido em 12 de janeiro de 2022, de <http://dergipark.gov.tr/ssci>
- Duran, L. B., & Duran, E. (2004). The 5E Instructional Model: A Learning Cycle Approach for Inquiry-Based Science Teaching. *The Science Education Review*, 3(2), 49-58.
- Eckman, E. W., Williams, M. A., & Silver-Thorn, M. B. (2016). An integrated model for STEM teacher preparation: The value of a teaching cooperative educational experience. *Journal of STEM Teacher Education*, 51(1), 71-82.
- Filho, D. P., Kamassury, J. K., & Meira, R. C. (26 de fevereiro de 2017). Uma discussão sobre o coeficiente de restituição. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, 39(4), p. 4.
- Fiolhais, C., & Trindade, J. F. (1998). Física para todos - concepções erradas em mecânica e estratégias computacionais. *1º Colóquio de Física do Instituto Politécnico de Tomar "A Física no ensino, na Arte e na Engenharia"*.
- Furner, J., & Kumar, D. (2007). The mathematics and science integration argument: A stand for teacher education. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology*, 3(3), 185-189.
- Galvão, C., & Freire, A. (2004). A perspectiva CTS no currículo das ciências Físicas e Naturais em Portugal. Em F. P. I. Martins, *Perspetivas Ciência – Tecnologia – Sociedade na Inovação da Educação em Ciência*. Aveiro: Universidade de Aveiro.

- Glynn, S. M., Brickman, P., Armstrong, N., & Taasobshirazi, G. (2011). Science Motivation Questionnaire II: Validation With Science Majors and Nonscience Majors. *Journal of research in science teaching*, 48(10), 1159-1176. doi:10.1002/tea.20442
- Gonzalez, H. B., & Kuenzi, J. J. (agosto de 2012). Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) Education: A Primer. *Congressional Research Service*. Obtido de <https://fas.org/sgp/crs/misc/R42642.pdf>
- Goren, E., & Galili, I. (2019). Newton's Law - A Theory of motion or force? *Journal of Physics*. doi:10.1088/1742-6596/1287/1/012061
- Guba, E. G., & Lincoln, Y. S. (1998). Competing Paradigms in Qualitative Research. Em N. K. Denzin, & Y. S. Lincoln, *The Landscape of Qualitative Research* (pp. 195-220). Londres: SAGE Publications.
- Guzey, S. S., Moore, T. J., & Harwell, M. (2016). Building up STEM: An analysis of teacher-developed engineering design-based STEM integration curricular materials. *Journal of Pre-College Engineering Education Research*, 6(1), 11-29.
- Health, N. I. (2005). How Does the 5E Instructional Model Promote Active, Collaborative, Inquiry-Based Learning? *Doing Science: The Process of Scientific Inquiry*, pp. 6-9. Obtido de *Doing Science: The Process of Scientific Inquiry*: <https://science.education.nih.gov/>
- Hodson, D. (1998). *Teaching and learning science. Towards a personalized approach*. Buckingham: Open University Press.
- Hurd, P. (1998). Scientific literacy: new minds for a changing world. *Science Education*, 82, 407-416.
- Jiménez-Aleixandre M.P., E. S. (2007). Argumentation in Science Education: An Overview. Em J.-A. M. Erduran S., *Argumentation in Science Education. Science & Technology* (Vol. 35). Springer, Dordrecht: Education Library. Obtido de https://doi.org/10.1007/978-1-4020-6670-2_1
- Kokotsaki, D., Menzies, V., & Wiggins, A. (2016). Project-based learning: A review of the literature. *Improving Schools*, 19(3), 267-277.
- Marques, R. (s.d.). *A pedagogia de Jerome Bruner*. Santarém: Escola Superior de Educação de Santarém.
- Martins, G. d., Gomes, C. A., Brocardo, J. M., Pedroso, J. V., Carrillo, J. L., Silva, L. M., . . . Rodrigues, S. M. (2017). *Perfil dos Alunos à Saída da Escolaridade*

- Obrigatória*. Obtido de http://dge.mec.pt/sites/default/files/Curriculo/Projeto_Autonomia_e_Flexibilidade/perfil_dos_alunos.pdf
- Mayer, R. E. (2004). Should there be a three-strikes rule against pure discovery learning? *American Psychologist*, *59*(1), 14-19. Obtido de <https://doi.org/10.1037/0003-066X.59.1.14>
- Ministério da Educação. (2018). Aprendizagens Essenciais| Articulação com o Perfil do Aluno. Obtido em outubro de 2021, de http://www.dge.mec.pt/sites/default/files/Curriculo/Aprendizagens_Essenciais/12_fisica.pdf
- Mongan, S. W., Mondolang, A. H., & Poluakan, C. (2020). Misconceptions of weights, normal forces and Newton third law. *The 9th International Conference on Theoretical and Applied Physics (ICTAP)*. doi:10.1088/1742-6596/1572/1/012046
- Pacheco, J. A. (2001). *Currículo : Teoria e Práxis* (2ª ed.). Porto: Porto Editora.
- Peralta, M. H. (2012). Inovação curricular: A proposito do projeto metas de aprendizagem. Em *Atas do XIX Colóquio da AFIRSE. Revisitar os estudos curriculares: onde estamos e para onde vamos* (pp. 88-89). Lisboa: IE.
- Peterman, K., Kermish-Allen, R., Knezek, G., Christensen, R., & Tyler-Wood, T. (2016). Measuring Student Career Interest within the Context of Technology-Enhanced STEM Projects: A Cross-Project Comparison Study Based on the Career Interest Questionnaire. *Journal of Science Education and Technology*, *25*(6), 833-845. doi:10.1007/s10956-016-9617-5
- Pocinho, M. (2012). *Metodologia de Investigação e Comunicação do Conhecimento Científico*. Lisboa: LIDEL.
- Quivy, R., & Campenhoudt, L. V. (2008). *Manual de Investigação em Ciências Sociais* (5ª ed.). Lisboa: Edições Gradiva.
- Reboul, O. (2000). *A Filosofia da Educação*. Lisboa: Edições 70.
- Roldão, M. C. (1999). *Gestão curricular. Fundamentos e prática*. Lisboa: Ministério da Educação, DEB.
- Sarramona, J. (1997). *Fundamentos de educación* (5ª ed.). Barcelona: Ediciones CEAC.

- Satchwell, R. E., & Loepp, F. L. (2002). Designing and Implementing an Integrated Mathematics, Science, and Technology Curriculum for the Middle School. *Journal of Industrial Teacher Education, 39*(3).
- Seidman, I. (2006). *Interviewing as Qualitative Research*. New York: Teachers College Press.
- Shahali, E. H. (2017). STEM learning through engineering design: Impact on middle secondary students' interest towards STEM. *Journal of Mathematics, Science and Technology Education, 13*(5), 1189-1211.
- Shulman, L. S. (1987). Knowledge and teaching: Foundations of the new reform. *Harvard Educational Review, 57*(1), 1-22.
- Stohlmann, M., Moore, T. J., McClelland, J., & Roehrig, G. H. (2011). Impressions of a middle grades STEM integration program: Educators share lessons learned from the implementation of a middle grades STEM curriculum mode. *Middle School Journal, 43*(1), 32-40.
- Thibaut, L. C.-d. (2018). Integrated STEM Education: A Systematic Review of Instructional Practices in Secondary Education. *European Journal of STEM Education, 3*(1), 02. Obtido de <https://doi.org/10.20897/ejsteme/85525>
- Tuckman, B. W., & Harper, B. E. (2012). *Conducting Educational Research* (6^a ed.). UK: Rowman & Littlefield Publishers, Inc.
- Vasquez, J. A. (dezembro de 2014). STEM. *Educational Leadership, 11*-15.
- Veiga, N. (2007). Literacia Científica e Educação de Ciência. Dois objectivos para a mesma aula. *Revista Lusófona de Educação, 10*, 97-108.
- Vieira, F., & Restivo, M. T. (2014). *Novas tecnologias e educação: Ensinar a aprender/ aprender a ensinar*. Porto: Biblioteca Digital da Faculdade de Letras da Universidade do Porto.
- Wellington, J. (2000). *Teaching and learning secondary science: Contemporary issues and practical approaches*. London and New York: Routledge.
- Yuliati, L., Parno, Hapsari, A. A., Nurhidayah, F., & Halim, L. (21 de julho de 2018). Building Scientific Literacy and Physics Problem Solving Skills through Inquiry-Based Learning for STEM Education. *Journal of Physics: Conference Series, 1108*.

APÊNDICES

APÊNDICE A – PLANOS DE AULAS

Plano da aula 1 – Com tarefa “Centro de massa”.

(a duração da aula é de 55 min.)

Tarefas e atividades de aprendizagem (Questão da tarefa e momentos da aula)	Duração esperada	Atividade dos alunos e possíveis dificuldades	Respostas do professor e outros aspetos a ter em atenção	Avaliação dos objetivos de aprendizagem dos alunos
<p>1. Introdução</p> <p>Apresentação do tema da aula, atividades e modo de funcionamento</p> <p>Leitura de toda a tarefa.</p> <p>Esclarecimento de dúvidas em relação a alguns conceitos</p>	<p>10 min</p>	<p>Os alunos sentam-se e escrevem o sumário.</p> <p>Os alunos ouvem a professora e tiram dúvidas em relação ao funcionamento da aula.</p> <p>Os alunos viram-se para trás para formarem grupos de trabalho.</p> <p>Um dos alunos lê em voz alta a tarefa e todos apontam o tempo disponível para a realização da tarefa.</p> <p>Os alunos ouvem a professora e expõem as dúvidas sempre que existam.</p>	<p>Projetar a apresentação com o sumário</p> <p>Explicar que a aula vai consistir em três momentos: trabalho autónomo com auxílio do manual escolar; discussão coletiva dos resultados; contextualização teórica.</p> <p>Pedir aos alunos para se juntarem em grupos de quatro.</p> <p>Pedir para abrir o manual escolar na página do centro de massa. Questionar sobre a página do manual que abriram.</p> <p>Entregar a tarefa a cada grupo.</p> <p>Seguir página a página com os alunos, explicando as questões e indicando os tempos que vão ter:</p> <p>Parte A: Informar que devem escrever que têm 15 minutos para fazer até à questão quatro e 8 minutos para os cálculos da questão cinco e responder à seis.</p> <p>Parte B: Informar que devem escrever que têm 30 minutos da aula seguinte para a fazer.</p>	<p>Avaliar se:</p> <ul style="list-style-type: none"> - os alunos mostram compreender como se vai desenrolar a aula através de questionamento. - os alunos se questionam sobre o trabalho a ser desenvolvido através de questionamento. - os alunos mostram interesse e empenho no trabalho a desenvolver através da observação.

		<p>Os alunos observam as animações.</p> <p><i>Possíveis dificuldades:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Quando é para entregar? - O trabalho é para ser feito numa folha à parte? 	<p>Pedir aos alunos para prestarem atenção às animações.</p> <p>Perguntar se existem dúvidas.</p> <p><i>Possíveis respostas:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - A parte A é para ser entregue hoje no fim da aula. - Podem fazer numa folha à parte, desde que todos tirem apontamentos. 	
<p>2.Trabalho autónomo Os alunos em grupo dão resposta às questões da tarefa.</p> <p>Parte A: Questão 2: Com base nas animações, prevejam uma resposta para os seguintes problemas:</p> <p>a. “Porque é que os sistemas de partículas podem ter rotação, mas a trajetória é segundo um único ponto?”</p> <p>b. “No caso de o sistema ser deformável, como se encontra o centro de massa?”</p>	<p>15 min</p> <p>5 min</p>	<p>Os alunos começam a resolver as questões da tarefa com base nas animações e no manual escolar.</p> <p>Questão 2.a) e b): Os alunos devem:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Explicar que em sistemas mecânicos, quando desprezamos a variação de energia interna do sistema o corpo pode ser reduzido a uma partícula, o seu centro de massa. A trajetória é segundo o CM. - Explicar que para se encontrar o CM, faz-se a média ponderada das massas das partículas que pertencem ao sistema e a sua posição em relação ao referencial num determinado instante. <p><i>Possíveis dificuldades:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Não consideram possível encontrar o CM no caso de ser um sistema deformável. 	<p>Papel do professor:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Indicar o início do trabalho. - Circular entre os grupos e verificar se existem dúvidas pontuais e indicar que tentem resolver em grupo e com pesquisa no manual escolar. <p><i>Possíveis respostas:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Questionar sobre o CM desse sistema num instante específico. 	<p>Avaliar se:</p> <ul style="list-style-type: none"> - todos os elementos do grupo têm um papel relevante no grupo através da observação. - os alunos estão empenhados na atividade proposta através da observação. - os alunos relacionam os conteúdos teóricos com os tópicos pedidos através da observação e correção das questões.

<p>sistemas de partículas podem ter rotação, mas a trajetória é segundo um único ponto? No caso das bolas, como se encontra o centro de massa?</p> <p>Questão 3: Ainda em relação às animações, o que escreveram sobre a relação entre o centro de massa e a trajetória? E sobre a variação da velocidade das partículas constituintes do martelo? E sobre a localização do centro de massa do disco?</p>	<p>- Explicar que em sistemas mecânicos, quando desprezamos a variação de energia interna do sistema o corpo pode ser reduzido a uma partícula, o seu centro de massa. A trajetória é segundo o CM.</p> <p>- Explicar que para se encontrar o CM, faz-se a média ponderada das massas das partículas que pertencem ao sistema e a sua posição em relação ao referencial num determinado instante.</p> <p><i>Possíveis dificuldades:</i></p> <p>- Não consideram possível encontrar o CM no caso de ser um sistema deformável.</p> <p>Questão 3: Os alunos devem:</p> <p>a) referir que é a partir do CM de cada sistema que a trajetória é definida.</p> <p>b) esquematizar um momento do movimento do martelo.</p> <p>- relacionar a velocidade das partículas com o raio da trajetória.</p> <p>c) referir que o CM do disco se encontra no centro geométrico do disco, pois a massa está distribuída uniformemente. Referindo que o CM do disco é fora do objeto.</p> <p><i>Possíveis dificuldades:</i></p> <p>- Relacionar a posição do CM do disco com a trajetória descrita pelo mesmo.</p>	<p>Introduzir a discussão com as questões: porque é que os sistemas de partículas podem ter rotação, mas a trajetória é segundo um único ponto? No caso das bolas, como se encontra o centro de massa?"</p> <p><i>Possíveis respostas:</i></p> <p>- Questionar sobre o CM desse sistema num instante específico.</p> <p>Questionar: ainda em relação às animações, o que escreveram sobre a relação entre o centro de massa e a trajetória? E sobre a variação da velocidade das partículas constituintes do martelo?</p> <p><i>Possíveis respostas:</i></p>	<p>- os alunos explicam como é a trajetória num sistema mecânico através de questionamento.</p> <p>- os alunos compreendem como se encontra o centro de massa de um sistema de partículas através de questionamento.</p> <p>- os alunos são capazes de esquematizar um problema através de observação.</p> <p>- os alunos são capazes de diferenciar um sistema rígido de um sistema deformável através de questionamento.</p>
---	--	--	--

<p>Questão 4: Em relação aos dois sistemas quais são as diferenças?</p>		<p>Questão 4: Os alunos devem:</p> <ul style="list-style-type: none"> - referir que o sistema de partículas da prancha é rígido e o sistema de partículas do praticante de Surf é deformável tendo em conta a variação da distância entre as partículas constituintes dos diferentes sistemas ao longo do tempo. 	<ul style="list-style-type: none"> - Como se movimentou o disco na animação? Qual a relação entre o CM e a trajetória? Chamar um aluno ao quadro para esquematizar o martelo caso não tenha ido durante o trabalho autónomo. - Questionar: em relação aos dois sistemas quais são as diferenças? 	
<p>4. Trabalho autónomo Os alunos em grupo dão resposta às questões da tarefa.</p> <p>Questão 5: Dois amigos estavam a terminar um jogo de ténis. O que estava a perder decidiu atirar duas bolas ao colega, cada uma com massa de 60g. Num determinado instante, as bolas têm um movimento, em relação ao jogador, caracterizado pelas seguintes equações:</p> $\vec{r}_A = 2,0 \vec{e}_x + 2,0 \vec{e}_y \text{ (m)}$ $\vec{v}_A = 0,5 \vec{e}_x + 0,1 \vec{e}_y \text{ (m)}$ $\vec{r}_B = 2,4 \vec{e}_x + 3,1 \vec{e}_y \text{ (m)}$ $\vec{v}_B = 0,5 \vec{e}_x - 0,2 \vec{e}_y \text{ (m)}$ <p>a) Caracterizem o centro de massa do sistema composto pelas duas bolas nesse instante</p>	<p>8 min</p>	<p>Os alunos continuam a resolver as questões da tarefa com base no manual escolar.</p> <p>Questão 5: Os alunos devem:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Calcular a posição do centro de massa do sistema nesse instante. - Calcular a velocidade do centro de massa do sistema nesse instante. - Referir que as bolas apenas têm aplicada a força gravítica. - Caracterizar a aceleração do centro de massa do sistema como a aceleração gravítica. <p><i>Possíveis dificuldades:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Não saber quais as forças que estão aplicadas no centro de massa do sistema no instante. 	<p>Papel do professor:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Indicar a continuação do trabalho. - Circular entre os grupos e verificar se existem dúvidas pontuais e indicar que tentem resolver em grupo e com pesquisa no manual escolar. - Indicar que só têm mais 8 minutos para terminar a questão 5. <p><i>Possíveis respostas:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Referir que basta apresentarem os cálculos para um dos ensaios e referir que para os outros ensaios os cálculos são iguais, mas com valores diferentes. - Referir que é uma variação, por isso devem comparar com o valor inicial. 	<p>Avaliar se:</p> <ul style="list-style-type: none"> - todos os elementos do grupo têm um papel relevante no grupo através da observação. - os alunos estão empenhados na atividade proposta através da observação. - os alunos relacionam os conteúdos teóricos com os tópicos pedidos através da observação e correção das questões.

<p>em relação: à posição, à velocidade e à aceleração.</p>				<p>- os alunos são capazes de pesquisar no manual através da observação.</p> <p>- os alunos são capazes de calcular a posição, velocidade e aceleração do centro de massa, através da observação.</p>
<p>5. Discussão coletiva</p> <p>a) Caracterizem o centro de massa do sistema composto pelas duas bolas nesse instante em relação: à posição, à velocidade e à aceleração.</p> <p>Questão 7: Discutam em turma as respostas às questões iniciais e escrevam uma resposta final.</p>	<p>0 min</p>	<p>Papel do aluno:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Participar na discussão. - Responder às questões colocadas pela professora. - Um dos grupos deve ir ao quadro quando chamado pela professora e escrever os cálculos e a resposta à questão, para isso, além dos cálculos devem: <ul style="list-style-type: none"> - Calcular a posição do centro de massa do sistema nesse instante. - Calcular a velocidade do centro de massa do sistema nesse instante. - Referir que as bolas apenas têm aplicada a força gravítica. - Caracterizar a aceleração do centro de massa do sistema como a aceleração gravítica. - Tirar as dúvidas em relação ao exercício. <p>Possíveis dificuldades:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Cálculo do centro de massa; 	<p>Papel do professor:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Pedir a atenção dos alunos. <p>Introduzir a discussão com as questões: Como caracterizaram o centro de massa do sistema no instante que fala a questão?</p> <ul style="list-style-type: none"> - Pedir a um dos grupos para ir ao quadro, escrever os cálculos e explicar o raciocínio. - Perguntar à turma se existiram dúvidas nos cálculos - Perguntar qual a página do manual que pode ser consultada. <p>Possíveis respostas:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Questionar sobre a página onde podem encontrar a informação sobre o centro de massa de sistemas de partículas. 	<p>Avaliar se:</p> <ul style="list-style-type: none"> - os alunos são capazes de explicar e criticar os valores obtidos, através de questionamento. - os alunos são capazes de argumentar e justificar com a linguagem científica correta, através de questionamento na discussão.

		- Cálculo das derivadas.	- Chamar outro aluno ao quadro para fazer a derivada da posição em função do tempo.	
5. Notas finais <i>A professora relembra datas importantes e trabalhos para entrega</i>	5 min	Os alunos, ouvem a professora e colocam dúvidas.	- Pedir aos alunos para enviarem as respostas à tarefa via e-mail.	

Plano das aulas 2 e 3 – Com tarefa “Homem resistente a colisões de automóveis”.

(a duração da aula é de 100 min.)

Tarefas e atividades de aprendizagem (Questão da tarefa e momentos da aula)	Duração esperada	Atividade dos alunos e possíveis dificuldades	Respostas do professor e outros aspetos a ter em atenção	Avaliação dos objetivos de aprendizagem dos alunos
1. Introdução e contextualização Apresentação do tema da aula, atividades e modo de funcionamento. Revisão de conceitos sobre centro de massa. Leitura de toda a tarefa.	15 min	Os alunos sentam-se em grupos e escrevem o sumário. Os alunos ouvem a professora e tiram dúvidas em relação ao funcionamento da aula. Os alunos abrem o manual escolar para seguir a aula e escrevem apontamentos no caderno diário.	Projetar a apresentação com o sumário. Explicar que a aula vai consistir em cinco momentos: Revisão de conceitos relativamente ao tópico centro de massa; trabalho autónomo com auxílio do manual escolar; continuação da tarefa da aula anterior; discussão coletiva dos resultados; Revisão de conceitos relativamente ao tópico momento linear e sistemas de segurança. Pedir para abrir o manual escolar na página do centro de massa. Questionar sobre a página do manual que abrirem. Explicar: Centro de massa (CM) de um sistema de partículas e a sua caracterização.	Avaliar se: - os alunos mostram compreender como se vai desenrolar a aula através de questionamento. - os alunos se questionam sobre o trabalho a ser desenvolvido através de questionamento. - os alunos mostram interesse e empenho no trabalho a desenvolver através da observação.

		<p>Os alunos esclarecem as dúvidas existentes.</p> <p>Os alunos viram-se para trás para formarem grupos de trabalho.</p> <p>Um dos alunos lê em voz alta a tarefa e todos apontam o tempo disponível para a realização da tarefa.</p> <p>Os alunos ouvem a professora e expõem as dúvidas sempre que existam.</p> <p>Possíveis dificuldades:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Quando é para entregar? - O trabalho é para ser feito numa folha à parte? 	<ul style="list-style-type: none"> - Condições para a redução do sistema ao CM; - Posição do CM; - Velocidade do CM; - Aceleração do CM; - Modo de localização do CM. <p>Perguntar se existem dúvidas e esclarecer as dúvidas existentes.</p> <p>Entregar a tarefa a cada grupo.</p> <p>Seguir página a página com os alunos, explicando as questões e indicando os tempos que vão ter:</p> <p>Parte A: Informar que devem escrever que têm 15 minutos para fazer e que enquanto um grupo faz essa parte, o outro continua o cálculo do CM da outra tarefa (Parte B) e depois trocam.</p> <p>Parte B: Informar que devem escrever que têm 20 minutos da aula seguinte para a fazer.</p> <p>Informar que têm uma semana para entregar o panfleto.</p> <p>Perguntar se existem dúvidas.</p> <p><i>Possíveis respostas:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - No final do dia enviem fotografias e a reflexão e panfleto têm uma semana para entregar. - Podem fazer numa folha à parte, desde que todos tirem apontamentos. 	<p>- os alunos compreendem os conteúdos teóricos através de questionamento.</p>
<p>2. Trabalho autónomo Os alunos em grupo dão resposta às questões da tarefa.</p>	<p>15 min</p>	<p>Os alunos começam a resolver as questões da tarefa com base no manual escolar.</p>	<p>Papel do professor:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Indicar o início do trabalho. 	<p>Avaliar se:</p>

<p>2. Trabalho autónomo Os alunos em grupo realizam a parte B da tarefa 1.</p> <p>Parte B – Vão mais além...</p> <p>Conseguem equilibrar qualquer polígono regular e irregular em cartão na ponta do lápis? E vocês, conseguem-se equilibrar quando levantam uma perna, sem mexer o resto do corpo?</p> <p>Testem as vossas respostas e expliquem.</p> <p>Nota: Identifiquem o centro de massa nos polígonos.</p>	<p>15 min</p>	<p>Os alunos deslocam-se para o fundo da sala com os materiais, para fazerem as medições necessárias.</p> <p>Os alunos devem:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Criar e testar um método para a medição do centro de massa de polígonos cortados em cartão. - Traçar as linhas auxiliares. - Marcar o centro de massa; - Equilibrar o polígono no lápis; - Anotar as dificuldades encontradas. <p><i>Possíveis dificuldades:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Não conseguem equilibrar no sítio marcado; - Equilibra num sítio diferente do marcado. 	<p>Papel do professor:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Pedir ao grupo para se deslocar até ao fundo da sala. - Circular entre os grupos e verificar se existem dúvidas pontuais e indicar que tentem resolver em grupo e com pesquisa no manual escolar. - Incentivar os alunos a experimentar vários métodos para a medição do centro de massa. <p><i>Possíveis respostas:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Referir que podem começar a equilibrar em algo com diâmetro superior e liso; - Pedir para anotarem o sítio e escreverem sobre possíveis erros associados às medições. 	<p>Avaliar se:</p> <ul style="list-style-type: none"> - todos os elementos do grupo têm um papel relevante no grupo através da observação. - os alunos estão empenhados na atividade proposta através da observação. - os alunos são capazes de encontrar o centro de massa dos polígonos através de observação.
<p>3. Discussão coletiva</p> <p>Questão 2: Então a que se pretendeu dar resposta com a criação do <i>Graham</i>?</p> <p>Questão 3: Próxima questão, qual foi a quantidade de movimento dos condutores</p>	<p>10 min</p>	<p>Papel do aluno:</p> <p>Responder às questões colocadas pela professora e participar na discussão coletiva.</p> <p>Questão 2:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Explicar que o boneco veio substituir os cintos de segurança e os <i>airbags</i>, bem como demonstrar como teria de ser o Ser Humano para sobreviver a impactos de automóveis. <p>Questão 3:</p>	<p>Papel do professor:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Pedir a atenção dos alunos. <p>Introduzir a discussão com a questão: Então a que se pretendeu dar resposta com a criação do <i>Graham</i>?</p> <p>Questionar: Próxima questão, qual foi a quantidade de movimento dos condutores antes da colisão? Como calcularam? E em relação à força média de impacto, quem sofreu menor força de impacto?</p>	<p>Avaliar se:</p> <ul style="list-style-type: none"> - os alunos participam ativamente na discussão através da observação. - os alunos explicam a utilidade do <i>Graham</i> através de questionamento.

<p>antes da colisão? Como calcularam? E em relação à força média de impacto, quem sofreu menor força de impacto?</p>		<ul style="list-style-type: none"> - Referir o valor da quantidade de movimento. - Apresentar os cálculos referentes a essa quantidade segundo a fórmula: $\vec{p} = m \times \vec{v}$ e utilizando a velocidade em m.s⁻¹. - Relacionar o Momento Linear com a 2.ª Lei de Newton, obtendo $\vec{F}_{média} = \frac{\Delta\vec{p}}{\Delta t}$ - Apresentar os cálculos referentes à força média e explicar a diferença entre os dois valores e a relação entre eles. <p><i>Possíveis dificuldades:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Não conseguiram calcular o valor pedido. - Não conseguem relacionar os conceitos Momento Linear e 2.ª Lei de Newton. 	<p><i>Possíveis respostas:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Chamar um grupo ao quadro para demonstrar os cálculos necessários à questão 3.a) ou 3.b). - Pedir para abrir na página e pedir a um aluno para ler. Chamar um dos grupos para tentarem chegar à relação no quadro questionando: qual é a relação presente na 2.ª Lei de Newton? E no Momento Linear? E se derivarmos o Momento Linear? 	<ul style="list-style-type: none"> - os alunos são capazes de calcular o Momento Linear e a força média de impacto através de questionamento. - os alunos relacionam o tempo de impacto com a força média de impacto através de questionamento. - os alunos são capazes de relacionar o Momento Linear e a 2.ª Lei de Newton através de questionamento.
<p>4. Trabalho autónomo Os alunos em grupo dão resposta às questões da tarefa.</p> <p>Parte B: Questão 1: Num outro teste sem o Graham, fez-se colidir dois carros idênticos com uma parede vertical. A velocidade</p>	<p>15 min</p>	<p>Os alunos continuam a resolver as questões da tarefa com base no manual escolar.</p> <p>Questão 1: Os alunos devem:</p>	<p>Papel do professor:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Indicar a continuação do trabalho. - Circular entre os grupos e verificar se existem dúvidas pontuais e indicar que tentem resolver em grupo e com pesquisa no manual escolar. - Indicar que só têm 15 minutos para terminar a parte B. 	<p>Avaliar se:</p> <ul style="list-style-type: none"> - todos os elementos do grupo têm um papel relevante no grupo através da observação. - os alunos estão empenhados na atividade

<p>antes da colisão era 50 km.h^{-1}. O condutor do carro A utilizava cinto de segurança, mas o do carro B não. A massa de cada um dos condutores era de 70 kg.</p> <p>a) Sabendo que um dos condutores se imobilizou em 2,0 ms e outro em 200,0 ms, identifiquem qual dos condutores corresponde a cada tempo justificando a vossa resposta.</p> <p>b) Calculem a variação do momento linear de cada um dos condutores.</p> <p>c) Comparem a intensidade média das forças exercidas pelo cinto e pelo volante nos condutores com a do peso de cada um deles.</p> <p>Questão 2: Expliquem a influência da utilização de sistemas de segurança nos automóveis.</p>		<ul style="list-style-type: none"> - Relacionar o tempo de imobilização com a utilização de cinto de segurança - Calcular a variação do Momento Linear do centro de massa de cada condutor; -Aplicar a Segunda Lei de Newton para um sistema de partículas; - Comparar a intensidade média das forças exercidas pelo volante e pelo cinto com o peso de cada condutor. <p><i>Possíveis dificuldades:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Relacionar o Momento Linear com a quantidade de movimento; - Relacionar a força média com o momento linear <p>Questão 2: Os alunos devem:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Explicar a influência dos sistemas de segurança no momento do impacto para os condutores e passageiros. 	<p><i>Possíveis respostas:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Em que página do manual é que pode encontrar esses conceitos? - Se é uma força média é durante um intervalo de tempo ou num instante específico? Onde podem encontrar essa informação n manual? 	<p>proposta através da observação.</p> <ul style="list-style-type: none"> - os alunos relacionam os conteúdos teóricos com os tópicos pedidos através da observação e correção das questões. - os alunos são capazes de pesquisar no manual através da observação.
--	--	---	---	--

<p>5. Discussão coletiva</p> <p>Parte B:</p> <p>Questão 1: Então qual dos condutores se imobilizou mais rapidamente? Havia diferença na quantidade de movimento antes do impacto? Como é a relação entre a intensidade média das forças exercidas e o peso dos condutores?</p> <p>Questão 2: Após o que viram nesta tarefa, qual é então a influencia dos sistemas de segurança?</p>	<p>10 min</p>	<p>Papel do aluno:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Participar na discussão. - Responder às questões colocadas pela professora. <p>Questão 1:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Relacionar o maior intervalo de tempo com a utilização de cintos de segurança. - Referir o valor da quantidade de movimento. - Apresentar os cálculos referentes a essa quantidade segundo a fórmula: $\vec{p} = m \times \vec{v}$ e utilizando a velocidade em $m.s^{-1}$. - Utilizar a relação encontrada anteriormente: $\vec{F}_{média} = \frac{\Delta\vec{p}}{\Delta t}$ para calcular a força média em cada um dos casos. - Relacionar a força com o peso de cada um dos condutores. <p>Questão 2:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Relacionar a utilização de sistemas de segurança com o aumento do tempo de impacto. - Relacionar o aumento do tempo de impacto com a diminuição da força média de impacto. <p><i>Possíveis dificuldades:</i></p>	<p>Papel do professor:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Pedir a atenção dos alunos. <p>Introduzir a discussão com as questões: Então qual dos condutores se imobilizou mais rapidamente? Havia diferença na quantidade de movimento antes do impacto? Como é a relação entre a intensidade média das forças exercidas e o peso dos condutores?</p> <ul style="list-style-type: none"> - Pedir a um dos grupos para ir ao quadro, escrever os cálculos e explicar o raciocínio da questão 1b e 1c. - Perguntar à turma se existiram dúvidas nos cálculos. - Perguntar qual a página do manual que pode ser consultada. <p>Questionar: Após o que viram nesta tarefa, qual é então a influencia dos sistemas de segurança?</p> <p><i>Possíveis respostas:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Pedir para abrir o manual na página dos sistemas de segurança, pedir a um aluno para desenhar o gráfico referente ao airbag no quadro. 	<p>Avaliar se:</p> <ul style="list-style-type: none"> - os alunos são capazes de explicar e criticar os valores obtidos, através de questionamento. - os alunos são capazes de argumentar e justificar com a linguagem científica correta, através de questionamento na discussão. - os alunos relacionam o tempo de impacto com a força média de impacto através de questionamento. - os alunos são capazes de relacionar o Momento Linear e a 2.^a Lei de Newton através de questionamento.

		- Não compreendem a distribuição das forças aplicadas ao longo do tempo, sem ser pela fórmula matemática.		
5. Contextualização teórica Revisão de conceitos sobre segunda Lei de Newton, Momento Linear e sistemas de segurança.	15 min	Os alunos, ouvem a professora, escrevem apontamentos e colocam dúvidas.	<p>Papel da professora:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Pedir aos alunos para prestarem atenção - Projetar o ppt <p>Explicar: Segunda Lei de Newton para um sistema de partículas:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Aceleração do centro de massa; - Forças internas e externas; - Anulação da resultante das forças internas devido à 3ª Lei de Newton; - Igualdade da resultante das forças à resultante das forças externas; - Forças exteriores como responsáveis pela aceleração do sistema. <p>Explicar: Momento Linear e sistemas de Segurança</p> <ul style="list-style-type: none"> - Variáveis que influenciam os efeitos de uma colisão; - Definição de Momento Linear; - Momento Linear e Segunda Lei de Newton; - Força média de impacto numa colisão de veículos; - Influência dos sistemas de segurança no aumento do tempo de impacto e consequente diminuição da força média de impacto. - Forças exteriores como responsáveis pela variação do momento linear de um sistema. <p>Questionar se existem dúvidas.</p>	<p>Avaliar se:</p> <ul style="list-style-type: none"> - os alunos mostram interesse nos conteúdos teóricos através da observação e questionamento. - os alunos compreendem os conteúdos teóricos através de questionamento.

6. Notas finais <i>A professora relembra datas importantes e trabalhos para entrega</i>	5 min	Os alunos, ouvem a professora e colocam dúvidas.	- Pedir aos alunos para enviarem as respostas à tarefa via e-mail até ao final do dia. - Relembrar que têm uma semana para enviar a reflexão e o panfletopanfleto.	
---	--------------	--	---	--

Plano da aula 4 – Com desafio “movimento da canoa”.

(a duração da aula é de 55 min.)

Tarefas e atividades de aprendizagem (Questão da tarefa e momentos da aula)	Duração esperada	Atividade dos alunos e possíveis dificuldades	Respostas do professor e outros aspetos a ter em atenção	Avaliação dos objetivos de aprendizagem dos alunos
1. Introdução e contextualização Apresentação do tema da aula, atividades e modo de funcionamento. Comunicar informações para aula seguinte. Leitura de toda a tarefa.	5 min	Os alunos sentam-se em grupos e escrevem o sumário. Os alunos ouvem a professora e tiram dúvidas em relação ao funcionamento da aula. Escrever no caderno que é para trazer os computadores/tablets na aula seguinte. Os alunos abrem o manual escolar para seguir a aula. Visualizar a animação projetada.	Projetar a apresentação com o sumário Explicar que a aula vai consistir em três momentos: Trabalho autónomo com auxílio do manual escolar; discussão coletiva dos resultados; Revisão de conceitos relativamente ao tópico conservação do momento linear. Pedir para escreverem: trazer os computadores/tablets na aula seguinte, pelo menos um por grupo. Pedir para abrir o manual escolar na página do momento linear. Questionar sobre a página do manual que abriram. Entregar a tarefa a cada grupo. Projetar a animação referente aos desafios.	Avaliar se: - os alunos mostram compreender como se vai desenrolar a aula através de questionamento. - os alunos se questionam sobre o trabalho a ser desenvolvido através de questionamento. - os alunos mostram interesse e empenho no trabalho a

		<p>Um aluno lê o texto introdutório e os dois desafios.</p> <p>Os alunos escrevem o tempo que têm para resolver o mistério.</p> <p>Os alunos ouvem a professora e expõem as dúvidas sempre que existam.</p> <p><i>Possíveis dificuldades:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Quando é para entregar? - O trabalho é para ser feito numa folha à parte por grupo, ou uma por pessoa? 	<p>Pedir a um aluno para ler os desafios.</p> <p>Indicar que cada grupo vai ter apenas um dos dois desafios tirado à sorte.</p> <p>Informar que o tempo para resolverem o desafio será de 20 minutos.</p> <p>Perguntar se existem dúvidas.</p> <p><i>Possíveis respostas:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - No final do dia enviem fotografias e a reflexão e panfleto têm uma semana para entregar. - Podem fazer apenas numa folha à parte por grupo, desde que todos tirem apontamentos. 	desenvolver através da observação.
<p>2. Trabalho autónomo</p> <p>Os alunos em grupo dão resposta às questões da tarefa.</p> <p>Mistério 1</p> <p>O que acontece à canoa quando o homem atira a bola de treino para a outra extremidade da canoa ficando a bola imobilizada. Considerem que a massa dos corpos que constituem o sistema está distribuída uniformemente.</p> <p>Qual o deslocamento da canoa após 30 segundos?</p> <p>Apresentem todos os cálculos realizados e as leis em que se basearam.</p>	20 min	<p>Os alunos começam a resolver as questões da tarefa com base no manual escolar.</p> <p>Mistério 1:</p> <p>Os alunos devem:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Esquematizar o problema. - Explicar que todas as forças dentro do sistema existem aos pares e pela Terceira Lei de Newton a resultante das forças internas é zero. - Referir que não são aplicadas forças externas no sistema. - Calcular o centro de massa do sistema canoa + homem + bola no instante antes de ser lançada a bola e no instante após a bola se imobilizar no outro lado da canoa. - Calcular o deslocamento da canoa. 	<p>Papel do professor:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Indicar o início do trabalho. - Circular entre os grupos e verificar se existem dúvidas pontuais e indicar que tentem resolver em grupo e com pesquisa no manual escolar. <p>Referir que é necessário representar o problema através de um esquema.</p>	<p>Avaliar se:</p> <ul style="list-style-type: none"> - todos os elementos do grupo têm um papel relevante no grupo através da observação. - os alunos estão empenhados na atividade proposta através da observação. - os alunos relacionam os conteúdos teóricos com os tópicos pedidos através da observação e correção das questões.

<p>Mistério 2</p> <p>O que acontece à canoa quando o homem atira a bola de treino para lá da canoa com uma força de 56 N a 60° da horizontal. Considerem que a massa dos corpos que constituem o sistema está distribuída uniformemente.</p> <p>Qual o deslocamento da canoa após 30 segundos?</p> <p>Apresentem todos os cálculos realizados e as leis em que se basearam.? Apresentem todos os cálculos.</p>		<p>- Relacionar a variação da posição da canoa com a Primeira Lei de Newton.</p> <p>Mistério 2:</p> <p>Os alunos devem:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Esquematizar o problema. - Referir que a bola não faz parte do sistema de partículas a considerar. - Calcular a posição inicial do centro de massa do sistema canoa + homem. <ul style="list-style-type: none"> - Aplicar a Terceira Lei de Newton para saber qual a força aplicada pela bola no sistema considerado. - Aplicar a Segunda Lei de Newton para saber a aceleração - Calcular a velocidade do sistema. - Calcular o deslocamento da canoa. <p><i>Possíveis dificuldades:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Os alunos aplicam as leis sem dizerem os nomes. - Não conseguem relacionar a forças bola/homem+canoa como a responsável por alterar o estado de repouso da canoa. 	<p><i>Possíveis respostas:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Questionar sobre que lei utilizaram para fazer a associação e caso não saibam, perguntar à turma. - Pedir a um aluno para esquematizar o mistério 2 e a força descrita no enunciado. Perguntar se existe alguma reação por parte da bola. 	<p>- os alunos são capazes de pesquisar no manual através da observação.</p>
<p>3. Discussão coletiva</p> <p>Mistério 1</p> <p>O que aconteceu à canoa quando o homem atirou a bola para a outra</p>	<p>10 min</p>	<p>Papel do aluno:</p> <p>Responder às questões colocadas pela professora e participar na discussão coletiva.</p> <p>Mistério 1:</p>	<p>Papel do professor:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Pedir a atenção dos alunos. 	<p>Avaliar se:</p> <ul style="list-style-type: none"> - os alunos participam ativamente na discussão através da observação.

<p>extremidade? Qual foi o deslocamento da canoa?</p> <p>Mistério 2</p> <p>O que aconteceu à canoa quando o homem atirou a bola para lá da canoa? Qual foi deslocamento da canoa após 30 segundos? No vosso caso o centro de massa do sistema considerado variou como o dos vossos colegas?</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Esquematizar o problema incluindo o antes e o depois e as forças internas consideradas (bola/homem; homem/bola; bola/canoa; canoa/bola). - Relacionar e explicar a Terceira Lei de Newton com a resultante das forças internas (intensidade nula). - Explicar que não existem forças externas aplicadas no sistema. E que segundo a Primeira Lei de Newton, se um sistema se encontra em repouso, vai permanecer em repouso quando não existem forças aplicadas sobre ele, mantendo o centro de massa do sistema no mesmo sítio em relação ao referencial. - Calcular o centro de massa do sistema canoa + homem + bola no instante antes de ser lançada a bola e no instante após a bola se imobilizar no outro lado da canoa. - Calcular o deslocamento da canoa por forma a que seja mantida a posição do centro de massa. - Relacionar a variação da posição da canoa com a Primeira Lei de Newton. <p>Mistério 2:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Esquematizar o problema incluindo o antes e o depois e as forças consideradas (bola/homem+canoa; homem+canoa/bola). - Referir que a bola não faz parte do sistema de partículas a considerar, logo exerce uma força no sistema considerado. - Referir que o centro de massa do sistema não varia. 	<p>Introduzir a discussão com a questão: O que acontece à canoa quando o homem atira a bola para a outra extremidade? Qual foi o deslocamento da canoa?</p> <p>Chamar os dois grupos para cada um explicar o seu raciocínio. Pedir para esquematizarem no quadro e escreverem o processo até à resposta.</p> <p><u>Nota:</u> Caso os dois grupos tenham utilizado o mesmo processo, apenas um precisa de escrever.</p> <p>Questionar: Próximos grupos venham até aqui. O que aconteceu à canoa quando o homem atirou a bola para lá da canoa? Qual foi deslocamento da canoa após 30 segundos? No vosso caso o centro de massa do sistema considerado variou como o dos vossos colegas? Pedir para esquematizarem no quadro e escreverem o processo até à resposta.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - os alunos esquematizam o problema através de observação. - os alunos relacionam os conteúdos teóricos com os mistérios propostos através de questionamento e observação. - os alunos explicam o movimento da canoa com utilização das Leis através de questionamento. - os alunos são capazes de comunicar os resultados obtidos através de questionamento e observação.
--	---	---	---

		<ul style="list-style-type: none"> - Calcular a posição inicial do centro de massa do sistema. - Aplicar a Terceira Lei de Newton para saber qual a força aplicada pela bola no sistema considerado. - Aplicar a Segunda Lei de Newton para saber a aceleração provocada. - Calcular a velocidade inicial do sistema após a aplicação da força. - Calcular o deslocamento da canoa considerando que não existem mais forças aplicadas e que pela Primeira Lei de Newton, o sistema continua o seu movimento com a mesma velocidade durante os 30 segundos. <p><i>Possíveis dificuldades:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Os alunos aplicam as leis sem dizerem os nomes. - Não conseguem relacionar a forças bola/homem+canoa como a responsável por alterar o estado de repouso da canoa. 	<p>Nota: Caso os dois grupos tenham utilizado o mesmo processo, apenas um precisa de escrever.</p> <p><i>Possíveis respostas:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Questionar sobre que lei utilizaram para fazer a associação e caso não saibam, perguntar à turma. - Pedir a um aluno para esquematizar o mistério 2 e a força descrita no enunciado. Perguntar se existe alguma reação por parte da bola. 	
<p>5. Extra Resolução autónoma de exercícios do manual</p>	<p>--- min</p>	<p>Os alunos, ouvem a professora e colocam dúvidas sobre o trabalho a realizar.</p> <p>Escrever no caderno diário as respostas às questões 3, 6, 13, 14 e 15 da página 99 do manual escolar.</p>	<p>Papel da professora:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Pedir aos alunos para prestarem atenção - Indicar quais os exercícios para serem feitos – pág. 99 exercícios 3, 6, 13, 14 e 15 <p>Questionar se existem dúvidas.</p> <p>Circular pela sala e escrever no quadro os exercícios a realizar.</p>	<p>Avaliar se:</p> <ul style="list-style-type: none"> - os alunos mostram interesse nos conteúdos teóricos através da observação. - os alunos mostram interesse nos

				exercícios que estão a resolver através da observação.
6. Notas finais <i>A professora relembra datas importantes e trabalhos para entrega</i>	5 min	Os alunos, ouvem a professora e colocam dúvidas.	<ul style="list-style-type: none"> - Pedir aos alunos para enviarem as respostas à tarefa via e-mail até ao final do dia. - Relembrar que têm de levar um computador/tablet por grupo na aula seguinte. - Realizar os restantes exercícios como TPC para tirarem dúvidas na aula seguinte. 	

Plano das aulas 5 e 6 – Com tarefa “Colisões no bilhar”.

(a duração da aula é de 100 min.)

Tarefas e atividades de aprendizagem (Questão da tarefa e momentos da aula)	Duração esperada	Atividade dos alunos e possíveis dificuldades	Respostas do professor e outros aspetos a ter em atenção	Avaliação dos objetivos de aprendizagem dos alunos
1.Introdução e contextualização Apresentação do tema da aula, atividades e modo de funcionamento. Revisão de conceitos sobre momento linear. Introdução teórica às colisões e conservação energética.	20 min	Os alunos sentam-se em grupos e escrevem o sumário. Os alunos ouvem a professora e tiram dúvidas em relação ao funcionamento da aula.	Projetar a apresentação com o sumário Explicar que a aula vai consistir em cinco momentos: Revisão de conceitos relativamente ao tópico momento linear e segunda lei de newton; introdução teórica às colisões e conservação energética; trabalho autónomo com auxílio do manual escolar; discussão coletiva dos resultados; Resolução de exercícios para o teste sumativo.	Avaliar se: - os alunos mostram compreender como se vai desenrolar a aula através de questionamento.

<p>Leitura de toda a tarefa.</p>		<p>Os alunos abrem o manual escolar para seguir a aula e escrevem apontamentos no caderno diário, tirando dúvidas sempre que necessário.</p> <p>Os alunos vão em grupos até ao berço de Newton para experimentar.</p>	<p>Pedir para abrir o manual escolar na página do momento linear.</p> <p>Questionar sobre a página do manual que abriram.</p> <p>Pedir a um aluno para relembrar o que fizeram na última aula.</p> <p>Explicar com auxílio ao ppt:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Lei da Conservação do Momento Linear para um sistema de partículas; - Condições para aplicação da Lei e deduções relativas às forças externas e internas ao sistemas; - conservação do momento linear do sistema como consequências das Leis de Newton; - Lei da Conservação da Energia; - Colisões frontais; - Exemplos de colisões; - Tipos de colisões: Elásticas, inelásticas e perfeitamente inelásticas; - Considerações energéticas para cada tipo de colisão; - coeficiente de restituição – elasticidade dos materiais de dois corpos em colisão. <p>Em simultâneo fazer a construção de um esquema no quando relativo às colisões.</p> <p>Demonstrar as colisões entre esferas no berço de Newton. Chamar os alunos para experimentarem.</p> <p>Perguntar se existem dúvidas e esclarecer as dúvidas existentes.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - os alunos se questionam sobre o trabalho a ser desenvolvido através de questionamento. - os alunos mostram interesse e empenho no trabalho a desenvolver através da observação. - os alunos compreendem os conteúdos teóricos através de questionamento.
----------------------------------	--	---	---	--

		<p>Os alunos viram-se para trás para formarem grupos de trabalho.</p> <p>Um dos alunos lê em voz alta a tarefa e todos apontam o tempo disponível para a realização da tarefa.</p> <p>Os alunos ouvem a professora e expõem as dúvidas sempre que existam.</p>	<p>Entregar a tarefa a cada grupo.</p> <p>Pedir a um aluno para ler a introdução da tarefa.</p> <p>Pedir a outro aluno para continuar a ler a Parte A e Informar que devem escrever que têm 50 minutos para a realizar</p> <p>Parte B: Informar que esta parte vai para trabalho autónomo de preparação para o teste e que quaisquer dúvidas podem enviar por e-mail.</p> <p>Perguntar se existem dúvidas.</p>	
<p>2. Trabalho autónomo</p> <p>Os alunos em grupo dão resposta às questões da tarefa.</p> <p>Questão 1:</p> <p>Através do texto e do manual escolar prevejam uma resposta para as seguintes questões:</p> <p>a) Durante um jogo de bilhar quais os tipos de colisões que podem estar presentes?</p> <p>b) Quais as transformações energéticas durante uma colisão entre duas bolas?</p> <p>c) Qual a razão de haver uma diminuição da velocidade da bola após colidir com a parede?</p> <p>Questão 2:</p> <p>Planifiquem uma simulação onde possam testar as diferentes colisões das bolas de</p>	<p>40 min</p> <p>5 min</p> <p>10 min</p>	<p>Os alunos começam a resolver as questões da tarefa com base no manual escolar.</p> <p style="text-align: center;">Questão 1</p> <p>Os alunos devem:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Indicar os tipos de colisões presentes num jogo de bilhar; - Identificar e relacionar com o contexto as transformações energéticas presentes numa colisão; - Explicar a diminuição de uma bola após a colisão com a parede. <p>Questão 2:</p> <p>Os alunos devem:</p>	<p>Papel do professor:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Indicar o início do trabalho. <p>Escrever no quadro o link para o site do simulador de colisões.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Circular entre os grupos e verificar se existem duvidas pontuais e indicar que tentem resolver em grupo e com pesquisa no manual escolar e na internet. <p>Questão 2, 3 e 4:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Circular pelos grupos e incentivar à rotação da pessoa que está a simular, para que vão rodando que utiliza o simulador. 	<p>Avaliar se:</p> <ul style="list-style-type: none"> - todos os elementos do grupo têm um papel relevante no grupo através da observação. - os alunos estão empenhados na atividade proposta através da observação. - os alunos relacionam os conteúdos teóricos com os tópicos pedidos através da

<p>bilhar num jogo. Nota: Comecem por identificar as variáveis em estudo.</p> <p>Questão 3: Usando o simulador, testem as variáveis de acordo com a vossa planificação. (https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulations/collision-lab) Construam uma tabela onde identifiquem as variáveis, relacionando o tipo de colisão e o coeficiente de restituição.</p> <p>Questão 4: Após a simulação, o que concluem em relação à variação do momento linear e à</p>	<p>12 min</p> <p>10 min</p> <p>3 min</p>	<p>- Identificar as variáveis que possam influenciar as considerações energéticas e velocidades finais após uma colisão;</p> <p>- Planificar uma simulação para utilizar no PHET – laboratório de colisões;</p> <p>- Utilizar controlo de variáveis para a planificação.</p> <p><i>Possíveis dificuldades:</i></p> <p>- Identificam erradamente as variáveis ou não sabem como fazer controlo de variáveis.</p> <p>Questão 3: Os alunos devem:</p> <p>- Entrar no link dado.</p> <p>- Utilizar os dados da questão anterior para realizar a simulação.</p> <p>- Preencher a tabela de análise com os valores pedidos.</p> <p><i>Possíveis dificuldades:</i></p> <p>- Não conseguem entrar no simulador.</p> <p>Questão 4: Os alunos devem:</p>	<p><i>Possíveis respostas:</i></p> <p>- Criar um quadro de análise no quadro da sala e chamar os diversos grupos para que vão variando a massa das duas bolas e as velocidades das duas bolas.</p> <p><i>Possíveis respostas:</i></p> <p>- Projetar o simulador e chamar um dos alunos para fazer um tutorial para a turma de como entrar/pedir aos alunos para irem ao motor de busca e procurar um tutorial.</p>	<p>observação e correção das questões.</p> <p>- os alunos são capazes de pesquisar no manual através da observação.</p> <p>- os alunos são capazes de criar uma tabela de análise de dados através de observação.</p> <p>- os alunos planificam uma simulação exequível através de observação.</p>
--	---	--	--	--

<p>variação da energia cinética nos vários tipos de colisões.</p>		<p>- Concluir sobre a variação do momento linear e a variação da energia cinética nos vários tipos de colisões através dos dados obtidos.</p> <p><i>Possíveis dificuldades:</i></p> <p>- Os alunos não conseguem interpretar os valores obtidos</p>	<p><i>Possíveis respostas:</i></p> <p>- Iniciar uma discussão coletiva sobre os dados retirados do simulador e os cálculos teóricos que possam ser feitos.</p>	
<p>3. Discussão coletiva</p> <p>Questão 1: Então no bilhar quais são as colisões que podem estar presentes? Quando são apenas duas bolas a colidir, quais são as transformações energéticas nesse instante? Porque diminui a velocidade da bola após colidir com a parede?</p>	<p>15 min</p>	<p>Papel do aluno: Responder às questões colocadas pela professora e participar na discussão coletiva.</p> <p>Questão 1: Os alunos devem:</p> <p>- Indicar que se não considerarmos as forças de atrito no tapete de jogo, existem colisões elásticas entre as bolas e colisões inelásticas entre o taco e a bola e entre a bola e a parede.</p> <p>- Identificar e relacionar com o contexto as transformações energéticas presentes numa colisão, ou seja, referir que numa colisão entre duas bolas há transformação de energia cinética em energia elástica e de energia elástica em energia cinética novamente. Podem ainda referir que como é considerada elástica então a energia cinética inicial é igual à final;</p>	<p>Papel do professor: - Pedir a atenção dos alunos. Introduzir a discussão com a questão: Então a que se pretendeu dar resposta com a criação do Graham?</p> <p>Questionar: Então no bilhar quais são as colisões que podem estar presentes? Quando são apenas duas bolas a colidir, quais são as transformações energéticas nesse instante? Porque diminui a velocidade da bola após colidir com a parede?</p>	<p>Avaliar se:</p> <p>- os alunos participam ativamente na discussão através da observação.</p> <p>- os alunos indicam o tipo de colisões existentes através de questionamento.</p> <p>- os alunos identificam e relacionam o contexto com as transformações energéticas através de questionamento.</p> <p>- os alunos retirar conclusões através de</p>

<p>Questão 4: O que concluíram em relação à variação do momento linear e à variação da energia cinética nos vários tipos de colisões.</p>		<p>- Explicar a dissipação de energia após a colisão da bola com a parede, devido à deformação e restituição incompleta dos materiais envolvidos.</p> <p><i>Possíveis dificuldades:</i></p> <p>- dissipação de energia e deformação da parede.</p> <p>Questão 4: Os alunos devem:</p> <p>- Concluir que numa colisão elástica (bola+bola) existe conservação do momento linear e da energia cinética;</p> <p>- Concluir que numa colisão inelástica (bola+parede) existe conservação do momento linear, mas não existe conservação de energia cinética.</p> <p><i>Possíveis dificuldades:</i></p> <p>- Compreender a diferença entre conservação do momento linear e a conservação da energia cinética.</p>	<p><i>Possíveis respostas:</i></p> <p>- Questionar quem joga bilhar e pedir para explicar quantas “tabelas” consegue fazer quando dá uma tacada e o material de que é composto a tabela.</p> <p>Questionar: O que concluíram em relação à variação do momento linear e à variação da energia cinética nos vários tipos de colisões.</p> <p><i>Possíveis respostas:</i></p> <p>- Escrever ambas as fórmulas e questionar sobre a dependência dessas variáveis em função das velocidades. Se a dúvida persistir utilizar valores de uma colisão inelástica para exemplificar.</p>	<p>dados de simulações através de questionamento.</p>
<p>5. Trabalho autónomo Os alunos em grupo dão resposta às questões do manual.</p>	<p>25 min</p>	<p>Os alunos abrem o manual e resolvem as questões do manual escolar.</p>	<p>Papel do professor:</p> <p>- Pedir para abrir o manual escolar na página dos exercícios.</p> <p>- Escrever no quadro os exercícios a resolver e a ordem a que devem ser resolvidos.</p>	<p>Avaliar se:</p> <p>- os alunos estão empenhados na</p>

<p>Dar resposta às questões do manual: exercício 5, 8, 14, 15 e 3 das páginas: 98-100</p>		<p>- Dar resposta às questões 5, 8, 14, 15 e 3 do manual escolar das páginas 98-100.</p>	<p>- Circular entre os grupos e verificar se existem dúvidas pontuais e indicar que tentem resolver em grupo e com pesquisa no manual escolar.</p> <p>As resoluções dos exercícios encontram-se resolvidas no caderno de notas de campo.</p>	<p>atividade proposta através da observação.</p> <p>- os alunos são capazes de pesquisar no manual através da observação.</p>
<p>6. Notas finais A professora relembra datas importantes e trabalhos para entrega</p>	<p>5 min</p>	<p>Os alunos, ouvem a professora e colocam dúvidas.</p>	<p>- Pedir aos alunos para enviarem as respostas à tarefa via e-mail até ao final do dia, bem como a reflexão.</p> <p>- Relembrar que têm uma semana até ao teste e que devem enviar e-mail com dúvidas em relação à parte B.</p>	

Plano da aula 7 – Preparação da A.L. 1.3.

Aula dada em conjunto com a professora cooperante.

(a duração da aula é de 50 min.)

Tarefas e atividades de aprendizagem (Questão da tarefa e momentos da aula)	Duração esperada	Atividade dos alunos e possíveis dificuldades	Respostas do professor e outros aspetos a ter em atenção	Avaliação dos objetivos de aprendizagem dos alunos
<p>1. Introdução e contextualização</p> <p>Apresentação do tema da aula, atividades e modo de funcionamento. Comunicar informações para aula seguinte.</p>	<p>25 min</p>	<p>Os alunos sentam-se em grupos e escrevem o sumário.</p> <p>Os alunos abrem o manual escolar para seguir a aula.</p> <p>Visualizar o vídeo e tirar apontamentos</p> <p>Os alunos expõem as dúvidas sempre que existam.</p>	<p>Projetar a apresentação com o sumário</p> <p>Pedir para abrir o manual escolar na página da A.L. 1.3.</p> <p>Projetar o vídeo da editora referente à atividade laboratorial 1.3.</p> <p>Perguntar se existem dúvidas.</p> <p>Pedir para resolverem as questões pré-laboratoriais aos pares e posteriormente os exercícios do final do capítulo como preparação para o teste.</p> <p>Informar que vão ser chamados grupo a grupo para compreenderem o que vão fazer na atividade sobre as colisões.</p>	<p>Avaliar se:</p> <ul style="list-style-type: none"> - os alunos mostram compreender como se vai desenrolar a aula através de questionamento. - os alunos mostram interesse e empenho no trabalho a desenvolver através da observação.
<p>2. Trabalho autónomo</p> <p>Os alunos em grupo dão resposta às questões propostas pela professora cooperante.</p>	<p>25 min</p>	<p>Os alunos começam a resolver as questões pré-laboratoriais e as questões do manual da página 96-102</p> <p>Papel do aluno:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Resolver os exercícios. -Retirar as dúvidas sobre os exercícios sempre que existam. 	<p>Papel do professor:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Indicar o início do trabalho. - circular pelos grupo para ver se têm dúvidas 	<p>Avaliar se:</p> <ul style="list-style-type: none"> - os alunos estão empenhados na atividade proposta através da observação. - os alunos são capazes de

		- Sair da sala em grupo de laboratório sempre que chamados para discussão sobre atividade de colisões.		pesquisar no manual através da observação.
3. Discussão em grupo Grupo a grupo discutir a futura maquete a ser construída.	20 min	<p>Papel do aluno:</p> <p>Ouvir a professora e discutir ideias para a maquete pedida.</p> <p>Ler o texto introdutório e os tópicos</p> <p>Anotar tópicos relevantes para a construção.</p> <p>Esclarecer dúvidas sobre o trabalho a ser desenvolvido em casa.</p>	<p>Papel do professor:</p> <p>- Chamar grupo a grupo para o exterior.</p> <p>- Explicar a cada grupo o contexto da próxima atividade e explicar a maquete da colisão que vão realizar e que tipo de materiais podem ser utilizados.</p> <p>- Em cada grupo, pedir aos alunos para lerem o texto introdutório e os tópicos do trabalho.</p> <p>Caminho 1</p> <p>Explicar:</p> <p>- Vão ter de criar uma maquete onde seja possível verificar as regras de segurança necessárias para a descolagem de um foguetão, bem como, qual a colisão presente.</p> <p>- Referir que para isso devem seguir os tópicos descritos no documento.</p> <p>- Referir que, não se podem esquecer que, além da maquete devem entregar um documento escrito onde incluam:</p> <p>- o tipo de colisão presente, os corpos que pertencem ao sistema, bem como o centro de massa do mesmo e todo o dimensionamento e o processo para a criação do produto final.</p> <p>Caminho 2</p> <p>Explicar:</p>	<p>Avaliar se:</p> <p>- os alunos participam ativamente na discussão através da observação.</p> <p>- os alunos compreendem o trabalho a ser desenvolvido através de questionamento.</p>

			<p>- Vão ter de criar uma maquete onde seja possível verificar a colisão que observam quando vêm no supermercado um carro blindado a acelerar para fugir de zombies e a colidir com uma parede e a voltar.</p> <p>- Referir que para isso devem seguir os tópicos descritos no documento.</p> <p>- Referir que, não se podem esquecer que, além da maquete devem entregar um documento escrito onde incluam:</p> <p>- o tipo de colisão presente, bem como o centro de massa do mesmo. Além disso incluam todo o dimensionamento e o processo para a criação do produto final.</p> <p>Caminho 3</p> <p>Explicar:</p> <p>- Vão ter de criar uma maquete onde seja possível verificar a colisão que observam quando observaram um carro com pessoas a dispararem contra zombies colide frontalmente com outro carro que estava abandonado na estrada. Sendo que após a colisão, o carro permaneceu imóvel, enquanto o carro que estava abandonado deslocou-se alguns metros até se imobilizar.</p> <p>- Referir que para isso devem seguir os tópicos descritos no documento.</p> <p>- Referir que, não se podem esquecer que, além da maquete devem entregar um documento escrito onde incluam:</p> <p>- o tipo de colisão presente, bem como o centro de massa do mesmo. Além disso incluam todo o dimensionamento e o processo para a criação do produto final.</p> <p>Caminho 4:</p> <p>Explicar:</p>	
--	--	--	---	--

			<p>- Vão ter de criar uma maquete onde seja possível verificar a colisão que presenciam quando colidem com um zombie na estrada e o carro continua em frente diminuindo a sua velocidade, ficando o zombie no capô a bater no vidro. Após travarem o carro, o zombie foi projetado para a frente.</p> <p>- Referir que para isso devem seguir os tópicos descritos no documento.</p> <p>- Referir que, não se podem esquecer que, além da maquete devem entregar um documento escrito onde incluam:</p> <p>- o tipo de colisão presente, bem como o centro de massa do mesmo. Além disso incluam todo o dimensionamento e o processo para a criação do produto final.</p> <p>Caminho 5:</p> <p>Explicar:</p> <p>- Vão ter de criar uma maquete onde seja possível verificar a colisão que presenciam quando os militares dispararam o canhão e este se move para trás.</p> <p>- Referir que para isso devem seguir os tópicos descritos no documento.</p> <p>- Referir que, não se podem esquecer que, além da maquete devem entregar um documento escrito onde incluam:</p> <p>- o tipo de colisão presente, bem como o centro de massa do mesmo. Além disso incluam todo o dimensionamento e o processo para a criação do produto final.</p> <p>Após cada grupo perguntar se existem dúvidas e pedir que retomem a resolução dos exercícios propostos, pedindo ao próximo grupo para prestar atenção.</p>	
4. Notas finais	5 min	Os alunos, ouvem a professora e colocam dúvidas.	- Pedir aos alunos para enviarem e-mail com qualquer dúvida que tenham.	

A professora relembra datas importantes e trabalhos para entrega			- Realizar os restantes exercícios como TPC para tirarem dúvidas na aula seguinte.	
--	--	--	--	--

Plano da aula 8 e 9 - “Colisões no zombilipse”.

(a duração da aula é de 100 min.)

Tarefas e atividades de aprendizagem (Questão da tarefa e momentos da aula)	Duração esperada	Atividade dos alunos e possíveis dificuldades	Respostas do professor e outros aspetos a ter em atenção	Avaliação dos objetivos de aprendizagem dos alunos
<p>1. Introdução</p> <p>Visionamento de um vídeo.</p> <p>Apresentação do tema da aula, atividades e modo de funcionamento</p> <p>Leitura de toda a tarefa.</p> <p>Esclarecimento de dúvidas em relação a alguns conceitos</p>	<p>10 min</p>	<p>Os alunos sentam-se e escrevem o sumário.</p> <p>Os alunos veem o vídeo projetado.</p> <p>Os alunos ouvem a professora e tiram dúvidas em relação ao funcionamento da aula.</p> <p>Um dos alunos lê em voz alta o texto introdutório.</p> <p>Ouvir a professora e expor as dúvidas sempre que existam.</p>	<p>Projetar o sumário e o vídeo</p> <p>Piada: Vão escolher um dos cenários e vamos escrever sobre as colisões que ali aparecem.</p> <p>Projetar a apresentação e entregar a tarefa a cada grupo.</p> <p>Explicar que a aula vai consistir em 4 momentos:</p> <p>Trabalho autónomo da parte A e B; Esclarecimento de dúvidas em relação a essas partes; Kahoot a pares; Início da parte C.</p> <p>Pedir a um aluno para ler o texto introdutório.</p> <p>Seguir página a página com os alunos, explicando as questões e indicando os tempos que vão ter.</p>	<p>Avaliar se:</p> <p>- os alunos mostram compreender como se vai desenrolar a aula.</p> <p>- os alunos se</p>

		<p><i>Possíveis dificuldades:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Quando é para entregar? - O trabalho é para ser feito numa folha à parte? - Quando é para entregar a maquete? 	<p>Parte A: Informar que devem escrever que têm 20 minutos para aquela parte e para verem que são três questões.</p> <p>Parte B: Informar que devem escrever que têm 30 minutos e para verem que têm várias tabelas, gráficos e ainda três perguntas de conclusões.</p> <p>Informar que cada grupo tem vários elementos, por isso devem ter isso em conta, em especial na parte B.</p> <p>Referir que após o tempo estipulado darão resposta a um questionário a pares semelhante ao trabalho que estão a desenvolver.</p> <p>Por fim, referir que o tempo restante será para trabalharem na parte C do relatório. Iremos ler sobre a parte C após o questionário.</p> <p>Perguntar se existem dúvidas.</p> <p><i>Possíveis respostas:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - O relatório é para ser entregue hoje no fim da aula. - Deve ser feito na folha que vos foi entregue. - No final da aula falamos melhor, mas será para ser entregue até dia 26 de abril. 	<p>questionam sobre o trabalho a ser desenvolvido através de questionamento.- os alunos mostram interesse e empenho no trabalho a desenvolver.</p>
<p>2. Trabalho autónomo Os alunos em grupo dão resposta às questões da tarefa.</p> <p>Parte A: O primeiro estudo prende-se com a colisão frontal de dois carros. Como se moverão após a colisão? E de que</p>	<p>60 min</p>	<p>Os alunos começam a resolver as questões da tarefa.</p> <p>Questão 1: Os alunos devem:</p>	<p>Papel do professor:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Indicar o início do trabalho. - Circular entre os grupos e verificar se existem duvidas pontuais e indicar que tentem resolver em grupo. 	<p>Avaliar se:</p> <ul style="list-style-type: none"> - todos os elementos do grupo têm um papel relevante no grupo através da observação.

<p>b) Pode aplicar-se a Lei da Conservação do momento Linear a cada um dos corpos? E ao sistema dos dois corpos em colisão? Justifiquem.</p> <p>Questão 3: Na próxima etapa irão analisar um estudo prévio de colisões e caracterizá-las. Para que o estudo fosse o mais completo possível, foi necessário primeiro escolher as grandezas e o material. Indiquem quais foram essas grandezas e qual o material de</p>	<p>10 min</p>	<p>- Referir que para cada corpo isolado as forças externas não são 0N, visto que é aplicado sobre ele uma força, exercida pelo outro carro.</p> <p>- Justificar que no sistema dos dois corpos na colisão forças externas são 0N.</p> <p>- Relacionar a Lei da Conservação do momento linear com os diferentes valores das forças externas aplicadas. Caso seja nulo verifica-se, noutra caso, não se verifica.</p> <p><i>Possíveis dificuldades:</i></p> <p>- Não identificam a força normal.</p> <p>- Não reconhecem o par ação/reação como as forças responsáveis pela colisão.</p> <p>- Não sabem identificar a diferença entre o sistema ser um carro e o sistema serem os dois carros.</p> <p>Questão 3:</p> <p>Os alunos devem:</p> <p>- Identificar as grandezas que devem ser vistas como variáveis no estudo: massa do carro 1, massa do carro 2, velocidade inicial do carro 1, velocidade inicial do carro 2, largura da tira que vai interromper o feixe da célula fotoelétrica.</p> <p>- Identificar os materiais disponíveis no laboratório e relacionar com o estudo previsto: tira opaca a colocar no carro 1, craveira para medir a</p>	<p><i>Possíveis respostas:</i></p> <p>- Não se esqueçam de todas as forças, mesmo as que não influenciam a colisão.</p> <p>- Como podem caracterizar o carro se não olharem para as forças aplicadas no outro carro?</p> <p>- Questionar sobre as unidades S.I.</p> <p>- Referir que podem e devem usar o manual para pesquisa. Se ainda existirem dúvidas após a pesquisa, questionar sobre o movimento na vertical e na horizontal.</p>	<p>correção dos cálculos.</p>
---	-------------------	--	---	-------------------------------

laboratório que pode ser usado para fazer essa simulação.		<p>largura da tira, balança para medir as massas dos carros, célula fotoelétrica, sistema de aquisição de dados ou cronômetro, calha.</p> <p><i>Possíveis dificuldades:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Relacionar as variáveis. - Esquematizar o problema. 	<p><i>Possíveis respostas:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Pedir a atenção e referir que viram o vídeo ontem sobre este estudo. 	
<p>Parte B:</p> <p>Questão 1: Nas tabelas que se seguem estão os dados do estudo (I). Complete-nas para poderem dar resposta às questões. Apresentem todos os cálculos que realizarem.</p> <p style="text-align: center;">Questão 2: Na tabela que se segue estão os dados do estudo (II). Desenhem os gráficos correspondentes aos dois testes e respondam às questões. Apresentem todos os cálculos que realizarem.</p>	<p style="text-align: center;">15 min</p> <p style="text-align: center;">10 min</p>	<p>Questão 1:</p> <p>Os alunos devem:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Identificar as grandezas que se pretende estudar. - Calcular v_i, v_f, p_i, p_f, E_{ci}, E_{cf}, $\Delta p/p_i$ (%) e $\Delta E_c/E_{ci}$ (%) para três ensaios. - Apresentar os cálculos para um dos ensaios e referir que para os outros ensaios os cálculos são iguais, mas com valores diferentes. <p><i>Possíveis dificuldades:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Saber que cálculos apresentar. <p>Questão 2:</p> <p>Os alunos devem:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Identificar as grandezas que se pretende estudar. - Relacionar o coeficiente de restituição com os tempos dados. - Interpretar a reta de ajuste. - Relacionar o declive da reta com o coeficiente de restituição. - Apresentar a dedução que permite relacionar o coeficiente de restituição com os tempos. 	<p><i>Possíveis respostas:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Referir que basta apresentarem os cálculos para um dos ensaios e referir que para os outros ensaios os cálculos são iguais, mas com valores diferentes. - Referir que é uma variação, por isso devem comparar com o valor inicial. 	<p>Avaliar se:</p> <ul style="list-style-type: none"> - todos os elementos do grupo têm um papel relevante no grupo através da observação. - os alunos estão empenhados na atividade proposta através da observação. - os alunos calculam as variáveis pedidas através da observação e

<p>Questão 3: Indiquem, justificando, que conclusões podem retirar sobre a resultante das forças sobre o sistema dos carrinhos durante a colisão.</p>	<p>3 min</p>	<p><i>Possíveis dificuldades:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Saber que cálculos apresentar. - Relacionar os tempos dados com o coeficiente de restituição. - Interpretar a largura da fita opaca, como uma distância. <p>Questão 3:</p> <p>Os alunos devem:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Referir que a variação do momento linear foi diferente de zero. - Relacionar essa variação com a força resultante. - Referir que a força resultante que atua no sistema foi contrária ao movimento. <p><i>Possíveis dificuldades:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Relacionar a questão com os resultados obtidos e não os esperados. <p>Questão 4:</p> <p>Os alunos devem:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Referir que se esperava uma diminuição da E_c pois são colisões inelásticas. <p>Não se esperava variações do momento linear.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Relacionar essas variações com alinhamento da calha pobre, ou atrito entre as rodas e a calha não desprezável. <p><i>Possíveis dificuldades:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Relacionar o alinhamento da calha como uma variável a ter em conta. 	<p><i>Possíveis respostas:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Referir que basta apresentarem a dedução para o coeficiente de restituição. - Questionar sobre a relação entre uma variação de tempo e uma velocidade. <p><i>Possíveis respostas:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Relembrar que as conclusões são sobre o estudo que estiveram a analisar. <p><i>Possíveis respostas:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Relembrar que o estudo que estão a analisar deve por base o vídeo que viram e o material observado. 	<p>correção das questões.</p> <ul style="list-style-type: none"> - os alunos relacionam os conteúdos teóricos com os tópicos pedidos através da observação e correção das questões da parte B. - os alunos são capazes de raciocinar e encontrar a resposta para as questão inicial através da observação e correção dos cálculos.
<p>Questão 4: Descrevam possíveis causas de erros para a obtenção dos dados por parte da outra equipa que expliquem os resultados e as variações obtidas nos valores de energia cinética e do momento linear.</p>	<p>5 min</p>	<p><i>Possíveis dificuldades:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Saber que cálculos apresentar. - Relacionar os tempos dados com o coeficiente de restituição. - Interpretar a largura da fita opaca, como uma distância. <p>Questão 3:</p> <p>Os alunos devem:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Referir que a variação do momento linear foi diferente de zero. - Relacionar essa variação com a força resultante. - Referir que a força resultante que atua no sistema foi contrária ao movimento. <p><i>Possíveis dificuldades:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Relacionar a questão com os resultados obtidos e não os esperados. <p>Questão 4:</p> <p>Os alunos devem:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Referir que se esperava uma diminuição da E_c pois são colisões inelásticas. <p>Não se esperava variações do momento linear.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Relacionar essas variações com alinhamento da calha pobre, ou atrito entre as rodas e a calha não desprezável. <p><i>Possíveis dificuldades:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Relacionar o alinhamento da calha como uma variável a ter em conta. 	<p><i>Possíveis respostas:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Referir que basta apresentarem a dedução para o coeficiente de restituição. - Questionar sobre a relação entre uma variação de tempo e uma velocidade. <p><i>Possíveis respostas:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Relembrar que as conclusões são sobre o estudo que estiveram a analisar. <p><i>Possíveis respostas:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Relembrar que o estudo que estão a analisar deve por base o vídeo que viram e o material observado. 	<p>correção das questões.</p> <ul style="list-style-type: none"> - os alunos relacionam os conteúdos teóricos com os tópicos pedidos através da observação e correção das questões da parte B. - os alunos são capazes de raciocinar e encontrar a resposta para as questão inicial através da observação e correção dos cálculos.

<p>Questão 5: Tendo em conta o contexto em estudo, refiram e justifiquem quais as colisões em que é útil um coeficiente de restituição mais baixo.</p>	<p>2 min</p>	<p>Questão 5: Os alunos devem: - Identificar casos fictícios, mas exequíveis onde seja útil um coeficiente de restituição baixo.</p>		
<p>3. Questionário <i>Os alunos respondem às questões projetadas em pares e em conjunto com a professora discutem as respostas e os métodos para os encontrar.</i></p>	<p>15 min</p>	<p>Papel do aluno: - Entrar no questionário com o link projetado. - Responder às questões de escolha múltipla no tempo definido. - Discutir a resposta dada com base na resposta certa. - Interagir com os restantes colegas sobre as respostas dadas.</p>	<p>Papel do professor: - Pedir a atenção aos alunos. - Projetar o link para o questionário. - Pedir aos alunos que entrem no link para iniciar. - Projetar a introdução ao questionário e pedir a um aluno que faça a leitura. - Iniciar a primeira pergunta. - Após o tempo terminar, fazer um balanço das respostas dos alunos e iniciar uma discussão entre os alunos. - Iniciar a pergunta seguinte. - Após o tempo terminar, fazer um balanço das respostas dos alunos e iniciar uma discussão entre os alunos. - Fazer da mesma forma para todas as questões. No final: - Declarar os vencedores e dar o prémio: um coelho mutante zombie impresso em 3D</p>	<p>Avaliar se: - os alunos são capazes de explicar e criticar os valores obtidos, através de questionamento. - os alunos são capazes de argumentar e justificar com a linguagem científica correta, através de questionamento na discussão.</p>
<p>5. Notas finais <i>A professora relembra datas importantes e trabalhos para entrega</i></p>	<p>min</p>	<p>Os alunos, ouvem a professora e colocam dúvidas.</p>	<p>- Pedir aos alunos para enviarem as respostas à parte b da tarefa de colisões no bilhar até dia 26 de março, máximo dia 27 de manhã.</p>	

			<ul style="list-style-type: none"> - Lembrar que a maquete é para ser apresentada na aula de dia 26 de abril e que cada grupo terá no máximo 8 minutos. - Avisar que o trabalho escrito, fotografias da maquete e reflexão individual deverão ser entregues até ao final do dia 25 de abril. - Referir que todas estas notas serão enviadas por e-mail. 	
--	--	--	--	--

Plano da aula 10 – Revelação das maquetes, aplicação do questionário e avaliação das aulas.

(a duração da aula é de 55 min.)

Tarefas e atividades de aprendizagem (Questão da tarefa e momentos da aula)	Duração esperada	Atividade dos alunos e possíveis dificuldades	Respostas do professor e outros aspetos a ter em atenção	Avaliação dos objetivos de aprendizagem dos alunos
<p>1. Introdução e contextualização</p> <p>Apresentação do tema da aula, atividades e modo de funcionamento.</p>	5 min	<p>Os alunos sentam-se em grupos e escrevem o sumário.</p> <p>Os alunos ouvem a professora e tiram dúvidas em relação ao funcionamento da aula.</p> <p>Os alunos iniciam a leitura do questionário</p>	<p>Projetar a apresentação com o sumário</p> <p>Explicar que a aula vai consistir em três momentos: Aplicação de um questionário para conhecer o interesse que têm em carreiras futuras; Revelação e apresentação das maquetes; Avaliação das aulas por parte dos alunos.</p> <p>Perguntar se existem dúvidas.</p> <p>Entregar um questionário a cada aluno.</p>	<p>Avaliar se:</p> <ul style="list-style-type: none"> - os alunos mostram compreender como se vai desenrolar a aula através de questionamento. - os alunos se questionam sobre o trabalho a ser desenvolvido através de questionamento. - os alunos mostram interesse e empenho no trabalho a

				desenvolver através da observação.
<p>5. Trabalho autónomo Os alunos individualmente dão resposta ao questionário.</p>	10 min	Os alunos começam a preencher o questionário individualmente e em silêncio.	<p>Papel do professor:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Indicar o início do preenchimento do questionário - Circular entre os grupos e verificar se existem dúvidas pontuais e indicar leiam bem as questões. 	<p>Avaliar se:</p> <ul style="list-style-type: none"> - os alunos estão empenhados na atividade proposta através da observação.
<p>6. Apresentação das maquetes e discussão coletiva Os grupos apresentam as suas maquetes.</p> <p>Ordem de apresentação: caminho 1, 2, 3, 4, 5.</p>	30 min	<p>Papel do aluno:</p> <ul style="list-style-type: none"> Demonstrar em grupo a colisão pedida na maquete. Referir o tipo de colisão e o movimento das partículas antes e após a colisão. Responder às questões colocadas pela professora e participar na discussão coletiva. Responder às questões colocadas pelos colegas. Agradecer e sentar, participando posteriormente nas apresentações dos restantes colegas. 	<p>Papel do professor:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Pedir a atenção dos alunos. - Pedir ao primeiro grupo para se levantar e demonstrar a colisão representada na maquete. <p>Para todos os grupos utilizar os seguintes tópicos de condução de discussão:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Pedir para referir o tipo de colisão e o movimento das partículas antes e após a colisão. - Perguntar quais os materiais utilizados e o tempo de construção. - Perguntar se alguém tem alguma questão. - Dar <i>feedback</i> para que os alunos possam melhorar aspetos relacionados com a maquete e com o trabalho teórico. - Gerir a discussão para que não ultrapasse os 7 minutos por grupo. 	<p>Avaliar se:</p> <ul style="list-style-type: none"> - os alunos participam ativamente na discussão através da observação. - os alunos esquematizam o problema através de observação. - os alunos relacionam os conteúdos teóricos com os mistérios propostos através de questionamento e observação. - os alunos explicam o movimento da canoa com utilização das Leis através de questionamento. - os alunos são capazes de comunicar os resultados obtidos através de questionamento e observação.

<p>7. Avaliações finais Resposta dos alunos a duas questões sobre as aulas.</p>	<p>10 min</p>	<p>Os alunos, ouvem a professora e respondem às questões colocadas.</p> <p>Papel do aluno:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Responder às questões. - Comentar os resultados. 	<ul style="list-style-type: none"> - Projetar o link para as questões. - Pedir aos alunos para entrarem no link projetado. - Iniciar a primeira questão: “Descreve as aulas de física em duas palavras” - Projetar a nuvem de palavras geradas e abrir espaço para comentários. - Iniciar a segunda questão: “Quais foram as maiores dificuldades e como as superaram?” - Projetar o conjunto de respostas e abrir espaço para comentários. 	<p>Avaliar se:</p> <ul style="list-style-type: none"> - os alunos demonstram interesse no trabalho a realizar através de observação. - os alunos são capazes de ser críticos através da leituras das respostas.
--	----------------------	--	---	---

Plano da aula 11 – Aula de preparação das apresentações orais.

(a duração da aula é de 50 min.)

<p>Tarefas e atividades de aprendizagem (Questão da tarefa e momentos da aula)</p>	<p>Duração esperada</p>	<p>Atividade dos alunos e possíveis dificuldades</p>	<p>Respostas do professor e outros aspetos a ter em atenção</p>	<p>Avaliação dos objetivos de aprendizagem dos alunos</p>
<p>I. Introdução e contextualização</p> <p>Apresentação do tema da aula, atividades e modo de funcionamento.</p>	<p>5 min</p>	<p>Os alunos sentam-se em grupos e escrevem o sumário.</p> <p>Os alunos ouvem a professora e tiram dúvidas em relação ao funcionamento da aula.</p> <p>Os alunos abrem o manual escolar e ligam o computador.</p>	<p>Projetar a apresentação com o sumário</p> <p>Explicar que a aula vai consistir apenas em trabalho autónomo para preparação das apresentações orais.</p> <p>Perguntar se têm os computadores e abri-los.</p> <p>Perguntar se existem dúvidas em relação à aula.</p> <p>Perguntar se existem dúvidas.</p>	<p>Avaliar se:</p> <ul style="list-style-type: none"> - os alunos mostram compreender como se vai desenrolar a aula através de questionamento. - os alunos se questionam sobre o trabalho a ser desenvolvido através de questionamento. - os alunos mostram interesse e empenho no trabalho a desenvolver através da observação.

<p>2. Trabalho autónomo Os alunos em grupo preparam a apresentação oral da aula seguinte.</p>	<p>40 min</p>	<p>Os alunos, em grupo, começam a preparar a apresentação oral definida na aula anterior para apresentar na aula seguinte.</p>	<p>Papel do professor:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Indicar o início do trabalho. - Circular entre os grupos e verificar se existem dúvidas pontuais e indicar que tentem resolver em grupo e com pesquisa no manual escolar. - Sempre que necessário explicar aos grupos alguns conceitos. 	<p>Avaliar se:</p> <ul style="list-style-type: none"> - todos os elementos do grupo têm um papel relevante no grupo através da observação. -Os alunos estão empenhados na atividade proposta através da observação. -Os alunos são capazes de pesquisar no manual através da observação.
<p>6. Notas finais</p>	<p>5 min</p>	<p>Os alunos, ouvem a professora e arrumam o material utilizado.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Pedir aos alunos terminarem a preparação da apresentação em casa. - Relembrar que têm os slides disponíveis para utilização. 	

Planos de aula adaptados de Roback et al., 2006

APÊNDICE B – TAREFAS

Tarefa 1 – Atividade “Centro de massa de sistemas de partículas”

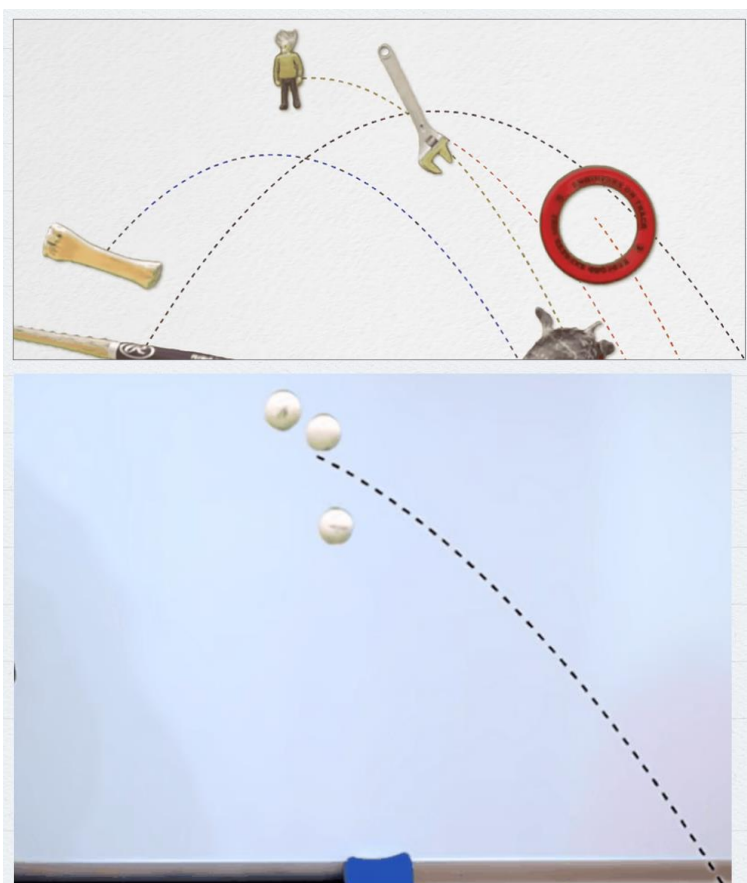
Nome: _____ Nº _____ Turma: _____

Data: __/__/____

Atividade “Centro de massa de sistemas de partículas”

Parte A

1. Observem com atenção as animações.



https://www.youtube.com/watch?v=UYb4rs013ZQ&ab_channel=FlippingPhysics.

2. Com base nas animações, prevejam uma resposta para os seguintes problemas:
 - a. “Porque é que os sistemas de partículas podem ter rotação, mas a trajetória é segundo um único ponto?”
 - b. “No caso de o sistema ser deformável, como se encontra o centro de massa?”
3. Ainda em relação às animações, escrevam alguns comentários sobre a:

- a. Relação entre o centro de massa e a trajetória.
 - b. Variação da velocidade das partículas constituintes do martelo (Nota: Começa por esquematizar um dos momentos do movimento, indicando os vários vetores da velocidade.
 - c. Localização do centro de massa do disco.
4. Compara os seguintes sistemas de partículas: a) Prancha de surf; b) Praticante de surf.
 5. Dois amigos estavam a terminar um jogo de ténis. O que estava a perder decidiu atirar duas bolas ao colega, cada uma com massa de 60g. Num determinado instante, as bolas têm um movimento, em relação ao jogador, caracterizado pelas seguintes equações:

$$\vec{r}_A = 2,0 \vec{e}_x + 2,0 \vec{e}_y \text{ (m)} \quad \vec{v}_A = 0,5 \vec{e}_x + 0,1 \vec{e}_y \text{ (m)}$$

$$\vec{r}_B = 2,4 \vec{e}_x + 3,1 \vec{e}_y \text{ (m)} \quad \vec{v}_B = 0,5 \vec{e}_x - 0,2 \vec{e}_y \text{ (m)}$$



<https://www.ceroca.cat/campus-destiu-eso-2020-centre-destudis-roca/>

- a. Caracterizem o centro de massa do sistema composto pelas duas bolas nesse instante em relação: à posição, à velocidade e à aceleração.
6. Discutam em turma as respostas às questões iniciais e escrevam uma resposta final.

Parte B – Vão mais além...

Conseguem equilibrar qualquer polígono regular e irregular em cartão na ponta do lápis? E vocês, conseguem-se equilibrar quando levantam uma perna, sem mexer o resto do corpo?

Testem as vossas respostas e expliquem.

Nota: Identifiquem o centro de massa nos polígonos.

Tarefa 2 – Atividade “Homem resistente a colisões de automóveis”

Nome: _____ Nº _____ Turma: _____
Data: __/__/____

Atividade “Homem resistente a colisões de automóveis”

Parte A

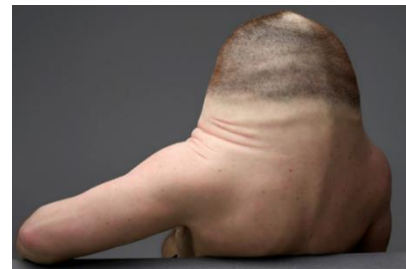
1. Leiam o texto e deem resposta às questões:

Graham, o primeiro humano “evoluído” para sobreviver a acidentes de automóvel

Nos tempos mais recentes o nosso corpo foi confrontado com a **necessidade de sobreviver a impactos a alta velocidade**. A Transport Accident Commission (TAC – comissão de acidentes de transportes) em parceria com um cirurgião traumatologista e uma artista plástica, criou o Graham, este representa o corpo humano evoluído para sobreviver a acidentes de automóvel.



O perímetro craniano aumentou, ganhou paredes duplas, mais fluído e ligações internas. Não tem pescoço, em vez disso, a cabeça é sustentada por costelas acima da omoplata. As costelas são mais grossas e têm pequenas bolsas de ar entre elas. Os joelhos têm tendões extra e podem ser dobrados em qualquer direção e desenvolveu uma articulação na tíbia que impede fraturas.



Felizmente, graças à nossa inteligência desenvolvemos sistemas de segurança que nos poupam a este aspeto e que nos garantem a sobrevivência em caso de acidente de automóvel.

Adaptado de: <https://www.razaautomovel.com/2016/07/acidentes-de-automovel>

2. A que se pretende dar resposta com a criação do Graham? Caso o Ser Humano tivesse a constituição do Graham o que podia ser retirado dos automóveis e porquê?
3. Em simulação foram feitos testes com o Graham. Num dos testes foram simulados dois carros idênticos, que circulavam a 80 km.h^{-1} antes de sofrerem um acidente. Num dos carros, estava o Graham (80 kg) e no outro, um homem (80 kg). Os tempos de colisão dos condutores com o carro foram respetivamente 0,5s e 0,05s.

- a. Qual a quantidade de movimento do centro de massa de cada um dos condutores antes da colisão? Apresentem todos os cálculos.
- b. Relacionem a força média de impacto que o Graham sofreu, com a força média de impacto sofrida pelo homem. Apresentem todos os cálculos.

Parte B

1. Num outro teste sem o Graham, fez-se colidir dois carros idênticos com uma parede vertical. A velocidade antes da colisão era 50 km.h^{-1} . O condutor do carro A utilizava cinto de segurança, mas o do carro B não. A massa de cada um dos condutores era de 70 kg.
 - a. Sabendo que um dos condutores se imobilizou em 2,0 ms e outro em 200,0 ms, identifiquem qual dos condutores corresponde a cada tempo justificando a vossa resposta.
 - b. Calculem a variação do momento linear de cada um dos condutores.
 - c. Comparem a intensidade média das forças exercidas pelo cinto e pelo volante nos condutores com a do peso de cada um deles.
2. Expliquem a influência da utilização de sistemas de segurança nos automóveis.

Parte C

1. Criem um panfleto sobre a importância da utilização de sistemas de segurança nos automóveis onde apresentem alguns dados reais.

Nota: Enviar por email (s****@edu.ulisboa.pt) até dia 26/3/2022.

Reflexão

1. Quais foram as tuas maiores dificuldades?
2. Caso tivesses oportunidade de realizar a tarefa novamente farias alguma coisa diferente? Justifica.
3. O que aprendeste com a realização da tarefa?

Tarefa 3 – Desafio “Movimento da canoa”

Nome: _____ N° _____ Turma: _____
Data: __/__/____

Desafio “Movimento da canoa”

Durante um dia de sol, o vosso grupo de amigos decidiu ir até à barragem do Alqueva, ver a aldeia da Luz, que se encontrava submersa há duas décadas. Quando lá chegaram decidiram ir andar de canoa. O primeiro a entrar para a canoa reparou que quando se movia, esta também se movia. O mesmo acontecia quando alguém empurrava a canoa. Decidiram então pegar na bola de treino e ver o que acontecia se a atirassem como representado na figura.

Nota: A imagem da figura não representa a barragem do Alqueva.



Dados gerais:

$$m_{\text{canoa}} = 200 \text{ kg}$$

$$m_{\text{homem}} = 80 \text{ kg}$$

$$m_{\text{bola}} = 10 \text{ kg}$$

$$d_{\text{interna da canoa}} = 3 \text{ m}$$

https://www.youtube.com/watch?v=UYb4rs013ZQ&ab_channel=FlippingPhysics.

Os vossos colegas de economia precisam da vossa ajuda para compreenderem o porquê. Em grupo resolvam os dois mistérios lançados, antes de experimentarem o lançamento da bola. Para os cálculos desprezem a resistência do ar e força de atrito da água.

Mistério 1:	Mistério 2:
<p>O que acontece à canoa quando o homem atira a bola de treino para a outra extremidade da canoa ficando a bola imobilizada. Considerem que a massa dos corpos que constituem o sistema está distribuída uniformemente.</p> <p>Qual o deslocamento do centro de massa do sistema após 30 segundos?</p> <p>Apresentem todos os cálculos realizados e as leis em que se basearam.</p>	<p>O que acontece à canoa quando o homem atira a bola de treino para lá da canoa com uma força de 56 N a 60° da horizontal. Considerem que a massa dos corpos que constituem o sistema está distribuída uniformemente.</p> <p>Qual o deslocamento do centro de massa do sistema após 30 segundos?</p> <p>Apresentem todos os cálculos realizados e as leis em que se basearam.</p>

Tarefa 4 – Atividade “Colisões no bilhar”

Nome: _____ Nº _____ Turma: _____

Data: __/__/____

Atividade “Colisões no bilhar”

Parte A

O bilhar americano é jogado numa mesa retangular com seis buracos, como mostra a figura. O objetivo do jogo é colocar as 7 bolas coloridas mais a bola preta nos buracos, antes do adversário. O turno é iniciado com uma tacada na bola branca, a qual se faz colidir com as outras bolas, para que entrem nos buracos. As bolas podem seguir três trajetos: (i) seguem diretamente para o buraco; (ii) colidem com outras bolas; (iii) colidem com as paredes do campo, fazendo “tabelas” e diminuindo a sua velocidade após o impacto. É um jogo onde os jogadores tentam mostrar a sua perícia em física, prevendo o movimento das bolas antes de iniciar o turno.



1. Através do texto e do manual escolar prevejam uma resposta para as seguintes questões:
 - a. Durante um jogo de bilhar quais os tipos de colisões que podem estar presentes?
 - b. Quais as transformações energéticas durante uma colisão entre duas bolas?
 - c. Qual a razão de haver uma diminuição da velocidade da bola após colidir com a parede?
2. Planifiquem uma simulação onde possam testar as diferentes colisões das bolas de bilhar num jogo. **Nota:** Comecem por identificar as variáveis em estudo.
3. Usando o simulador, testem as variáveis de acordo com a vossa planificação. (https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulations/collision-lab)
 - a. Construam uma tabela onde identifiquem as variáveis, relacionando o tipo de colisão e o coeficiente de restituição.
4. Após a simulação, o que concluem em relação à variação do momento linear e à variação da energia cinética nos vários tipos de colisões.

Parte B

Durante a pausa de um jogo de bilhar, o jogador Tyler Styler (Jogador profissional de bilhar americano, considerado um dos 12 melhores jogadores do mundo pela *World Pool-Billiard Association*), verificou uma situação muito interessante: Se colocasse uma das bolas a mover-se em direção ao buraco e atirasse com outra bola, conseguia colocar as duas no mesmo buraco. Atirou a bola vermelha e numa só tacada conseguiu colocar, tanto a vermelha, como a branca no mesmo buraco.

Os analistas que estavam a seguir o jogo forneceram alguns dos dados dessa jogada, disponíveis em baixo.

- $m_{\text{bola}} = 0,15 \text{ kg}$ distribuída uniformemente;
- $m_{\text{taco}} = 1,00 \text{ kg}$ distribuída uniformemente;
- Todas as colisões foram colisões elásticas;
- $v_{\text{vermelha antes da colisão}} = 0,10 \text{ m.s}^{-1}$;
- $v_{\text{vermelha após a colisão}} = 0,40 \text{ m.s}^{-1}$.

1. Calculem a variação da velocidade do taco antes da colisão com a bola branca e após. Sigam os tópicos descritos e justifiquem as respostas com cálculos.
 - a. Desprezem as forças de atrito para os cálculos que efetuarem.
 - b. Esquematizem as várias colisões em estudo.
 - c. Relacionem a conservação da energia cinética com o tipo de colisões.
 - d. Calculem a velocidade do taco imediatamente antes da colisão com a bola branca e após a colisão.
2. Quando voltou ao jogo, deu uma tacada na bola branca ($v_{\text{taco}} = 4,00 \text{ m.s}^{-1}$), sendo que o taco continuou o movimento ($v_{\text{taco}}' = 2,50 \text{ m.s}^{-1}$) e a bola saiu disparada à tabela, colidindo posteriormente com a preta. Após a colisão, a bola preta seguiu até entrar no buraco e a bola branca ficou imobilizada. Sabendo que o coeficiente de restituição dos materiais envolvidos na colisão com a tabela é 0,20, qual a velocidade da bola preta após a colisão?

Parte C - Reflexão

1. Quais foram as maiores dificuldades do grupo? E como as ultrapassaram?
2. Qual foi o teu contributo para a realização da atividade? Justifica.
3. Se tivesses oportunidade de falar com os teus colegas antes de eles realizarem a atividade que conselhos darias? Justifica.

Tarefa 5 – Colisões no zombilipse

Antes da atividade escrita

1. Observem a animação.



https://www.youtube.com/watch?v=hT2YyjXipfQ&ab_channel=LEGOMastersAustralia.

Colisões no zombilipse

No ano 2028, após a propagação de um vírus ser esquecida devido a uma guerra comercial pelos direitos de extração de lítio no Oceano Atlântico e Pacífico, foi enviado para todos os telemóveis do mundo o vídeo que desencadeou uma crise mundial. A histeria em massa alterou o modo como o vírus afetou o ser humano e provocou canibalismo desenfreado, criando uma nova espécie capaz de destruir o mundo.

Três anos depois, foram escolhidos cem mil humanos dos dez milhões de sobreviventes para serem enviados para o novo planeta. Você não foram escolhidos, mas decidiram tentar a vossa sorte numa competição para jovens físicos excepcionais, onde os 50 melhores do mundo ganharão lugar na viagem. A competição consiste em decifrar questões que ficaram por resolver. Encontrem a resposta que muitos procuram e terão o caminho disponível para um planeta que daqui a milhares de anos estará destruído pelo ser humano.

Parte A

O primeiro estudo prende-se com a colisão frontal de dois carros. Como se moverão após a colisão? E de que dependerão as suas velocidades após a colisão?

1. Prevejam uma resposta para estas questões.

2. Considerem uma rua vazia, onde se movem 2 carros a tentar fugir da cidade, sendo desprezável o atrito no eixo das rodas. Os 2 carros colidem frontalmente.
 - a. Que forças atuam sobre cada carro na colisão? Quais são responsáveis pela interação entre eles? Justifiquem.
 - b. Pode aplicar-se a Lei da Conservação do momento Linear a cada um dos corpos? E ao sistema dos dois corpos em colisão? Justifiquem.
3. Na próxima etapa irão analisar um estudo prévio de colisões e caracterizá-las. Para que o estudo fosse o mais completo possível, foi necessário primeiro escolher as grandezas e o material. Indiquem quais foram essas grandezas e qual o material de laboratório que pode ser usado para fazer essa simulação.

Parte B

Nas notas dos vossos colegas estavam referências aos estudos que estava a ser conduzido: (I) “Colocaram-se dois carrinhos sobre uma calha. O carrinho 1 foi lançado contra o carrinho 2 que estava parado e estes seguiram juntos após a colisão. A régua colocada na parte superior dos carrinhos tem duas marcas separadas por $12,45 (\pm 0,02)$ mm que interrompem os feixes de luz das células fotoelétricas, medindo no sistema de aquisição de dados, o tempo de passagem antes (t_i) e após a colisão (t_f).” (II) “Colocou-se um dos carrinhos do estudo anterior numa extremidade da calha e um obstáculo fixo na outra extremidade (primeiro teste com ímanes na extremidade da calha e no carrinho e segundo teste com mola na extremidade da calha) e mediu-se no sistema de aquisição de dados, o tempo de passagem antes (t_i) e após a colisão (t_f).”

1. Nas tabelas que se seguem estão os dados do estudo (I). Completem-nas para poderem dar resposta às questões. Apresentem todos os cálculos que realizarem.

Tabela a: Dados adquiridos no estudo anterior

<i>Ensaio</i>	$m_1(\pm 0,01)$ /g	$m_2(\pm 0,01)$ /g	$\Delta t_i(\pm 0,001)$ /ms	$\Delta t_f(\pm 0,001)$ /ms
1	260,42	253,91	17,663	35,543
2	260,42	406,04	29,094	95,692
3	412,53	253,91	30,414	49,517

Tabela b: Tabela de velocidades, momento linear e energia cinética

<i>Ensaio</i>	$v_i/m.s^{-1}$	$v_f/m.s^{-1}$	$p_i/kg.m.s^{-1}$	$p_f/kg.m.s^{-1}$	E_{ci}/J	E_{cf}/J
1						
2						
3						

Tabela c: Tabela das variações em percentagem do momento linear e da energia cinética

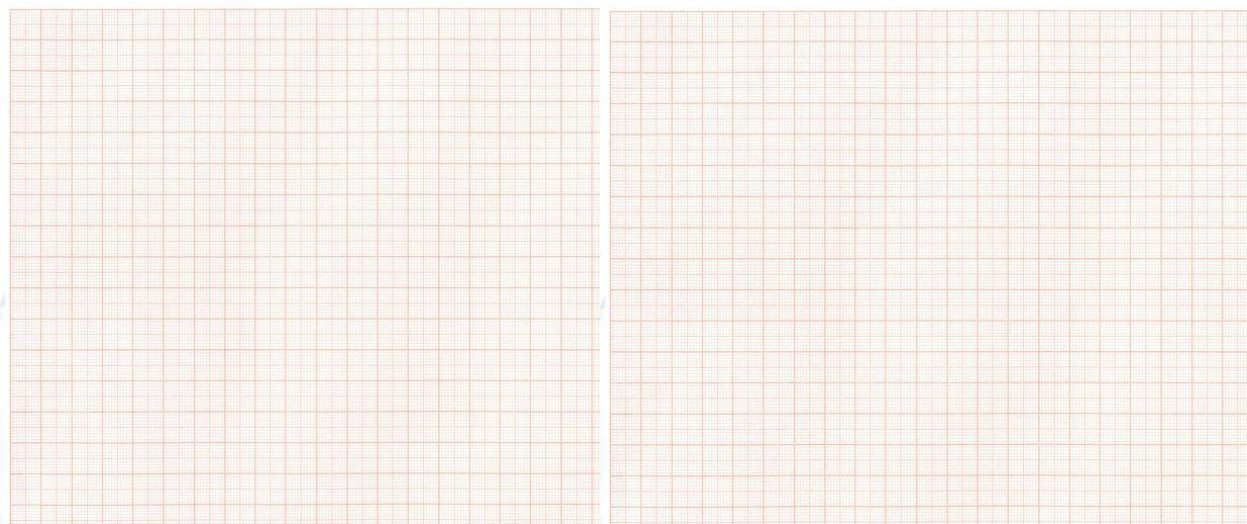
<i>Ensaio</i>	1	2	3
$\Delta p/p$ (%)			
$\Delta E_c/E_c$ (%)			

2. Na tabela que se segue estão os dados do estudo (II). Desenhem os gráficos correspondentes aos dois testes e respondam às questões. Apresentem todos os cálculos que realizarem.

Ímãs na extremidade da calha e no carrinho	$\Delta t_1 (\pm 0.001)/ms$	32,702	23,001	41,298	48,310	19,314	35,899	59,098	26,612	44,813
	$\Delta t_2 (\pm 0.001)/ms$	33,911	24,924	42,804	50,421	21,523	37,504	62,404	27,905	46,701
Mola na extremidade da calha	$\Delta t_1 (\pm 0.0001)/ms$	19,722	30,303	25,499	39,716	45,001	15,608	14,223	30,422	28,711
	$\Delta t_2 (\pm 0.001)/ms$	23,231	35,512	29,703	48,917	57,297	18,314	16,397	35,517	33,595

Gráfico 1

Gráfico 2



Equação das retas de ajuste:

--	--

Coefficiente de restituição:

--	--

Cálculos:

3. Indiquem, justificando, que conclusões podem retirar sobre a resultante das forças sobre o sistema dos carrinhos durante a colisão.
4. Descrevam possíveis causas de erros para a obtenção dos dados por parte da outra equipa que expliquem os resultados e as variações obtidas nos valores de energia cinética e do momento linear.
5. Tendo em conta o contexto em estudo, refiram e justifiquem quais as colisões em que é útil um coeficiente de restituição mais baixo.

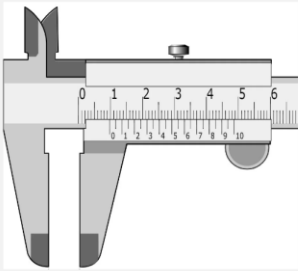
Questionário

Introdução

Num laboratório, alguns alunos investigaram o movimento de dois carrinhos que ao colidirem frontalmente seguiam juntos após a colisão. Lançaram, ainda, um carrinho frontalmente contra um obstáculo fixo e investigaram a relação entre a velocidade com que nele embatia e a velocidade com que dele era refletido, assim como o motivo que originava as diferenças. Na atividade experimental foram usadas balanças, células fotoelétricas, sensor de movimento (posição) e uma craveira.

O grupo mediu, com uma craveira, a largura de uma tira opaca, que colocou sobre o carrinho 1, sendo esse valor

29



4
Answers

▲ $(9,7 \pm 0,1) \text{ mm}$

◆ $(9,70 \pm 0,05) \text{ mm}$

● $(9,7 \pm 0,05) \text{ mm}$

■ $(9,70 \pm 0,1) \text{ mm}$

A tira opaca, do carro 1 em movimento, interrompeu a fotocélula durante $t_1 = 28,9$ ms. A velocidade do carro é

90



13
Answers

▲ $3,3 \times 10^{-1} m.s^{-1}$

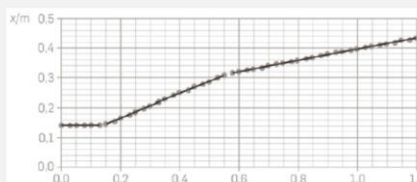
◆ $3,4 \times 10^{-1} m.s^{-1}$

● $3,36 \times 10^{-1} m.s^{-1}$

■ $3,29 \times 10^{-1} m.s^{-1}$

O gráfico traduz o movimento do carro 1 ($m=260,4g$) ao longo do tempo. Considerem carro 2 com $m=253,9g$. Podemos afirmar

240



37
Answers

▲ No instante 0,40 s, o carro 1 move-se a $0,63 m.s^{-1}$.

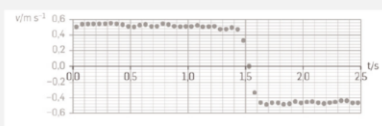
◆ Em resultado da colisão, a energia cinética diminui 30%.

● No instante 0,3 s, o carro 2 move-se a $0,63 m.s^{-1}$.

■ A colisão dá-se no instante 0,15 s.

Para um carro, $m=254,3g$, que colidiu frontalmente com um elástico fixado na calha, registou-se $v(t)$. Conclui-se que

240



35
Answers

▲ Durante a colisão, a intensidade média da força sobre o carrinho foi 1,5 N.

◆ Durante a colisão, a intensidade média da força sobre o carrinho foi 4,5 N.

● Durante a colisão, a intensidade média da força sobre o carrinho foi 3,0 N.

■ Durante a colisão, a intensidade média da força sobre o carrinho foi 0,5 N.

Lançou-se um carro 5x contra a extremidade fixa da calha, onde está um elástico que devolve o carro após o embate.

240

Antes e após a colisão, uma tira opaca, colocada sobre o carrinho, interrompeu a célula, respetivamente nos intervalos de tempo t_1 e t_2 , registados na tabela seguinte.

Qual foi o coeficiente de restituição dos materiais que colidiram?

t_1 / ms	32,7	23,0	41,3	59,1	26,6
t_2 / ms	33,9	24,9	42,8	62,4	27,9

34
Answers

▲ 1,05	◆ 0,95
● 0,10	■ 0,90

Parte C

Parabéns aos que conseguiram entrar para o grupo de elite que vai povoar outro planeta. Infelizmente as comunicações foram perdidas e a equipa de resgate não sabe onde estão. Têm os bilhetes, mas não têm como chegar. Cabe-vos agora a difícil tarefa de ir para o exterior e seguir o caminho até à nave.

Todos os grupos foram separados e seguiram por caminhos diferentes até à nave, consultem o vosso bilhete para saberem qual o caminho a seguir. Quando chegarem partilhem com os vossos colegas o vosso percurso, bem como um protótipo da(s) colisão(ões) que assistiram durante a vossa caminhada.

A data de partida é dia 26 de abril. Têm até lá para conseguirem chegar ao destino. Lembrem-se, não sejam mordidos.



<https://cutewallpaper.org/21/zombie-wallpaper-1920x1080/view-page-21.html>

Caminho 1	
Caminho 2	
Caminho 3	

O nosso caminho é:

Caminho 4	
Caminho 5	

Caminho 1

O vosso grupo foi o primeiro a sair e não teve qualquer problema no caminho tendo chegado em apenas dois dias. Quando chegaram verificaram que não era possível a nave descolar, pois não cumpria as regras de segurança.

A Humanidade depende de vocês. Precisam de projetar as necessidades para a descolagem.

Criem uma maquete onde seja possível verificar as regras de segurança necessárias para a descolagem de um foguetão, bem como, qual a colisão presente.

Para estruturarem o vosso trabalho, sigam os tópicos descritos:

- Elaborar um esquema organizador do problema com a definição do problema em estudo.
- Pesquisar sobre segurança e velocidade nos lançamentos dos foguetões.
- Pesquisar sobre o modo de funcionamento da propulsão de um foguetão.
- Realizar os cálculos necessários para o dimensionamento real de um lançamento.
- Definir e utilizar uma escala que seja exequível para a maquete.
- Escolher os materiais, bem como o modo de funcionamento da simulação da maquete (mecânico ou eletrónico)

No documento escrito incluam o tipo de colisão presente, os corpos que pertencem ao sistema, bem como o centro de massa do mesmo. Além disso incluam todo o dimensionamento e o processo para a criação do produto final.

Caminho 2

O vosso grupo foi o segundo a sair e decidiu abastecer as malas com comida. Quando chegaram ao supermercado mais próximo observaram um carro blindado a acelerar para fugir de zombies e a colidir com uma parede e a voltar.

Criem uma maquete onde exemplifiquem essa colisão que observaram. Para estruturarem o vosso trabalho, sigam os tópicos descritos:

- Elaborar um esquema organizador do problema com a definição do problema em estudo.
- Pesquisar sobre carros blindados e escolher um modelo.

- Dimensionar o problema com dados fictícios, mas exequíveis.
- Realizar os cálculos necessários para o dimensionamento da maquete.
- Escolher os materiais, bem como o modo de funcionamento da simulação da maquete (mecânico ou eletrônico).
- Descrever o tipo de colisão, variação do momento linear, conservação da energia cinética.
- Métodos para a diminuição das forças de colisão, tanto para o carro, como para o condutor.

No documento escrito incluam o tipo de colisão presente, os corpos que pertencem ao sistema, bem como o centro de massa do mesmo. Além disso incluam todo o dimensionamento e o processo para a criação do produto final.

Caminho 3

O vosso grupo foi o terceiro a sair e decidiu fazer um desvio para celebrar. Quando chegaram ao bar mais próximo observaram um carro com pessoas a dispararem contra zombies e, sem se aperceberem, colidem frontalmente com outro carro que estava abandonado na estrada. Após a colisão, o carro permaneceu imóvel, enquanto o carro que estava abandonado deslocou-se alguns metros até se imobilizar.

Criem uma maquete onde exemplifiquem essa colisão que observaram. Para estruturarem o vosso trabalho, sigam os tópicos descritos:

- Elaborar um esquema organizador do problema com a definição do problema em estudo.
- Pesquisar sobre carros e escolher dois modelos.
- Dimensionar o problema com dados fictícios, mas exequíveis.
- Realizar os cálculos necessários para o dimensionamento da maquete.
- Escolher os materiais, bem como o modo de funcionamento da simulação da maquete (mecânico ou eletrônico).
- Descrever o tipo de colisão, variação do momento linear, conservação da energia cinética.
- Descrever os métodos para a diminuição das forças de colisão para os passageiros.

No documento escrito incluam o tipo de colisão presente, os corpos que pertencem ao sistema, bem como o centro de massa do mesmo. Além disso incluam todo o dimensionamento e o processo para a criação do produto final.

Caminho 4

O vosso grupo foi o quarto a sair e decidiu ir pela ponte. Antes da ponte, encontraram um carro abandonado decidindo ir o resto de caminho no mesmo. Quando estavam na ponte viram um zombie a vir na vossa direção e aceleraram, para ter a certeza de que o matavam. Após a colisão, o carro continuou em frente diminuindo a sua velocidade, ficando o zombie no capô a bater no vidro. Travaram o carro e o zombie foi projetado para a frente.

Criem uma maquete onde exemplifiquem essa colisão que observaram. Para estruturarem o vosso trabalho, sigam os tópicos descritos:

- Elaborar um esquema organizador do problema com a definição do problema em estudo.
- Pesquisar sobre carros e escolher um modelo.
- Dimensionar o problema com dados fictícios, mas exequíveis.
- Realizar os cálculos necessários para o dimensionamento da maquete.
- Escolher os materiais, bem como o modo de funcionamento da simulação da maquete (mecânico ou eletrónico).
- Descrever o tipo de colisão, variação do momento linear, conservação da energia cinética.
- Explicar o movimento do zombie após a travagem do carro.

No documento escrito incluam o tipo de colisão presente, os corpos que pertencem ao sistema, bem como o centro de massa do mesmo. Além disso incluam todo o dimensionamento e o processo para a criação do produto final.

Caminho 5

Como o vosso grupo foi o último a sair, tive a ajuda de militares que estavam na área para vos dar indicações de um caminho mais tranquilo. Estavam a receber direções quando observaram ao longe um grupo de zombies enfurecidos que iam na vossa direção. Os militares dispararam um canhão e, além do barulho, repararam que este se moveu para trás. Ao longe, tudo explodiu e nada sobreviveu.

Criem uma maquete onde exemplifiquem essa colisão que observaram. Para estruturarem o vosso trabalho, sigam os tópicos descritos:

- Elaborar um esquema organizador do problema com a definição do problema em estudo.
- Pesquisar sobre tanques e modo de funcionamento.
- Dimensionar o problema com dados fictícios, mas exequíveis.
- Realizar os cálculos necessários para o dimensionamento da maquete.

- Escolher os materiais, bem como o modo de funcionamento da simulação da maquete (mecânico ou eletrônico).
- Descrever o tipo de colisão, variação do momento linear, conservação da energia cinética.
- Explicar o movimento do tanque após o disparo.

No documento escrito incluam o tipo de colisão presente, os corpos que pertencem ao sistema, bem como o centro de massa do mesmo. Além disso incluam todo o dimensionamento e o processo para a criação do produto final.


Reflexão:


1. Quais foram as maiores dificuldades do grupo? E como as ultrapassaram?
2. Qual foi o teu contributo para a realização da atividade? Explica.
3. Quais as competências que adquiriste/utilizaste para a realização da atividade? Explica.

APÊNDICE C – TRABALHOS REALIZADOS PELOS ALUNOS


Panfleto sobre sistemas de segurança da segunda tarefa

O QUE SÃO OS SISTEMAS DE SEGURANÇA?

 São um conjunto de sistemas que ajudam a prevenir os riscos que possam surgir durante a condução, tanto para o condutor e ocupantes do carro, como para os restantes utentes da estrada.


 O European Transport Safety Council (ETSC) estima que, em 2012, 8600 ocupantes de carros sobreviveram a colisões graves devido à utilização do cinto de segurança. Além disso, 900 mortes podiam ter sido evitadas se 99% dos ocupantes de carros usassem cinto de segurança.

CINTOS DE SEGURANÇA E AIRBAGS

 Entre motoristas e passageiros do banco da frente, os cintos de segurança reduzem o risco de morte em 45% e reduzem o risco de ferimentos graves em 50%. Os cintos de segurança evitam que motoristas e passageiros sejam ejetados durante um acidente. Pessoas que não usam cinto de segurança têm 30 vezes mais chances de serem ejetadas de um veículo durante um acidente.

FÍSICA!

- Os sistemas de segurança dos automóveis relacionam-se inevitavelmente com as leis da física;
- A intensidade média das forças de colisão será tanto maior quanto menor for o intervalo de tempo da colisão, para a mesma variação do momento linear;
- Sendo assim, os AirBags e cintos de segurança, aumentando o intervalo de tempo da colisão, diminuem a intensidade das forças exercidas no condutor.



IMPORTÂNCIA DOS SISTEMAS DE SEGURANÇA

- 1 SISTEMAS DE SEGURANÇA ATIVA**

São sistemas de emergência que evitam acidentes de trânsito.
Exemplos: Sistema de travagem antibloqueio (ABS); Controle de tração (TCS); controle electrónico de estabilidade (ESC); Controle de cruzeiro.
- 2 SISTEMAS DE SEGURANÇA PASSIVA**

Ajuda o motorista e os passageiros a sobreviver a um acidente e permanecer sem ferimentos graves.
Exemplos: Tamanho do carro; Cinto de segurança; Sistema de Airbags; Apoios de cabeça; Integridade Estrutural; para-choque dianteiro.


SEGUNDO A ORGANIZAÇÃO AMERICANA NHTSA:

- O USO DO CINTO DE SEGURANÇA REDUZ O RISCO DE MORTE EM 45-60%**
- O USO DE CINTOS DE SEGURANÇA REDUZ O NÚMERO DE LESÕES EM 60-75%**
- O USO DE AIRBAGS REDUZ O RISCO DE MORTE EM UM ACIDENTE EM 30-35%**

Os acidentes rodoviários são a principal causa de morte de jovens entre 15 e 29 anos!

A Organização Mundial da Saúde apurou que os acidentes rodoviários matam aproximadamente 1,24 milhão de pessoas anualmente!

Sê responsável!





SEGURANÇA NO AUTOMÓVEL

O condutor é responsável pela segurança a bordo. Esta pode ser garantida através de uma condução defensiva e através de um conjunto de elementos de segurança. Podem não ser vistos, mas estão lá para salvar vidas. Os sistemas de segurança automóvel impedem acidentes e protegemo-nos.

Muitos de nós quando equacionamos a compra de um automóvel não estabelecemos como prioridade o fator segurança, ou quando simplesmente fazemo-lo, não a consideramos como o principal requisito. A segurança automóvel tem sido encarecida pela indústria como um desafio, sendo o desenvolvimento de testes de segurança algo que já há muito é tido como uma prioridade.



Acidentes Rodoviários

Em 2019, estes acidentes tiraram a vida a 22 600 pessoas na Europa. Representa uma redução de 3% face ao ano anterior e é o mais recente de um decréscimo que, desde 2010, levou a uma diminuição de 24% no número de vidas perdidas. Portugal não foge à tendência. Por cá, as 626 mortes em acidentes rodoviários registadas em 2019 são o espelho da descaída de 27% registada desde 2010.

Elementos de Segurança Ativa

Reduzem a possibilidade de ocorrência de acidentes.

- Travões ABS: Direção assistida
- Retrovisores, para-brisas e janelas com boa visibilidade; Performance (boa e rápida aceleração do veículo)
- Eficácia do sistema de suspensão
- Eficácia do sistema de iluminação



30seg

Elementos de Segurança Passiva
Protegem os seus ocupantes dos efeitos de um embate.

- Cintos de segurança; Encosto de cabeça; Bancos apropriados; Airbag
- Barras de segurança laterais; Estrutura resistente do quadro; Coluna de direção deformável; Estruturas deformáveis para absorver energia



10min

Ficha de Segurança

A ficha de segurança é um documento que incorpora todas as informações técnicas necessárias para abrir um veículo com rapidez e segurança em caso de acidente. Tem um formato padrão, válido em toda a Europa.



1. USO DE CINTOS DE SEGURANÇA

As estatísticas demonstram que o uso do cinto de segurança reduz tanto a gravidade dos acidentes como a ocorrência de ferimentos.



Em Portugal, de acordo com os dados de 2020 compilados pela Autoridade Nacional de Segurança Rodoviária, em 2020 (e face a 2019), o número de colinas por falta de cinto de segurança caiu 24,4%, muito devido aos efeitos da pandemia e da menor circulação rodoviária.

No entanto, continuam a ser excessivas as infrações por falta de uso de cinto de segurança, entre nos: 23.180 e 17.518 infrações (em 2019).

2. Utilização de Airbags

O Airbag é um dispositivo de segurança do veículo que complementa o cinto de segurança. O seu principal objetivo é diminuir os danos físicos causados por acidentes de trânsito.



Desde o início de 2014, o Airbag tornou-se um item obrigatório em todos os carros fabricados a partir daquela data. Essa resolução já era prevista desde 2009 pelo Conselho Nacional de Trânsito. Um estudo de 2008, realizado pelo Centro de Experimentação e Segurança, revelou que caso todos os automóveis que estiveram envolvidos em acidentes possuissem Airbag, mais de 3,4 mil vidas poderiam ter sido salvas durante o período de 2001 a 2007.

3. Manutenção dos Travões

Os travões são um elemento de máxima importância na condução. Os seus componentes devem estar em perfeito estado, já que do contrário, pode causar grandes perigos tanto para a segurança dos próprios ocupantes do veículo, como para os outros utentes da estrada.

1. Luz dos travões acesa
2. Vibração ao pressionar o pedal
3. Pedal mole ou duro
4. Ruídos estranhos ou metálicos
5. Guiñadas ao travar
6. Maior distância de travagem
7. Desgaste das pastilhas



É que é a prevenção de lesões?

A Prevenção Rodoviária tem como principal missão prevenir os acidentes rodoviários e a redução das suas consequências.

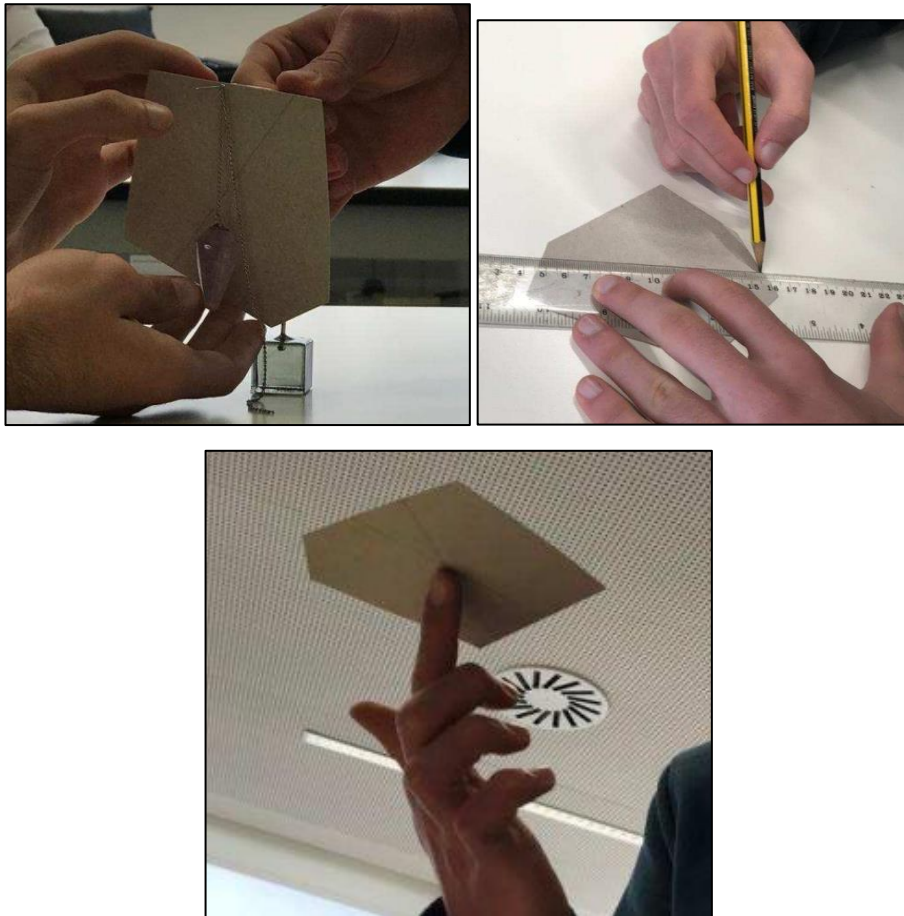
Medidas de Segurança

ANTES DE VIAJAR:

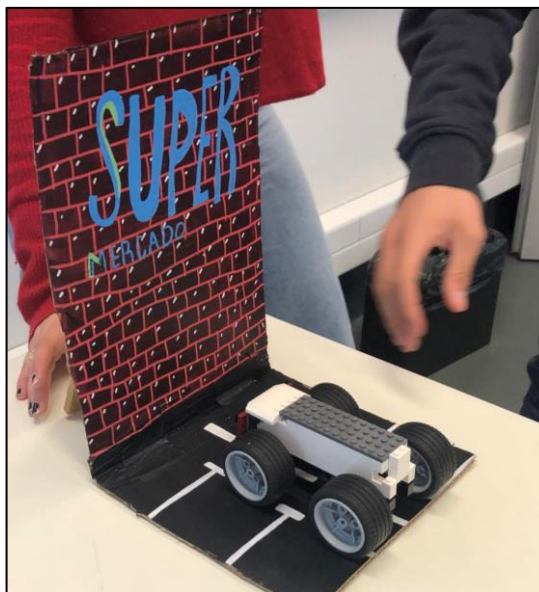
- Deve verificar as condições de segurança do veículo (pressões, travões, direção...)
 - Acondicionamento e distribuição da carga
 - Terna atenção aos fatores que condicionam a condução (medicamentos, álcool, fadiga...)
- DURANTE A VIAGEM:**
- Não ingerir bebidas alcoólicas
 - Terna muita atenção ao transporte de crianças
 - Todos usam cinto de segurança
 - Respeite os limites de velocidade e ajuste-a ao estado do pavimento
 - Distância de segurança
 - Terna atenção às ultrapassagens, não ultrapique
 - Chuveiroventos, névoas e fadiga ligadas
 - Circular pela direita e à esquerda para ultrapassar
 - Em caso de averia immobilize o veículo na beema e coloque o cinto e triângulo de forma visível
 - Em viagens longas, pause a cada duas horas.

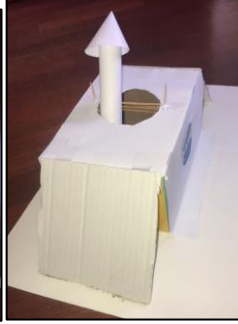
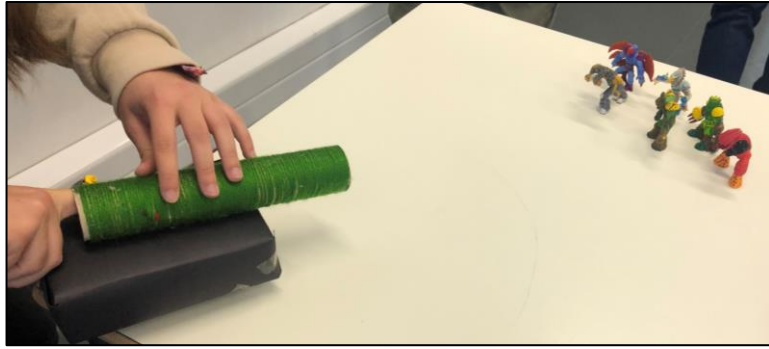


Medição do centro de massa



Maquetes feitas pelos alunos







ANEXOS

**ANEXO A – QUESTIONÁRIO SOBRE CARREIRAS, INTERESSE E MOTIVAÇÃO DOS
ALUNOS EM RELAÇÃO A ÁREAS STEM**

Ensino Secundário

CÓDIGO _____

Caro aluno,

Hoje em dia, há uma grande curiosidade em conhecer qual a motivação e interesse dos alunos sobre áreas relacionadas com as Ciências, Matemática, Engenharia e Tecnologias. É precisamente isso que pretendemos conhecer através deste questionário. Garantimos que as suas respostas serão lidas com muita atenção e todas as respostas são importantes. Por favor, leia com atenção todas as questões que se seguem e responda de acordo com o que sente em relação a cada afirmação.

Não há respostas certas nem respostas erradas e, certamente, estará de acordo com algumas afirmações e em desacordo com outras. Por favor, responda com descontração e sinceridade. Se aparecer alguma palavra menos adequada, procure entender a frase no conjunto e dê a sua melhor resposta.

As tuas respostas são completamente confidenciais e anónimas.

Muito obrigado pela colaboração!

PARTE I

Para efeitos de caracterização sociodemográfica, por favor indique:

1. Ano de escolaridade: _____ **Idade:** _____ **Sexo:** Feminino Masculino

2. Indique a sua nota no final do ano letivo anterior nas disciplinas de:
Física e Química: __ Ciências da Natureza ou Biologia e Geologia: __ Matemática: __

3. Já reprovou alguma vez?
 Sim Não Quantas vezes? _____

4. Qual a escolaridade dos seus pais? (assinale com uma cruz a opção correta)

Mãe		Pai	
Sem instrução		Sem instrução	
Ensino Básico (1º. 2º ou 3º Ciclo)		Ensino Básico (1º. 2º ou 3º Ciclo)	
Ensino Secundário (até 12º ano)		Ensino Secundário (até 12º ano)	
Ensino Superior (Licenciatura)		Ensino Superior (Licenciatura)	
Pós-graduação		Pós-graduação	

5. Como considera o seu nível geral como aluno?

1 2 3 4 5

6. Pretende prosseguir os seus estudos no Ensino Superior? Sim Não

7. Se respondeu “Sim” na questão anterior, ordene, de acordo com a sua preferência, o curso que quer frequentar no Ensino Superior:

Ordem de preferência	Curso
1	
2	
3	
4	

PARTE II

8. Indique até CINCO palavras ou ideias que lhe vêm à mente quando pensa em:

CIÊNCIA	TECNOLOGIA	ENGENHARIA	MATEMÁTICA

PARTE III- Percurso

- 1- Pedimos a sua posição em cada uma das afirmações numa escala, desde 1 (Discordo Totalmente) até 5 (Concordo Totalmente).
- 2- Responda a todas as questões embora algumas possam parecer semelhantes. **À frente de cada frase, faça uma cruz no número que traduz o que sente.**

DEFINIÇÕES

Ciências- representa as áreas que se centram no estudo do mundo natural. As Ciências incluem disciplinas como Biologia, Geologia, Ciências Naturais, Física e Química, etc.

Matemática- representa a área que estuda quantidades, medidas, espaços, estatísticas, etc.

Engenharia- representa as áreas que aplicam o conhecimento científico com o objetivo de inventar, desenhar, construir, manter e melhorar estruturas, máquinas, aparelhos, etc.

Tecnologias- representa as áreas relacionadas com a informática e eletrónica, como por exemplo, computadores, telemóveis, internet, dispositivos portáteis, etc.

	Discordo Totalmente	Discordo	Não concordo nem discordo	Concordo	Concordo Totalmente
1. Eu consigo ter boas notas a: ----- ---					
Ciências	①	②	③	④	⑤
Matemática	①	②	③	④	⑤
2. Eu consigo fazer os trabalhos de casa de: ----- -----					
Ciências	①	②	③	④	⑤
Matemática	①	②	③	④	⑤
3. Eu vou usar o que aprendo nas seguintes disciplinas na minha futura carreira: ----- -----					
Ciências	①	②	③	④	⑤
Matemática	①	②	③	④	⑤

	Discordo Totalmente	Discordo	Não concordo nem discordo	Concordo	Concordo Totalmente
4. Eu tento dar o meu melhor nas aulas de: ----- -----					
Ciências	①	②	③	④	⑤
Matemática	①	②	③	④	⑤
5. Ter sucesso nas seguintes disciplinas irá ajudar-me na minha carreira futura: ----- -----					
Ciências	①	②	③	④	⑤
Matemática	①	②	③	④	⑤
6. A minha família gostaria que eu escolhesse uma carreira relacionada com:----- -----					
Ciências	①	②	③	④	⑤
Matemática	①	②	③	④	⑤
Tecnologias	①	②	③	④	⑤
Engenharia	①	②	③	④	⑤
7. Eu interesse-me por carreiras na área de: ----- -----					
Ciências	①	②	③	④	⑤
Matemática	①	②	③	④	⑤
Tecnologias	①	②	③	④	⑤
Engenharia	①	②	③	④	⑤
8. Eu gosto das minhas aulas de: ----- -----					
Ciências	①	②	③	④	⑤
Matemática	①	②	③	④	⑤
9. Eu admiro alguém que trabalha na área de: ----- -----					
Ciências	①	②	③	④	⑤
Matemática	①	②	③	④	⑤
Tecnologias	①	②	③	④	⑤

	Discordo Totalmente	Discordo	Não concordo nem discordo	Concordo	Concordo Totalmente
Engenharia	①	②	③	④	⑤
10. Eu sentir-me-ia à vontade em falar com alguém que trabalha nas áreas de: ----- -----					
Ciências	①	②	③	④	⑤
Matemática	①	②	③	④	⑤
Tecnologias	①	②	③	④	⑤
Engenharia	①	②	③	④	⑤
11. Na minha família há alguém que tem uma profissão na área de: ----- -----					
Ciências	①	②	③	④	⑤
Matemática	①	②	③	④	⑤
Tecnologias	①	②	③	④	⑤
Engenharia	①	②	③	④	⑤
12. Se eu seguir uma carreira numa das áreas que se seguem, vou ganhar bastante dinheiro: -----					
Ciências	①	②	③	④	⑤
Matemática	①	②	③	④	⑤
Tecnologias	①	②	③	④	⑤
Engenharia	①	②	③	④	⑤
13. Eu vou ter mais saídas profissionais se seguir uma área relacionada com: ----- -----					
Ciências	①	②	③	④	⑤
Matemática	①	②	③	④	⑤
Tecnologias	①	②	③	④	⑤
Engenharia	①	②	③	④	⑤
14. Se eu seguir uma carreira nesta área, vou ser mais reconhecido(a) pelo meu trabalho: -----					
Ciências	①	②	③	④	⑤

	Discordo Totalmente	Discordo	Não concordo nem discordo	Concordo	Concordo Totalmente
Matemática	①	②	③	④	⑤
Tecnologias	①	②	③	④	⑤
Engenharia	①	②	③	④	⑤
15. As profissões relacionadas com línguas e humanidades não são reconhecidas no nosso país.	①	②	③	④	⑤
16. Eu tenho um bom desempenho nas atividades que envolvem Tecnologias.	①	②	③	④	⑤
17. Eu consigo aprender a trabalhar com Tecnologias.	①	②	③	④	⑤
18. Eu espero usar Tecnologias na minha carreira futura.	①	②	③	④	⑤
19. Eu aplico-me nas Tecnologias quando estas são úteis para a escola.	①	②	③	④	⑤
20. Eu gosto de usar Tecnologias nas minhas aulas.	①	②	③	④	⑤
21. Eu tenho um bom desempenho nas atividades que envolvem Engenharia.	①	②	③	④	⑤
22. Eu sei que consigo realizar tarefas que envolvem Engenharia.	①	②	③	④	⑤
23. Eu espero usar conhecimentos de Engenharia na minha carreira futura.	①	②	③	④	⑤
24. Eu empenho-me nas atividades que envolvem Engenharia.	①	②	③	④	⑤

	Discordo Totalmente	Discordo	Não concordo nem discordo	Concordo	Concordo Totalmente
25. Eu gosto de atividades que envolvam Engenharia.	①	②	③	④	⑤
26. Eu quero seguir uma carreira numa área relacionada com: ----- -----					
Ciências	①	②	③	④	⑤
Matemática	①	②	③	④	⑤
Tecnologias	①	②	③	④	⑤
Engenharia	①	②	③	④	⑤
27. A minha família interessa-se pelas minhas aulas de Ciências.	①	②	③	④	⑤
28. A minha família encoraja-me para estudar Ciências.	①	②	③	④	⑤
29. Eu vou conseguir entrar numa boa universidade, num curso na área de:----- -----					
Ciências	①	②	③	④	⑤
Matemática	①	②	③	④	⑤
Tecnologias	①	②	③	④	⑤
Engenharia	①	②	③	④	⑤
30. Eu irei tirar um curso universitário numa área de: ----- -----					
Ciências	①	②	③	④	⑤
Matemática	①	②	③	④	⑤
Tecnologias	①	②	③	④	⑤
Engenharia	①	②	③	④	⑤
31. Eu irei ter uma carreira profissional de sucesso, com contributos importantes para a Ciência.	①	②	③	④	⑤

	Discordo Totalmente	Discordo	Não concordo nem discordo	Concordo	Concordo Totalmente
--	--------------------------------	-----------------	--	-----------------	--------------------------------

32. Eu irei ter uma profissão relacionada com: ----- -----					
Ciências	①	②	③	④	⑤
Matemática	①	②	③	④	⑤
Tecnologias	①	②	③	④	⑤
Engenharia	①	②	③	④	⑤
33. Uma carreira na área das Ciências iria permitir-me trabalhar em equipa.	①	②	③	④	⑤
34. Os cientistas fazem uma grande diferença na nossa sociedade.	①	②	③	④	⑤
35. Ter uma carreira científica seria desafiante.	①	②	③	④	⑤
36. Eu gostava de trabalhar com pessoas que fazem descobertas científicas.	①	②	③	④	⑤

PARTE IV- Atitudes






	Nunca	Raramente	Algumas vezes	Muitas vezes	Sempre
1. A Ciência que aprendo é importante para a minha vida	①	②	③	④	⑤
2. Nos testes de Ciências, eu gosto de ter melhores notas que os meus colegas.	①	②	③	④	⑤
3. Aprender Ciência é interessante.	①	②	③	④	⑤
4. Ter boas notas a Ciências é importante para mim.	①	②	③	④	⑤

	Nunca	Raramente	Algumas vezes	Muitas vezes	Sempre
5. Eu esforço-me o suficiente para aprender Ciências.	①	②	③	④	⑤
6. Eu utilizo estratégias para aprender Ciências com sucesso.	①	②	③	④	⑤
7. Aprender Ciências vai ajudar-me a ter um bom emprego.	①	②	③	④	⑤
8. É importante que eu tenha boas notas a Ciências.	①	②	③	④	⑤
9. Eu vou ter boas notas nos testes de Ciências.	①	②	③	④	⑤
10. Saber Ciências é vantajoso para uma futura profissão.	①	②	③	④	⑤
11. Eu passo muito tempo a estudar Ciências.	①	②	③	④	⑤
12. Aprender Ciências é importante para a minha vida.	①	②	③	④	⑤
13. Saber Ciências vai ser bom para a minha profissão.	①	②	③	④	⑤
14. Eu vou sair-me bem nas aulas de laboratório e nos projetos de Ciências.	①	②	③	④	⑤
15. Eu acredito que posso adquirir conhecimentos e desenvolver competências científicas.	①	②	③	④	⑤
16. Eu preparo-me bem para os testes e atividades de Ciências.	①	②	③	④	⑤
17. Eu interesso-me por descobertas científicas.	①	②	③	④	⑤
18. Eu acredito que vou ter boas notas a Ciências.	①	②	③	④	⑤
19. Eu gosto de aprender Ciências.	①	②	③	④	⑤
20. Eu preocupo-me com as minhas notas de Ciências.	①	②	③	④	⑤

	Nunca	Raramente	Algumas vezes	Muitas vezes	Sempre
21. Eu consigo compreender o que é dado nas aulas de Ciências.	①	②	③	④	⑤
22. Eu estudo muito para aprender Ciências.	①	②	③	④	⑤
23. A minha futura profissão vai estar relacionada com Ciências.	①	②	③	④	⑤
24. É importante para mim ter boas notas nos testes e atividades de Ciências.	①	②	③	④	⑤
25. Na minha futura profissão, eu irei usar competências de resolução de problemas.	①	②	③	④	⑤

PARTE V

Para quem considera a disciplina de **Física** mais adequada? (assinale com uma X)

				
Só para rapaz	Mais para rapaz do que para rapariga	Para rapaz e rapariga, de igual forma	Mais para rapariga do que para rapaz	Só para rapariga