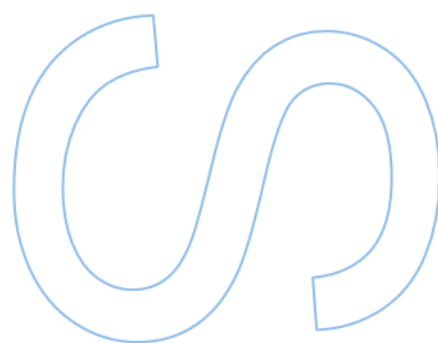
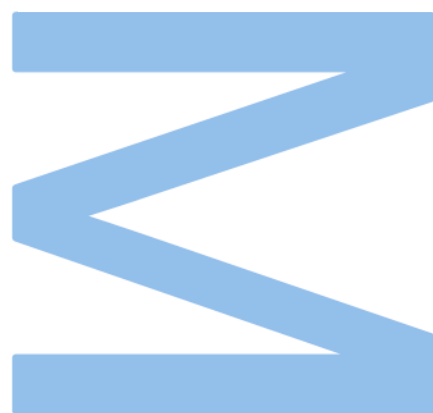


Uso da *Peer Instruction* para Motivar o Estudo de Fluidos entre Estudantes do 9º Ano

Ana José Silva

Mestrado em Ensino de Física e de Química no 3º Ciclo do
Ensino Básico e no Ensino Secundário
Unidade de Ensino das Ciências
Faculdade de Ciências da Universidade do Porto
2025



Uso da *Peer Instruction* para Motivar o Estudo de Fluidos entre Estudantes do 9º Ano

Ana José Silva

Relatório de Estágio realizado no âmbito do Mestrado em
Ensino de Física e de Química no 3º Ciclo do Ensino Básico
e no Ensino Secundário
Unidade de Ensino das Ciências
2025

Orientador

Professor Doutor Paulo Simeão Carvalho, Professor Associado,
Faculdade de Ciências da Universidade do Porto



Dedico este trabalho à minha família e aos meus amigos, que, de algum modo, incompreensível para mim, me conseguiram aturar este tempo todo. “Life is a pile of good things and bad things. Good things don’t always soften the bad things, but the bad things don’t necessarily spoil the good things nor make them unimportant”. Espero que os bons momentos tenham vencido no fim!

Agradecimentos

Agradeço ao Professor Paulo Simeão pela orientação e disponibilidade, em particular aos domingos em que tive de trabalhar por minha causa. Agradeço, também, ao Professor Joaquim Morgado por todos os ensinamentos e pelo acolhimento, bem como aos seus alunos que me receberam e me deixaram com imensa simpatia.

Aos meus colegas de curso, quero apenas dizer que, sem a vossa ajuda nada estaria feito da minha parte. Obrigada por todos os momentos que partilhámos, ainda que tenham sido mais escassos perto do final do mestrado. Fica a dica: temos de compensar pelo tempo perdido.

E às pessoas mais especiais para mim, agradeço profundamente pelo apoio constante, pela paciência (que não pôde ser pouca) e pelo carinho ao longo de não só estes últimos dois anos, mas desde que começaram a fazer parte da minha vida.

Resumo

Este relatório de estágio descreve a implementação da metodologia ativa *Peer Instruction* numa turma do 9º ano de escolaridade do Ensino Básico, nas aulas de Físico-Química, com o objetivo de investigar o seu impacto na perceção de aprendizagem e na motivação dos alunos. O estudo centrou-se no subdomínio “Forças e fluidos” e recorreu a questões conceptuais como principal instrumento didático. A recolha de dados foi efetuada através de questionários e notas de campo, incluindo a análise das respostas dos alunos com o auxílio da aplicação *Plickers*. Os resultados indicam que a *Peer Instruction* contribuiu positivamente para o envolvimento e o interesse dos alunos embora se tenham observado algumas dificuldades iniciais, nomeadamente na formulação de argumentos e na adaptação à metodologia. Destaca-se ainda que a maioria dos alunos manifestou vontade de voltar a ter aulas com este tipo de abordagem. Reflete-se, por fim, sobre melhorias a serem implementadas futuramente e projetos futuros relacionados com a *Peer Instruction*.

Palavras-chave: *Peer Instruction*, questões conceptuais, *Plickers*, motivação, perceção de aprendizagem, Física, fluidos, 9º ano.

Abstract

This internship report describes the implementation of the active methodology Peer Instruction in a 9th grade class, in Physics and Chemistry lessons, with the aim of investigating its impact on students' perception of learning and on their motivation. The study focused on the subdomain "Forces and fluids" and used conceptual questions as the main didactic tool. Data collection was carried out through questionnaires and field notes, including the analysis of students' responses using the Plickers app. The results indicate that Peer Instruction contributed positively to student engagement and interest, although some initial difficulties were observed, particularly in the formulation of arguments and adaptation to the methodology. It is also worth noting that most students expressed a desire to have more lessons with this approach. The report concludes with reflections on improvements to be implemented in the future and on potential projects related to Peer Instruction.

Keywords: Peer Instruction, conceptual questions, Plickers, motivation, learning perception, Physics, fluids, 9th grade.

Índice

Lista de Tabelas	v
Lista de Gráficos.....	vi
Lista de Figuras	vii
Lista de Abreviaturas	viii
Introdução.....	1
1. Apresentação sintética do Dossier de Estágio	4
2. Enquadramento Teórico	5
2.1. Enquadramento científico do tema “Forças e fluidos”	5
2.2. Enquadramento da metodologia de investigação <i>Peer Instruction</i>	9
3. Metodologia de investigação.....	14
3.1. Objetivos e questões de investigação	14
3.2. Caracterização da metodologia	15
3.3. Descrição dos participantes.....	15
3.4. Descrição das estratégias utilizadas e dos materiais desenvolvidos	16
3.5. Técnicas e instrumentos de recolha de dados.....	17
4. Apresentação e discussão dos resultados	18
Conclusão.....	29
Reflexão autocrítica e projetos futuros	31
Referências Bibliográficas	33
Anexo 1 – Declaração de Consentimento Informado	35
Anexo 2 – Declaração de Assentimento Informado	36
Anexo 3 – Parecer da Comissão de Ética.....	37
Anexo 4 – <i>PowerPoint</i> com questões conceptuais.....	38
Anexo 5 – Questionário de Caraterização.....	44
Anexo 6 – Questionário de Avaliação	46

Lista de Tabelas

Tabela 1.....	8
Tabela 2.....	20
Tabela 3.....	27
Tabela 4.....	27
Tabela 5.....	28

Lista de Gráficos

Gráfico 1	18
Gráfico 2	18
Gráfico 3	19
Gráfico 4	19
Gráfico 5	22
Gráfico 6	22
Gráfico 7	23
Gráfico 8	23
Gráfico 9	24
Gráfico 10	24
Gráfico 11	24
Gráfico 12	25
Gráfico 13	25
Gráfico 14	26
Gráfico 15	26

Lista de Figuras

Figura 1.	6
Figura 2.	7

Lista de Abreviaturas

IPP	INICIAÇÃO À PRÁTICA PROFISSIONAL
PES	PRÁTICA DE ENSINO SUPERVISIONADA
FCUP	FACULDADE DE CIÊNCIAS DA UNIVERSIDADE DO PORTO
PI	PEER INSTRUCTION

Introdução

Este relatório de estágio resulta de um projeto de investigação realizado no âmbito da unidade curricular de Iniciação à Prática Profissional (IPP), incluindo a Prática de Ensino Supervisionada (PES), do Mestrado em Ensino de Física e de Química no 3.º Ciclo do Ensino Básico e no Ensino Secundário, da Faculdade de Ciências da Universidade do Porto (FCUP).

O presente documento tem como finalidade relatar a aplicação de uma estratégia pedagógica inovadora para a turma em questão, designada *Peer Instruction* (PI), com alunos do 9.º ano do Ensino Básico. A sua implementação necessitou de uma prévia formulação de questões conceptuais, que foram integradas na implementação da PI, em contexto de sala de aula. Procurou-se avaliar a receptividade dos alunos, os efeitos desta abordagem na perceção de aprendizagem de conteúdos por parte dos alunos e a sua motivação para o estudo do subdomínio “Forças e fluidos”.

O interesse pela implementação da estratégia pedagógica *Peer Instruction* surge de um problema real em contexto educativo - as dificuldades dos alunos na aprendizagem da Física e a sua desmotivação relativamente ao estudo desta área científica. Os estudantes do 9.º ano do Ensino Básico revelam uma menor motivação para o estudo da Física e da Química em comparação com outras áreas científicas, com níveis de motivação de 38% para a Física e 49% para a Química (Martins & Martins, 2005). As principais razões apontadas para esta falta de motivação incluem a complexidade dos conteúdos, as características dos manuais escolares - como, por exemplo, o facto de os alunos os considerarem maus ou muito maus - e a dificuldade em aplicar os conhecimentos na resolução de problemas (Martins & Martins, 2005). A dependência da Física em relação à Matemática - mais acentuada do que na Química - também contribui para o aumento da desmotivação nesta disciplina. Curiosamente, apesar de existirem mais níveis negativos na Matemática, os estudantes mostram mais motivação por esta área do que pela Física (Martins & Martins, 2005). Além disso, os estudantes consideram as atividades experimentais desafiantes, em particular no que diz respeito ao desenvolvimento de generalizações, à explicação de relações e à formulação de questões investigativas (Martins & Martins, 2005). Consequentemente, os alunos revelam uma preferência por estratégias de ensino mais centradas no professor, como a revisão de matéria na véspera do teste, a resolução de exercícios e a explicação do professor, acompanhada por demonstrações experimentais (Martins & Martins, 2005).

Apesar da preferência por estratégias pedagógicas centradas no professor, há um número crescente de evidências em investigações internacionais que a aplicação de pedagogias mais ativas e centradas no aluno promove mudanças de atitude positivas em relação à Física (Zhang et al., 2017). O descontentamento em relação à Física persiste entre os estudantes do Ensino Superior, sendo que uma parte considerável de alunos que inicialmente demonstram interesse pela área, acabam por optar por outro ramo (Mazur, 2014). Esta frustração pode ser justificada pela tendência em reduzir esta disciplina a um conjunto de estratégias de resolução de exercícios - tal como são apresentadas nos manuais escolares ou nos livros de texto universitários (Mazur, 2014) - que nem sempre se revelam eficazes para uma aprendizagem significativa. A aprendizagem significativa consiste em atribuir significado àquilo que se aprende (Moreira, 2010), estruturando os conceitos de uma forma hierarquizada e estabelecendo ligações entre eles. Em contraste, a aprendizagem mecânica baseia-se na memorização e não na compreensão, e não permite a adaptação a situações novas (Moreira, 2010). Isto é, os estudantes focam-se maioritariamente no típico “substituir e calcular”, ao invés de refletirem nos conceitos subjacentes ao problema (Mazur, 2014). No entanto, a implementação da PI em cursos introdutórios de Física do Ensino Superior revelou-se eficaz na redução da desistência dos estudantes (Lasry et al., 2008).

Importa referir que, dos 58% dos alunos do 9.º ano do Ensino Básico que prosseguem estudos nos cursos gerais do Ensino Secundário, apenas 50% optam por continuar na área das ciências (Martins & Martins, 2005). A minha intenção ao implementar a PI num tema específico da Física com alunos do 9.º ano foi a de avaliar a sua motivação para o estudo desse tema. Caso observe um impacto positivo, é do meu interesse que este projeto encoraje estudos adicionais, que permitam avaliar se a PI contribui para um aumento do interesse pela Física, potenciando uma maior adesão a percursos científicos no Ensino Secundário.

No capítulo 1. Apresentação sintética do Dossier de Estágio expõe-se uma síntese do Dossier de Estágio, realizado no âmbito do IPP e da PES. O capítulo 2. Enquadramento teórico, procura contextualizar cientificamente os temas abordados durante o projeto e enquadrar a metodologia de investigação educacional aplicada. Ao longo do capítulo 3. Ensaio investigativo em educação, são descritos os objetivos de estudo, a metodologia de investigação, os participantes envolvidos, os materiais e recursos adotados, assim como as técnicas de recolha de dados aplicadas. O capítulo 4. Apresentação e discussão dos resultados, reflete sobre os resultados obtidos. No capítulo 5. Conclusões, esclarecem-se sobre possíveis contributos para o ensino da Física, que

derivaram deste projeto de investigação. No capítulo 6. Reflexão autocrítica e projetos futuros, consideram-se aspetos a melhorar que poderão ter condicionado o estudo e pondera-se sobre perspetivas futuras que envolvam o projeto realizado.

1. Apresentação sintética do Dossier de Estágio

Este capítulo apresenta o Dossier de Estágio, que reúne a descrição das atividades desenvolvidas nas componentes da Física e da Química ao longo do ano letivo 2024/25, sob a orientação do professor orientador cooperante Joaquim Morgado e dos professores orientadores da FCUP, professor Doutor João Paiva e professor Doutor Paulo Simeão Carvalho. Para além do registo das atividades, o documento inclui a implementação da metodologia *Peer Instruction* na turma do 9.º 3, no âmbito da PES.

https://sigarra.up.pt/fcup/pt/conteudos_service.conteudos_cont?pct_id=700698&pv_cod=47j1GgaaSm66

2. Enquadramento Teórico

Neste capítulo apresenta-se um enquadramento científico dos conteúdos de Física abordados ao longo do projeto de investigação. Em particular, são referidos os conteúdos abordados no subdomínio “Forças e fluidos” do 9.º ano do Ensino Básico, de forma a sustentar a aplicação da metodologia *Peer Instruction* desenvolvida no contexto deste projeto. De igual modo, apresenta-se um enquadramento da metodologia investigativa de ensino e aprendizagem implementada no estudo.

2.1. Enquadramento científico do tema “Forças e fluidos”

2.1.1. O que são fluidos?

Geralmente, a matéria é classificada como um de três estados: sólido, líquido ou gasoso (Serway & Jewett, 2008). Tanto os líquidos como os gases se incluem na definição de fluidos, porque, ao contrário dos sólidos, ajustam-se ao recipiente que os contém (Batchelor, 2013). Contudo, a distinção entre sólidos e fluidos nem sempre é clara. Existem substâncias que, dependendo das condições, se podem comportar ora como sólidos, ora como fluidos (Batchelor, 2013), das quais a maizena e a areia movediça - dois fluidos não-newtonianos - são exemplos.

Felizmente, a água e o ar - duas substâncias tratadas com elevada relevância no 9.º ano do Ensino Básico - enquadram-se com rigor na definição clássica de fluido (Batchelor, 2013).

2.1.2. Pressão

Num fluido estático, a única tensão que pode ser exercida sobre um objeto submerso é sempre perpendicular às suas superfícies (Serway & Jewett, 2008). Assim, a pressão exercida pelo fluido indica a distribuição da força exercida pelo fluido sobre a superfície de contacto com o objeto. O cálculo da pressão é, assim, dado pela razão entre a magnitude da tensão (força) exercida numa das superfícies do objeto, F , e a área dessa superfície, A (Serway & Jewett, 2008):

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

A unidade de pressão no Sistema Internacional (SI) é o newton por metro quadrado (N/m^2), também designada por pascal (Pa) (Serway & Jewett, 2008).

Tal como a pressão exercida pela água aumenta com a profundidade, a pressão atmosférica diminui com a altitude. Considerando um líquido de massa volúmica

constante ρ imagina-se uma porção cilíndrica desse líquido, com secção de área A , que se estende entre as profundidades d e $d + h$. A pressão exercida na face superior do cilindro pelo líquido é P_0 e na face inferior é P . Assim, a força exercida na face superior tem intensidade $P_0 A$ e na inferior PA , tal como indica a **Figura 1** (Serway & Jewett, 2008).

A massa do líquido contido no cilindro é $m = \rho V = \rho Ah$ e o seu peso é $mg = \rho Ahg$. Como o cilindro está em equilíbrio, a resultante das forças que sobre ele atuam é zero. Escolhendo o eixo vertical com sentido positivo de baixo para cima, concluímos que:

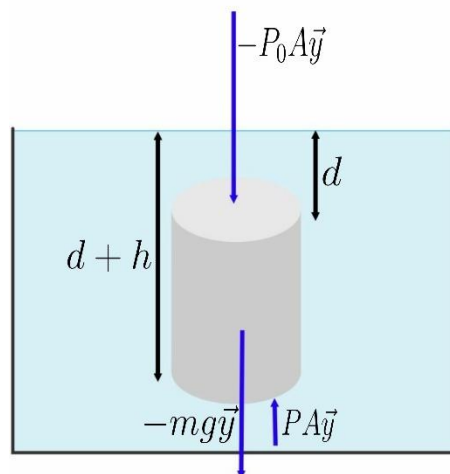
$$\Sigma \vec{F} = PA\vec{y} - P_0A\vec{y} - mg\vec{y}$$

$$PA - P_0A - mg = 0$$

$$P = P_0 + mg$$

Figura 1

Uma parcela cilíndrica (a cinza) num volume maior de fluido. Destacam-se as forças exercidas sobre a parcela. A resultante das forças é zero, uma vez que se encontra em equilíbrio.



Ou seja, a pressão P a uma profundidade h relativamente a um ponto onde a pressão é P_0 é superior a esta última por uma quantidade ρgh (Serway & Jewett, 2008).

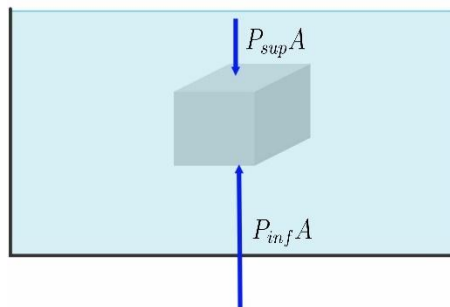
Uma vez que a pressão exercida por um fluido depende apenas da profundidade e do valor P_0 , um aumento da pressão à superfície tem de ser transmitido por todo o fluido. Este comportamento dos fluidos - a alteração da pressão aplicada a um fluido é transmitida integralmente a todos os pontos do fluido e às paredes do recipiente que o contém - designa-se por Lei de Pascal (Serway & Jewett, 2008).

2.1.3. Impulsão e Princípio de Arquimedes

Ao tentarmos empurrar uma bola de praia para debaixo de água, deparamo-nos com uma resistência considerável: a água exerce uma força com sentido oposto ao da força aplicada por nós, ou seja, de baixo para cima. Esta força vertical com sentido ascendente exercida por um fluido num corpo imerso designa-se por impulsão (Serway & Jewett, 2008).

Considere-se, por exemplo, um cubo totalmente submerso num fluido por ação de uma força vertical a atuar na parte superior do cubo, de acordo com a **Figura 2**.

Figura 2
Um cubo submerso num fluido. Destacam-se as forças exercidas pelo fluido nas faces superior e inferior do cubo. A resultante das forças designa-se por impulsão.



A pressão na face inferior, P_{inf} , é superior à pressão na face superior, P_{sup} , por um valor igual a $\rho_{fluido} gh$, onde h representa a altura do cubo e ρ_{fluido} a densidade do fluido. A força exercida na face superior do cubo será $P_{sup} A$ e na inferior, $P_{inf} A$. A resultante destas duas forças, com sentidos opostos, corresponde à força designada por impulsão, I , cuja intensidade é:

$$I = (P_{inf} - P_{sup}) A = (\rho_{fluido} gh) A = \rho_{fluido} gV$$

$$I = mg$$

Sendo m a massa do fluido deslocado pelo cubo, conclui-se que a intensidade da impulsão é igual ao peso do fluido deslocado, o que corresponde ao Princípio de Arquimedes. (Serway & Jewett, 2008)

Distinguem-se essencialmente dois casos: 1. um objeto totalmente submerso e 2. um objeto flutuante (parcialmente submerso).

No primeiro caso, a intensidade da impulsão exercida por um fluido de massa volúmica ρ_{fluido} num objeto de volume V_{objeto} é dada por:

$$I = \rho_{\text{fluido}} g V_{\text{objeto}}$$

Se o objeto tem massa $M = \rho_{\text{objeto}} V_{\text{objeto}}$ e peso $P = Mg$, a resultante das forças que nele atuam é:

$$I - P = (\rho_{\text{fluido}} - \rho_{\text{objeto}}) g V_{\text{objeto}}$$

Assim, podemos determinar o que acontece ao objeto comparando as intensidades das duas forças, como mostra a **Tabela 1**.

Tabela 1
Comparação entre a impulsão e o peso de um objeto submerso e comportamento correspondente.

Comparação entre I e P	$I > P$	$I = P$	$I < P$
Comportamento do objeto	O corpo é acelerado para cima.	O corpo fica em equilíbrio no fluido.	O corpo é acelerado para baixo e afunda.

No segundo caso, considera-se um objeto com densidade $\rho_{\text{objeto}} < \rho_{\text{fluido}}$ de volume total V_{objeto} em equilíbrio estático à superfície do fluido, parcialmente submerso. Como se encontra em equilíbrio estático, a intensidade da impulsão é igual à do peso do objeto. Ou seja,

$$I = P$$

$$\rho_{\text{fluido}} g V_{\text{fluido}} = \rho_{\text{objeto}} g V_{\text{objeto}}$$

$$\frac{V_{\text{fluido}}}{V_{\text{objeto}}} = \frac{\rho_{\text{objeto}}}{\rho_{\text{fluido}}}$$

Isto é, a fração de volume de um objeto flutuante que se encontra abaixo da superfície do fluido é igual à razão entre a densidade do objeto e a do fluido (Serway & Jewett, 2008).

2.1.4. Dinâmica dos fluidos

O percurso de uma partícula de um fluido em escoamento permanente é denominado linha de corrente. A velocidade da partícula é sempre tangente a essa linha. Um

conjunto de linhas de corrente designa-se por tubo de corrente, e estas nunca se cruzam, uma vez que as partículas não entram nem saem lateralmente pelo tubo.

Considere-se o escoamento de um fluido com densidade volúmica constante ρ através de um cano com secção reta não uniforme. Num intervalo de tempo Δt , um pequeno elemento do fluido desloca-se uma distância $\Delta x = v_1 \Delta t$. Se a área da secção reta de uma região do cano for A_1 , a massa de fluido que lá se encontra é $m_1 = \rho A_1 \Delta x = \rho A_1 v_1 \Delta t$. De modo análogo, noutra região do cano com área de secção reta A_2 , num intervalo de tempo igual Δt , a partícula desloca-se $\Delta x = v_2 \Delta t$ e tem massa $m_2 = \rho A_2 v_2 \Delta t$. Como os fluidos são (praticamente) incompressíveis, então m_1 e m_2 são iguais, o que implica que:

$$A_1 v_1 = A_2 v_2$$

Esta relação é conhecida como equação da continuidade e indica que a velocidade do fluido é maior nas regiões mais estreitas do cano e menor nas regiões mais largas (Serway & Jewett, 2008).

2.2. Enquadramento da metodologia de investigação *Peer Instruction*

Com o objetivo de diversificar as metodologias de ensino habitualmente utilizadas em sala de aula - predominantemente unidirecionais - este projeto de investigação procurou centrar-se na aplicação de uma metodologia ativa para o ensino e aprendizagem de conteúdos sobre fluidos.

As metodologias ativas de ensino promovem o envolvimento dos alunos em atividades diversificadas com o objetivo de mobilizar e desenvolver competências variadas. Essencialmente, há estudos que referem que o aluno assume um papel mais ativo, participativo, comunicativo e com uma postura mais investigativa. (Dumont et al., 2016)

A *Peer Instruction* é um exemplo de uma metodologia ativa, que promove a interação entre os alunos e orienta a sua atenção para os conceitos subjacentes à matéria dada (Mazur, 2014). Ao promover um feedback imediato por parte dos participantes, esta metodologia, auxilia o professor na avaliação do grau de compreensão dos conceitos por parte dos alunos (Dumont et al., 2016).

A PI foi desenvolvida por um grupo de investigação da área da educação na Universidade de Harvard, embora os fundamentos sobre os benefícios de uma aprendizagem pela discussão conceptual dos fenómenos tenha origens, pelo menos, na Grécia antiga (Abrahamson, 1998). Aliás, de acordo com Sócrates, as pessoas compreendem melhor um tópico quando tentam responder a questões sobre o mesmo,

do que se lhes for dito a resposta (Abrahamson, 1998). Foi concebida para encorajar os alunos a participarem ativamente em discussões entre pares, promovendo a compreensão conceptual através da aprendizagem colaborativa estimulada pelo confronto de ideias e uso da argumentação, preparando-os para a integração numa comunidade científica (Lasry et al., 2008).

A PI baseia-se na ideia de que a oportunidade de discutir os conteúdos com os colegas contribui significativamente para a melhoria da compreensão conceptual (Figueiredo & Figueiredo, 2019). Através da argumentação, os alunos constroem e consolidam a compreensão dos conceitos, tanto ao explicarem como ao ouvirem os argumentos dos outros. Por vezes, é mais eficaz um aluno explicar a matéria a outro do que o próprio professor, uma vez que o aluno apreendeu recentemente o conceito compreendendo assim as dificuldades associadas e sabendo destacar os aspetos mais relevantes para facilitar a sua compreensão, usando por vezes uma linguagem própria (em construção) que mistura termos científicos com expressões do dia-a-dia, mas que é compreendida pelos intervenientes. Ao acompanhar as discussões entre pares, o professor pode ajustar as suas intervenções e moderar o debate de ideias. As explicações dos alunos, ao oferecerem abordagens alternativas, podem contribuir para reformular as suas explicações (Mazur, 2014). Ao mesmo tempo, a familiaridade do professor com os conceitos e o uso de uma linguagem mais técnica, fruto de uma elevada literacia científica, pode dificultar a sua capacidade de esclarecer e transmitir ideias aos alunos de uma forma mais acessível (Dumont et al., 2016).

As aulas de PI consistem em breves apresentações focadas em pontos-chave do conteúdo. Estas não devem conter definições nem derivações. Ao invés, devem focar-se apenas nos conceitos, no raciocínio e na intuição (Knight, 2002). São seguidas por *ConceptTests* - pequenas questões conceptuais sobre o tópico abordado, com triplo objetivo: promover momentos em que o aluno fala livremente sobre os conteúdos ou fenómenos dando a conhecer o seu modelo mental, identificar ideias erradas que pode vir a explorar para consolidar melhor as aprendizagens dos alunos, e providenciar *feedback* ao professor sobre a compreensão dos conteúdos ou fenómenos mencionados pelo aluno. Os estudantes dispõem de um tempo definido para formular as suas respostas individuais, antes de as discutirem com os colegas. Após essa discussão, têm a oportunidade de submeter novamente as suas respostas (Mazur, 2014).

De acordo com Mazur, a implementação da PI com questões de resposta múltipla é descrita da seguinte forma:

- | | |
|---|-------------|
| 1. Exposição da questão | 1 minuto |
| 2. Fornecimento de tempo aos alunos para pensar | 1 minuto |
| 3. Registo das respostas individuais | |
| 4. Discussão entre pares | 1-2 minutos |
| 5. Registo das respostas após a discussão | |
| 6. Contagem das respostas | |
| 7. Explicação da resposta correta | 2+ minutos |

O registo e a contagem das respostas podem ser feitos de diferentes formas, nomeadamente através do levantamento de mãos (Mazur, 2014) ou com recurso a tecnologias, como o *Plickers*¹ (Silva et al., 2018) ou o *Socrative* (Vettori & Zaro, 2016).

Um aspeto muito importante é que a submissão de uma resposta errada não é penalizada, dado que o propósito é promover a colaboração e a participação, e não a competição (Dumont et al., 2016). É importante fomentar um ambiente cooperativo e livre de pressões para as discussões entre pares, esclarecendo aos alunos que os *ConcepTests* não terão qualquer impacto na sua avaliação (Mazur, 2014). A sondagem da turma também acaba por ser essencial neste sentido, pois mostra aos alunos que não estão sozinhos quando cometem erros. Assim, é preferível que a votação seja realizada em simultâneo pela turma toda (Knight, 2002).

Um *ConcepTest* ideal deve apresentar uma taxa de respostas corretas iniciais entre 40% e 60%, uma vez que a PI tende a ser menos eficaz com valores mais baixos, dado que poucos alunos conhecem a resposta correta e, por isso, não conseguem ajudar os colegas durante a discussão entre pares (Knight, 2002). De acordo com Mazur, cerca de metade das respostas inicialmente erradas convertem-se em corretas, enquanto muito poucas respostas inicialmente corretas são alteradas - o que reforça a eficácia da metodologia (Knight, 2002).

Após a discussão entre pares, se a contagem das respostas corretas for superior a 70%, o professor procede à explicação final e conclui o tópico. No entanto, se a percentagem de respostas corretas se encontrar entre 30% e 70%, os alunos devem voltar a discutir

¹ As informações relativas ao *Plickers* podem ser consultadas na página de Internet, em <https://help.plickers.com/hc/en-us/articles/360009395854-What-is-Plickers>.

as suas respostas, seguindo-se uma nova votação. Caso menos de 30% dos alunos respondam corretamente, o professor deve rever o tópico, podendo alterar a sua abordagem prévia, antes de aplicar o *ConcepTest* (Lasry et al., 2008), uma vez que o objetivo da PI - alunos com argumentos corretos conduzirem os restantes a uma mudança conceptual - não foi concretizado.

Os *ConcepTests* consistem em pequenas questões de escolha múltipla (Knight, 2002) com um grau de dificuldade equilibrado - nem demasiado fáceis, nem excessivamente difíceis - com o objetivo de fomentar discussões sobre pontos-chave e conceitos fundamentais, mas desafiantes da matéria abordada (Dumont et al., 2016). Estas questões devem focar-se num único conceito, evitar uma resolução baseada exclusivamente em fórmulas, ser inequívocas e apresentar opções de escolha múltipla que reflitam concepções alternativas comuns entre os alunos (Mazur, 2014). A apresentação dos *ConcepTests* é, habitualmente, auxiliada por tecnologia - como computadores ou retroprojetores - de forma a garantir uma leitura rápida de cada questão, uma vez que a sua aplicação, tipicamente, decorre num intervalo de 5 a 8 minutos (Knight, 2002).

Antes de uma aula de PI, é fundamental que o professor motive os alunos a aceitarem um formato de ensino diferente daquele a que estão habituados, uma vez que é comum existir alguma resistência à mudança. Nesse sentido, é importante esclarecer sobre a dinâmica da aula e incentivá-los a adotar uma postura mais crítica e menos dependente da aplicação direta de equações. Durante a aula, o professor atua de forma mais flexível e recorre a mais momentos de improviso, inevitáveis perante respostas inesperadas. Deste modo, a sua participação nas discussões entre pares é particularmente benéfica, dado que permite compreender os raciocínios dos alunos - corretos ou não (Mazur, 2014).

As evidências dos benefícios da implementação da *Peer Instruction* entre estudantes do Ensino Superior já foram estudadas, destacando-se a melhoria nas atitudes face à Física e ao seu estudo, medidas através do *Colorado Learning Attitudes about Science Survey* (CLASS), nomeadamente ao nível do interesse pessoal, da resolução de problemas e das ligações entre a ciência e o mundo atual (Zhang et al., 2017). Para além disso, foi também identificado um impacto positivo na redução da taxa de desistências em cursos introdutórios de Física, associado a um aumento de motivação pela conclusão dos mesmos (Lasry et al., 2008). As discussões entre pares revelam-se produtivas, ao ajudarem os alunos a clarificar conceitos importantes e a justificar e argumentar os seus raciocínios - etapa fundamental no processo de aprendizagem

(Dumont et al., 2016). Também é importante referir que a PI possibilita a obtenção de *feedback* imediato, permitindo que o professor faça uma avaliação formativa e corrija eventuais erros ou conceções alternativas no momento (Dumont et al., 2016), ou ainda, se deve proceder para o próximo tema, ou reiterar o anterior, seguindo-o por um *ConcepTest* (Knight, 2002).

Embora a literatura referida incida no contexto do Ensino Superior, o presente estudo procura adaptar e explorar a mesma metodologia numa turma do 9.º ano do Ensino Básico, avaliando, desta forma, os efeitos da sua implementação.

3. Metodologia de investigação

3.1. Objetivos e questões de investigação

Na sua prática letiva, os professores deparam-se com dificuldades por parte dos alunos em compreender conceitos físicos, dado que a maioria são de natureza abstrata. Devido a esta natureza, os conceitos exigem que os alunos se encontrem no estágio formal do desenvolvimento cognitivo para que possam ser compreendidos. No entanto, na generalidade, os alunos encontram-se ainda no estágio concreto quando estes conceitos são inicialmente introduzidos, sendo que aos 14 anos de idade apenas 25% dos alunos se encontram no estágio formal (Shayer & Adey, 1987). A Física requer, também, um formalismo matemático, o qual tende a ser um fator adicional para a desmotivação dos alunos (Martins & Martins, 2005). Perante este cenário, tornou-se importante atuar no sentido de combater as dificuldades e a desmotivação sentidas pelos alunos. Assim, nos últimos anos, tem-se verificado um investimento em pedagogias ativas e inovadoras (Zhang et al., 2017), que estimulam o pensamento crítico e criativo dos alunos. A PI surgiu neste contexto, como uma estratégia de uma teoria construtivista que permite aos professores contrariar os desafios encontrados na sua prática.

Com base nas dificuldades e na desmotivação dos alunos relativamente à Física e na literatura existente sobre a implementação da *Peer Instruction* para combater estas adversidades, elaboraram-se as seguintes questões de investigação:

- A metodologia *Peer Instruction* motiva os alunos a estudarem o subdomínio “Forças e fluidos”?
- As questões conceptuais, usadas como ferramenta na *Peer Instruction*, constituem um bom recurso para potenciar a discussão conceptual entre os alunos e a aprendizagem?

Atendendo às questões de investigação, definiram-se os seguintes objetivos para esta investigação:

- centrar a aprendizagem na interação entre pares e na construção colaborativa de conhecimento.
- motivar o estudo do tema “Forças e fluidos”.
- promover uma aprendizagem mais ativa e participativa do que aquela com que os alunos estão mais familiarizados.

- explorar o potencial das questões conceptuais como recurso didático na implementação da metodologia *Peer Instruction*.

3.2. Caracterização da metodologia

A minha implementação da metodologia *Peer Instruction* apresentou algumas diferenças em relação à proposta original da literatura. A abordagem dos temas do subdomínio “Forças e fluidos” foi realizada ao longo de quatro aulas de 50 minutos, centrando-se, essencialmente, nos conceitos de impulsão e de flutuação e no princípio de Arquimedes. Após estas quatro aulas, foram realizadas três aulas de 50 minutos focadas na aplicação dos *ConcepTests*, com a seguinte sequência:

1. Exposição da questão para leitura dos alunos
2. Fornecimento aos alunos de tempo (individual) para pensar 2 minutos
3. Registo das respostas individuais com recurso ao Plickers
4. Discussão entre pares 5 minutos
5. Registo das respostas após a discussão com o Plickers
6. Explicação da resposta correta em grande grupo 10+ minutos

As duas primeiras aulas formaram um bloco contínuo de 100 minutos, durante o qual foram trabalhadas quatro questões conceptuais de escolha múltipla, centradas nos conceitos de flutuação e de impulsão. A terceira aula, com duração de 50 minutos, realizada uma semana depois, teve como foco o princípio de Arquimedes e incluiu duas questões conceptuais de ordenação. Durante as discussões entre pares, procurei incentivar os alunos a argumentarem entre si. Como estas discussões decorriam, na maioria das vezes, em grande grupo, foi possível ouvir e acompanhar os seus raciocínios com alguma facilidade.

3.3. Descrição dos participantes

Os participantes deste projeto de investigação foram os alunos da turma 9.º 3 da Escola Secundária João Gonçalves Zarco do ano letivo 2024/25. A turma era constituída por 26 alunos, 10 alunas e 16 alunos, com idades compreendidas entre 13 e 16 anos.

Os estudantes participaram voluntariamente, tendo sido preenchidos os respetivos formulários de assentimento informado e de consentimento informado que constam nos capítulos Anexo 1 – Declaração de Consentimento Informado e Anexo 2 – Declaração de Assentimento Informado, aprovados pela comissão de ética da FCUP (n.º

CE2024/p184), cujo parecer final pode ser consultado no capítulo Anexo 3 – Parecer da Comissão de Ética.

3.4. Descrição das estratégias utilizadas e dos materiais desenvolvidos

Durante o bloco de 100 minutos, informei os alunos sobre o modo como iriam decorrer as aulas seguintes. Expliquei que lhes seriam apresentadas questões conceptuais - esclarecendo sobre a sua natureza - que seriam inicialmente respondidas de forma individual através dos cartões *Plickers*. Seguir-se-ia uma discussão coletiva, durante a qual poderiam debater as suas respostas, sendo novamente registada a sua escolha com os mesmos cartões. Por fim, procederia a uma discussão com os alunos com o objetivo de chegar à resposta correta. Os tempos atribuídos a cada uma destas fases também foram indicados.

Antes do início da atividade, os alunos receberam os cartões *Plickers*, acompanhados por instruções sobre o seu funcionamento – cada aluno tem um cartão *Plickers* numerado com um código QR exclusivo que tem quatro opções de resposta (A, B, C ou D) conforme a orientação do cartão. Como o *Plickers* é uma aplicação digital criada para recolher respostas de alunos em tempo real, quando o professor usa a câmara do seu telemóvel com a aplicação para digitalizar os cartões, esta reconhece cada aluno e cada resposta, apresentando os resultados imediatamente, que podem ser armazenados para análise posterior.

De seguida, iniciei o *ConcepTest*. O procedimento decorreu, de forma geral, conforme descrito na secção 3.2. Caracterização da metodologia, antes de avançar para a questão seguinte. Este ciclo foi repetido até à quarta questão conceptual de escolha múltipla.

Na última aula, o procedimento foi semelhante, embora sem a utilização dos cartões *Plickers*, uma vez que as questões eram de ordenação. Neste caso, os alunos registaram as suas respostas no quadro e votaram na que consideravam correta. O áudio de todas estas aulas foi gravado para consulta posterior.

A apresentação das questões conceptuais foi realizada com recurso a um PowerPoint, desenvolvido em colaboração com o orientador e validadas pela equipa de orientação. Este material encontra-se no capítulo Anexo 3 – Parecer da Comissão de Ética

Anexo 4 – PowerPoint com questões conceptuais.

3.5. Técnicas e instrumentos de recolha de dados

Com o propósito de atingir os objetivos de investigação, recorreu-se à utilização de diferentes instrumentos de recolha de dados: observação participada, acompanhada de notas de campo e dois questionários de opinião.

Antes das aulas dedicadas à implementação da PI, foi aplicado o Questionário de Caracterização - disponível no capítulo Anexo 5 – Questionário de Caracterização - com o objetivo de caracterizar os alunos da turma 9.º 3 do 3.º ciclo do Ensino Básico da Escola Secundária João Gonçalves Zarco, participantes neste projeto de investigação. Também se pretendeu recolher dados sobre o seu conhecimento da natureza das questões conceptuais e de ordenação e sobre os seus hábitos de estudo e níveis de conforto na partilha de opinião, nas aulas de Físico-Química.

Durante a implementação da PI, foram registadas observações na forma de notas de campo, com base na observação participada, auxiliadas pelas gravações dos áudios das aulas posteriormente consultadas.

Após a última aula dedicada ao projeto, foi aplicado o Questionário de Avaliação da Perceção - disponível no capítulo Anexo 6 – Questionário de Avaliação - com o objetivo de avaliar a motivação dos alunos para o estudo dos temas abordados, a sua perceção relativamente à aprendizagem dos mesmos e a sua receptividade perante a nova metodologia implementada.

Os questionários foram validados por um painel constituído pelo professor orientador cooperante, Joaquim Morgado, pelo professor Doutor Paulo Simeão Carvalho e por um professor doutorado. Foi obtido um parecer positivo emitido pela comissão de ética da FCUP (n.º CE2024/p184), o qual pode ser consultado no capítulo Anexo 3 – Parecer da Comissão de Ética.

4. Apresentação e discussão dos resultados

Este capítulo apresenta e analisa os resultados obtidos no âmbito da implementação da metodologia *Peer Instruction* numa turma do 9.º ano do Ensino Básico, durante as aulas de Física. Os dados analisados resultam da aplicação de dois instrumentos de recolha de dados: as notas de campo, recolhidas ao longo das aulas de implementação, e dois questionários de opinião – um aplicado antes e outro após a execução da metodologia. A análise dos resultados procurou identificar indícios de alteração na perceção dos alunos relativamente à aprendizagem dos conteúdos abordados, à receptividade face à metodologia e à sua motivação para o estudo da Física.

A apresentação dos resultados começa com a análise do primeiro questionário, cujo objetivo foi caracterizar os alunos e recolher informações sobre os seus conhecimentos prévios, sobre a natureza das questões utilizadas durante a PI, sobre os seus hábitos de estudo e sobre os seus níveis de conforto em partilhar a sua opinião nas aulas de Físico-Química.

Relativamente ao conhecimento sobre a natureza das questões conceptuais e das questões de ordenação, os dados obtidos foram os que se encontram nos gráficos **Gráfico 1** e **Gráfico 2**.

Gráfico 1
Respostas à questão “Sei o que são questões conceptuais?”

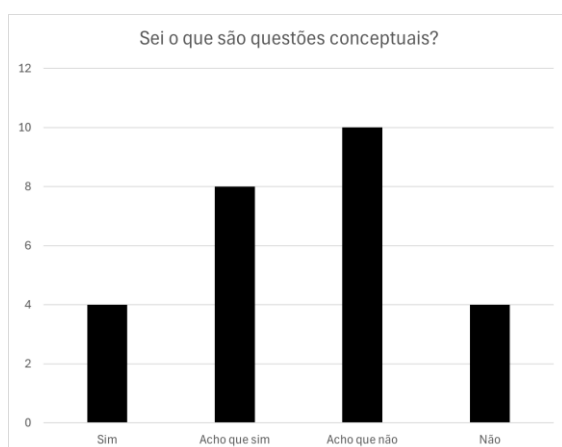
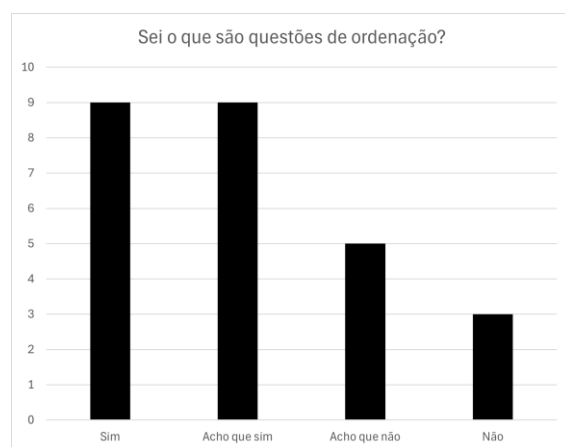


Gráfico 2
Respostas à questão “Sei o que são questões de ordenação?”



Estes resultados sugerem que existe alguma incerteza de percepção, por parte dos alunos, relativamente à natureza das duas tipologias de questões, especialmente no caso das questões conceptuais. Isto pode significar que possa ter ocorrido alguma surpresa nos alunos sobre o tipo de questões que lhes foram propostas para responderem, por não as conhecerem e sobretudo, por não estarem habituados a elas e à mecânica da sua exploração.

No que se refere aos hábitos de estudo e ao nível de conforto na partilha de opiniões nas aulas de Físico-Química, os resultados foram os que se encontram nos gráficos **Gráfico 3** e **Gráfico 4**.

Gráfico 4

Respostas divididas por níveis à questão dos hábitos de estudo.

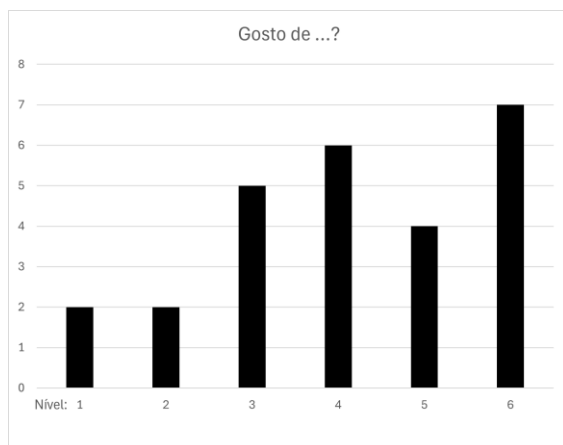
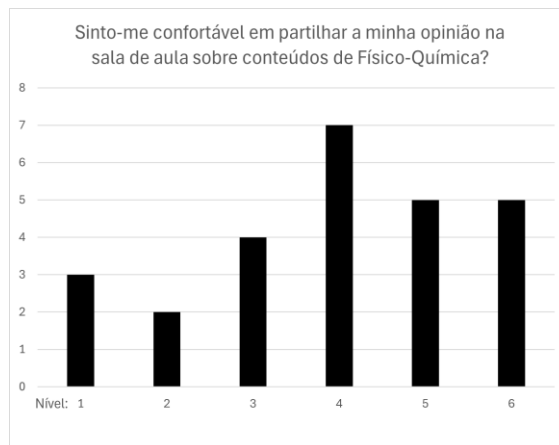


Gráfico 3

Respostas divididas por níveis à questão do conforto em partilhar a opinião.



No caso do **Gráfico 3**, o nível 1 corresponde a “Estudar sozinho” e o nível 6 corresponde a “Estudar em grupo”, sendo os níveis 2, 3, 4 e 5 os níveis intermédios. No caso do **Gráfico 4**, o nível 1 corresponde a “Não me sinto nada confortável” e o nível 6 corresponde a “Sinto-me muito confortável”, sendo os restantes níveis intermédios.

Verifica-se que os alunos desta turma têm uma preferência por estudar em grupo e sentem-se moderadamente confortáveis em partilhar a sua opinião nas aulas de Físico-Química. Foi ainda analisada a variável género: verificou-se que, em média, as alunas mostraram maior preferência por estudar sozinhas do que os rapazes (feminino – 3,44; masculino – 4,34; prefiro não responder – 6). Por outro lado, os rapazes revelam sentir-se menos confortáveis, em média, a partilhar opiniões nas aulas de Físico-Química (feminino – 4,44; masculino – 3,82; prefiro não responder – 1).

Durante a implementação da PI, registaram-se as seguintes respostas a cada questão conceptual (**Tabela 2**).

Tabela 2

Percentagem de respostas corretas a cada questão conceptual antes e após a discussão entre pares, no âmbito da implementação da Peer Instruction.

As designações QEM correspondem às questões de escolha múltipla e QO às questões de ordenação, cujos enunciados se encontram na legenda abaixo.

Questão conceptual	Percentagem de respostas corretas antes da discussão entre pares	Percentagem de respostas corretas após a discussão entre pares
QEM 1	42%	35%
QEM 2	4%	15%
QEM 3	46%	38%
QEM 4	8%	0%
QO 1	50%	77%
QO 2	77%	96%

Legenda :

- QEM 1 – Considera dois gobelés. Um deles apenas com água e o outro com água e um pedaço de madeira flutuante. Nesta situação, ambos têm igual nível de água.
- QEM 2 – Considera dois gobelés. Um deles apenas com água e o outro com água e um pedaço de madeira submerso e segurado por um dedo. Nesta situação, ambos têm igual nível de água.
- QEM 3 – Considera dois gobelés. Um deles apenas com água e o outro com água e um pedaço de metal que afundou. Nesta situação, ambos têm igual nível de água.
- QEM 4 – Considera um gobelé com água e com um cubo de gelo. No final do estudo, o gelo funde na sua totalidade.
- QO 1 – Ordena estas situações, da maior para a menor, no que toca ao volume de líquido deslocado pelos blocos. Quando aplicável, coloca o sinal de igual (=) na tua sequência.
- QO 2 – Ordena estas situações, da maior para a menor, no que toca à força de impulsão que atua em cada bloco. Quando aplicável, coloca o sinal de igual (=) na tua sequência.

Relativamente às respostas às questões de escolha múltipla, verifica-se que, na maioria dos casos, a discussão entre pares não teve o efeito desejado, tendo-se observado uma diminuição do número de respostas corretas. Pelo contrário, observa-se que, antes da discussão em grupo, um maior número de alunos respondia corretamente às questões de ordenação, sendo que após essa fase, se registou um aumento nas respostas corretas.

As notas de campo registadas para a exploração de cada aula foram as seguintes:

- Verificou-se um elevado nível de interesse, participação e curiosidade durante a explicação da resposta correta, incluindo alunos que raramente participavam nas aulas.

- A partir da segunda questão de escolha múltipla, observou-se alguma dificuldade em manter o silêncio durante a fase anterior à discussão entre pares.
- Durante a fase de discussão, a turma envolveu-se maioritariamente em debate em grande grupo. Um cada vez menor número de alunos revelou dificuldades em participar, sendo que alguns mostraram preferência por discutir diretamente comigo em vez de interagir com os colegas.
- Notou-se, ainda, alguma dificuldade na construção de argumentos que sustentassem as suas ideias e opiniões durante o debate.
- Antes da explicação da resposta correta, apresentei a estatística das respostas submetidas e solicitei aos alunos que tentassem justificar as suas escolhas.
- Durante a exposição, embora raramente, foram incluídos momentos de complementação com cálculos.
- Na segunda aula, dedicada às questões de ordenação, observou-se uma maior organização, nomeadamente na manutenção do silêncio até ao momento destinado à discussão em grupo.

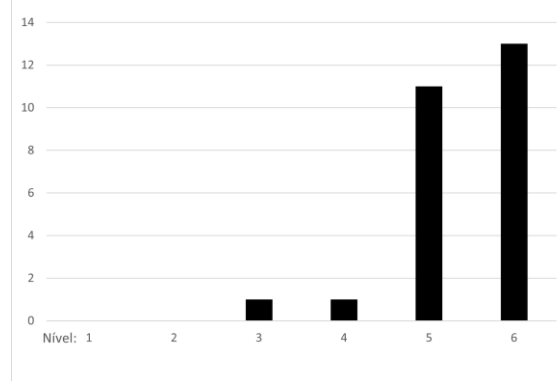
Conclui-se, assim, que houve um processo de adaptação dos alunos à nova metodologia, compreendendo a sua mecânica, regras de participação, tempos e objetivos. As questões de ordenação acabaram por produzir resultados de aprendizagem aparentemente melhores, embora o objetivo desta metodologia não possa ser comparado unicamente pelas respostas corretas, mas pela forma como os alunos passaram a encarar a discussão dos problemas e a importância dada à interpretação conceptual dos fenómenos.

Finaliza-se a apresentação dos dados recolhidos com os resultados do último questionário, que pretendeu avaliar a motivação dos alunos para o estudo dos temas abordados, a sua perceção relativamente à aprendizagem dos mesmos e à sua receptividade perante a nova metodologia implementada.

Relativamente aos gráficos que se seguem definiram-se os seguintes níveis:

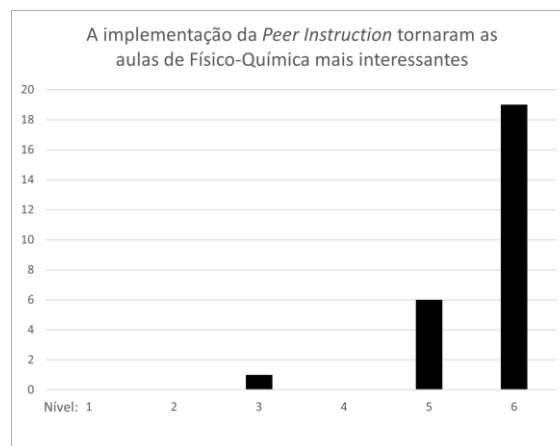
- 1 – Discordo totalmente
- 2 – Discordo
- 3 – Discordo pouco
- 4 – Concordo pouco
- 5 – Concordo
- 6 – Concordo totalmente

Gráfico 5
 Respostas à afirmação “Gostei da implementação da Peer Instruction”.



A análise do **Gráfico 5** permite concluir que, maioritariamente, os alunos apreciaram a aplicação da PI, com cerca de 93% das respostas situadas nos níveis 5 e 6 da escala.

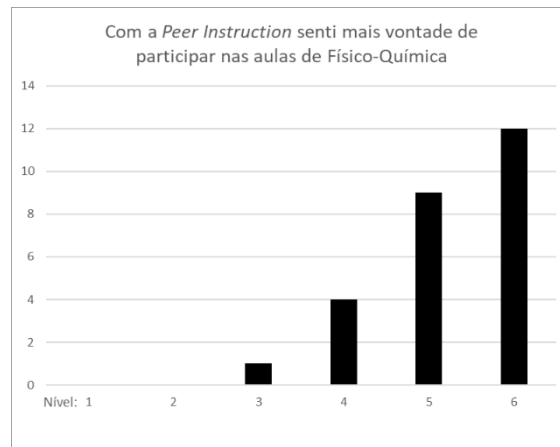
Gráfico 6
 Respostas à afirmação “A implementação da Peer Instruction tornaram as aulas mais interessantes”.



O **Gráfico 6** revela que cerca de 96% dos alunos manifestaram um aumento de interesse pelas aulas de Físico-Química.

Gráfico 7

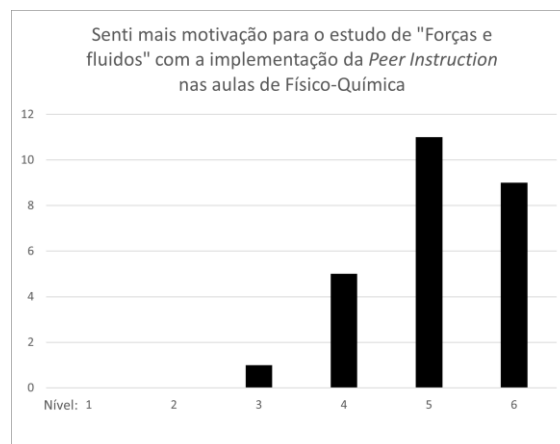
Respostas à afirmação “Com a Peer Instruction senti mais vontade de participar nas aulas de Físico-Química”.



Relativamente ao **Gráfico 7**, verifica-se que os alunos demonstraram uma maior vontade de participar nas aulas de Físico-Química com a implementação da PI, com cerca de 96% da amostra a referir um aumento nesse sentido e aproximadamente 81% a posicionar-se entre os níveis 5 e 6. Este é um resultado relevante, pois pode constituir um fator relevante para uma aprendizagem ativa e potencialmente mais eficaz nas aulas de Físico-Química.

Gráfico 8

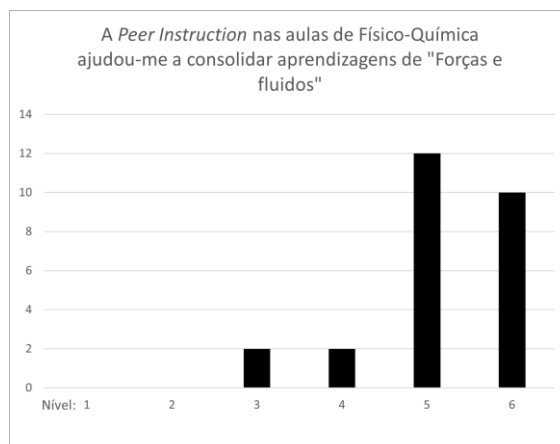
Respostas à afirmação “Senti mais motivação para o estudo de “Forças e fluidos” com a implementação da Peer Instruction nas aulas de Físico-Química”.



De acordo com o **Gráfico 8**, também se registou um aumento na motivação para o estudo do tema abordado durante a aplicação da PI, com a maioria das respostas concentradas no nível 5 da escala.

Gráfico 9

Respostas à afirmação “A Peer Instruction nas aulas de Físico-Química ajudou-me a consolidar aprendizagens de “Forças e fluidos”.



O **Gráfico 9** indica que 24 dos 26 alunos concordaram que a aplicação da PI contribuiu para a consolidação do tema abordado. Importa recordar que este resultado não está relacionado necessariamente com o número de acertos no final da exploração de cada questão conceptual através da PI, mas sim com a forma como essa exploração foi conduzida, a qual se revela importante para a consolidação das aprendizagens aos olhos dos alunos.

Gráfico 11

Respostas à afirmação “Gostava que a Peer Instruction fosse usada em mais conteúdos de Físico-Química”.

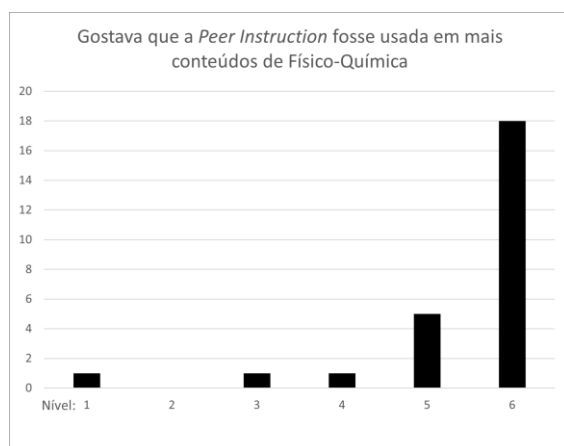
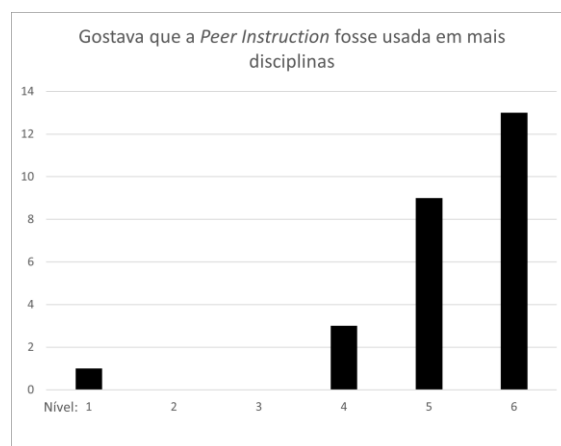


Gráfico 10

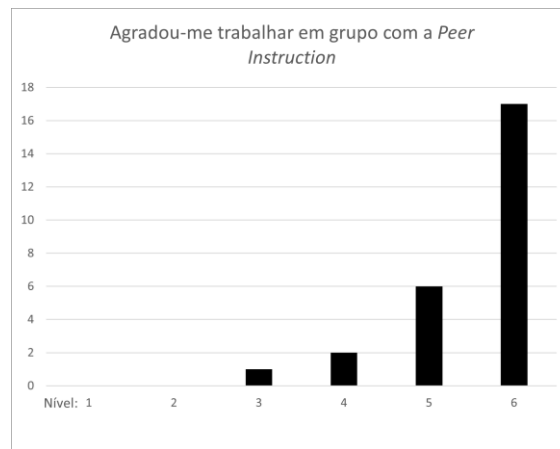
Respostas à afirmação “Gostava que a Peer Instruction fosse usada em mais disciplinas”.



Os gráficos **Gráfico 10** e **Gráfico 11** mostram que cerca de 92% dos alunos manifestaram interesse em que a PI fosse novamente aplicada nas aulas de Físico-Química, mas com outros conteúdos. De igual modo, a maioria dos alunos manifestou interesse em ver a metodologia aplicada noutras disciplinas.

Gráfico 12

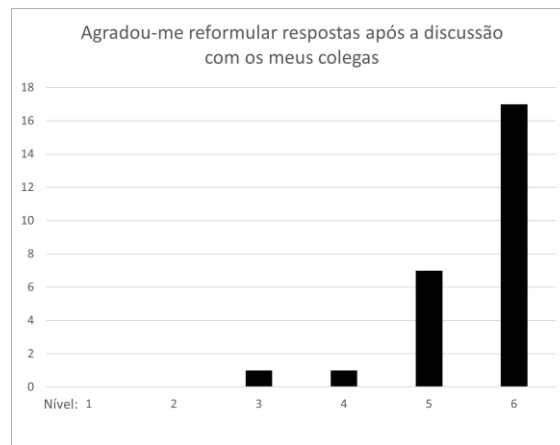
Respostas à afirmação “Agradou-me trabalhar em grupo com a Peer Instruction”.



Relativamente ao **Gráfico 12**, infere-se que cerca de 96% dos alunos apreciaram o trabalho em grupo durante a aplicação da PI, sendo que aproximadamente 88% posicionaram as suas respostas nos níveis 5 e 6 da escala.

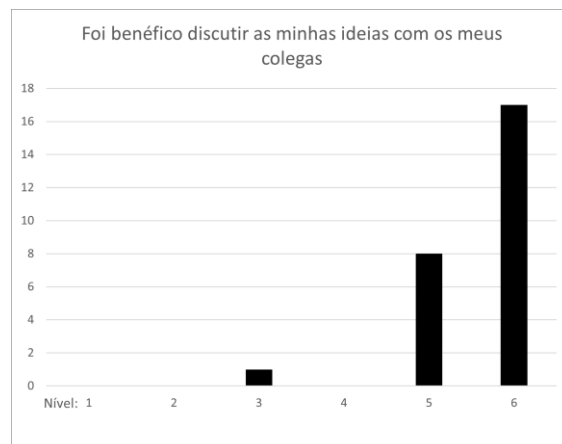
Gráfico 13

Respostas à afirmação “Agradou-me reformular respostas após a discussão com os meus colegas”.



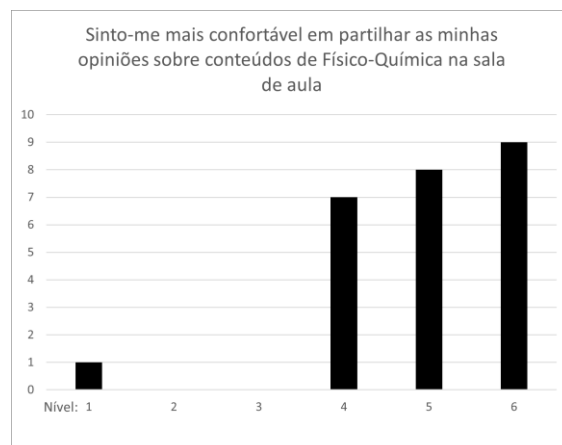
De forma geral, os alunos da amostra revelaram ter apreciado a oportunidade de reformular as suas respostas após a discussão com os colegas, de acordo com o **Gráfico 13**.

Gráfico 14
 Respostas à afirmação “Foi benéfico discutir ideias com os meus colegas”.



O **Gráfico 14** demonstra que a maioria dos alunos considerou benéfica a discussão de ideias com os colegas durante a PI, sendo que cerca de 65% selecionou o nível 6 da escala.

Gráfico 15
 Respostas à afirmação “Sinto-me mais confortável em partilhar as minhas opiniões sobre conteúdos de Físico-Química na sala de aula”.



O **Gráfico 15**, respondido por 25 estudantes, revela que a maioria dos alunos da amostra se sente mais confortável a partilhar as suas ideias nas aulas de Físico-Química, com exceção de um aluno do género masculino que manifestou o sentimento oposto.

Relativamente às duas últimas perguntas deste questionário – de carácter não obrigatório, as respostas foram organizadas por categorias, de acordo com a técnica de

análise de conteúdo de Bardin. Ou seja, as respostas foram organizadas em conjuntos com um título genérico, com base em elementos em comum. O objetivo desta técnica é simplificar os dados brutos para facilitar a sua interpretação. Após o agrupamento das respostas, procedeu-se à análise quantitativa das respostas categorizadas. Neste caso, não foi utilizado um sistema de categorias previamente definido – os títulos de cada categoria foram definidos após a classificação das respostas. (Bardin, 1977)

Tabela 3
 Categorização e contagem das respostas à afirmação “O que mais gostei da Peer Instruction”.

O que mais gostei da <i>Peer Instruction</i>	
Tudo	5
Trabalho em grupo	2
Discussão dos resultados	1
Participação	1
Partilha de ideias e discussão em grupo	8
Formato da resposta	1
Interação alunos-professora	1
Facilidade de submissão da resposta	1
Interessante e educativo / interativo	2

Relativamente à **Tabela 3**, um aluno não respondeu e três alunos manifestaram respostas incertas, variando entre “Não me lembro” e “Não sei”.

Tabela 4
 Categorização e contagem das respostas à afirmação “O que menos gostei da Peer Instruction”.

O que menos gostei da <i>Peer Instruction</i>	
Nada	17
Organização	2
Perguntas confusas	1
Poucas aulas	1

Relativamente à **Tabela 4**, um aluno não respondeu e quatro alunos manifestaram respostas incertas, variando entre “Também não sei dizer ao certo” e “Penso que nada”.

Tabela 5

*Categorização e contagem das respostas à questão “Tens sugestões de melhoria à implementação da *Peer Instruction* nas aulas de Físico-Química?”*

Tens sugestões de melhoria à implementação da <i>Peer Instruction</i> nas aulas de Físico-Química?	
Não tenho	12
Quero mais aulas	2

Relativamente à **Tabela 5**, dez alunos não responderam à questão e dois alunos manifestaram incerteza nas respostas, com “Não sei”.

Importa destacar que alguns alunos manifestaram interesse em ver a PI implementada em mais aulas.

A análise das tabelas permite concluir que, de forma geral, a implementação da PI foi do agrado dos alunos, tendo gerado uma diversidade de respostas por parte dos mesmos relativamente aos aspetos que mais apreciaram nesta metodologia.

Conclusão

Este projeto de investigação teve como objetivo explorar os efeitos da aplicação da metodologia *Peer Instruction* no ensino da Física, em particular no subdomínio “Forças e fluidos” com alunos de uma turma do 9.º ano do Ensino Básico.

Os resultados obtidos através dos dois questionários – um antes da implementação da PI, e outro após a mesma – e das notas de campo que derivaram da observação participada, indicam um aumento geral da motivação, da participação e uma perceção global positiva da aprendizagem dos conteúdos abordados por parte dos alunos da amostra considerada. Relativamente à primeira questão conceptual – que se questionava sobre o efeito da PI na motivação dos alunos para estudarem o tema abordado – infere-se que pode ser respondida de forma favorável.

No âmbito do estudo realizado, verificou-se que as questões conceptuais utilizadas durante a PI se revelaram um recurso eficaz para potenciar a discussão conceptual entre os alunos, manifestamente reconhecida por eles. Assim, responde-se à questão de investigação relativa ao benefício da utilização de questões conceptuais para potenciar a PI de uma forma positiva. Contudo, importa refletir sobre a eficácia das questões de escolha múltipla elaboradas no número de respostas corretas. Estas questões revelaram-se potencialmente mais difíceis para os alunos, conforme indicado nas suas respostas ao último questionário. Esta perceção foi reforçada pelos resultados obtidos com o *Plickers*, que mostraram uma menor eficácia da metodologia na condução a um aumento do número de respostas corretas nestas questões, em comparação com as questões de ordenação. Ou seja, as questões de escolha múltipla poderão ter-se revelado mais difíceis, não só por os alunos ainda não estarem familiarizados com a metodologia, mas também por estas exigirem a construção de argumentos sem recorrer a cálculos – o que poderá ter levado muitos a concluir a discussão ainda com dúvidas, optando por uma que lhes pareceu mais plausível. A utilização dos cartões *Plickers* demonstrou, ainda, ser uma ferramenta acessível para recolher respostas em tempo real, facilitando o *feedback* imediato.

A meu ver, a implementação da *Peer Instruction* nesta turma constituiu uma oportunidade rara e valiosa para os alunos experienciarem uma metodologia ativa centrada na discussão entre pares e na construção partilhada do conhecimento. Num contexto onde o ensino é, na maioria das vezes, mais expositivo e centrado no professor, esta abordagem revelou-se não só inovadora, como também incentivadora em relação ao interesse pela Física e à participação dos alunos.

A possibilidade de trocar ideias com os colegas, reformular respostas e compreender conceitos essenciais para a aprendizagem, contribuiu para uma aula com uma dinâmica diferente, o que poderá justificar a confusão observada na primeira sessão da implementação da PI. Apesar de algumas dificuldades iniciais, a experiência mostrou que a PI pode ser viável no Ensino Básico, promovendo a motivação, o pensamento crítico, a construção de argumentos e uma perceção positiva da aprendizagem.

Conclui-se, assim, que a implementação da PI tem o potencial para trazer benefícios significativos para o ensino da Física no Ensino Básico. Reconhece-se, no entanto, que este estudo se limitou a um conjunto muito restrito de aulas e de conteúdos e a uma única turma, o que condiciona a generalização dos resultados. Seria, por isso, pertinente a realização de mais estudos que aprofundem os efeitos desta metodologia em diferentes turmas deste nível de ensino, abordando mais conteúdos. Neste sentido, recomenda-se o desenvolvimento de bancos de questões conceptuais adaptadas ao contexto do Ensino Básico, de modo a facilitar a implementação da PI.

Reflexão autocrítica e projetos futuros

A *Peer Instruction* revelou-se uma metodologia inovadora não só para os alunos, como também para mim. Naturalmente, existem vários aspetos sobre os quais sinto necessidade de refletir no que diz respeito à minha atuação.

Desde logo, reconheço que a falta de leitura prévia aprofundada sobre a metodologia antes da sua implementação foi um erro fulcral. Com um conhecimento mais sólido à partida, teria feito ajustes importantes no formato de aplicação da PI. Por exemplo, teria reservado uma aula introdutória de preparação dos alunos para uma dinâmica de aula significativamente diferente daquela a que estavam habituados, porque a eficácia da PI depende de um ambiente seguro, onde os alunos não receiem partilhar ideias ou errar perante os colegas ou perante mim. Esta aula introdutória também teria beneficiado de um ensaio prévio com o *Plickers*, uma vez que este pode ter sido um fator condicionante para os resultados obtidos. Além disso, teria optado por abordar previamente, mas na mesma aula, os conceitos fundamentais relacionados com cada questão conceptual antes da sua aplicação. Isso permitiria não só manter os conteúdos “frescos” na memória dos alunos, como também facilitaria a identificação de falhas na minha abordagem.

Face ao insucesso observado nas questões de escolha múltipla, teria sido útil retomar os conceitos abordados após a implementação e, mais tarde, voltar a aplicar as mesmas questões – prática que é, aliás, recomendada na literatura sobre a implementação desta metodologia. Acredito que, como qualquer prática pedagógica, a PI se aperfeiçoa com a experiência e a continuidade da sua aplicação. A flexibilidade exigida por esta pedagogia é algo que ainda estou a desenvolver enquanto professora em formação. Aliás, esta experiência reforçou tanto a importância da preparação cuidadosa das aulas como a capacidade de adaptação em tempo real.

Teria, também, valorizado mais a escuta atenta das discussões entre os alunos, no sentido de identificar conceções alternativas e, com base nelas, construir um banco de questões conceptuais mais adequado e mais ajustado à realidade da turma.

Para concluir as explicações das respostas corretas, teria, ainda, complementado cada uma com uma demonstração experimental, uma vez que a visualização concreta dos fenómenos poderia reforçar a compreensão dos conceitos, ajudando os alunos a estabelecer ligações significativas entre a teoria e a prática. Afinal, a Física é uma ciência intrinsecamente experimental - um ponto que não deve ser descurado no

contexto das aulas, mesmo quando se opta por metodologias de ensino alternativas às habitualmente praticadas pela maioria dos professores.

Posto isto, espero vir a criar novas oportunidades para implementar a PI em diferentes turmas e com novos conteúdos, tanto com o objetivo de continuar a crescer enquanto professora, como para aprofundar o conhecimento sobre os efeitos desta metodologia no ensino e na aprendizagem dos alunos. Gostaria, também, de promover a implementação da PI entre professores, para criar uma rede de partilha de práticas e bancos de questões conceptuais adequadas.

Referências Bibliográficas

- Abrahamson, A. L. (1998). An Overview of Teaching and Learning Research with Classroom Communication Systems (CCSs).
- Bardin, L. (1977). *ANÁLISE DE CONTEÚDO*. Presses Universitaires de France.
- Batchelor, G. K. (2013). *AN INTRODUCTION TO FLUID DYNAMICS*. Cambridge University Press.
- Dumont, L. M. M., Carvalho, R. S., & Neves, A. J. M. (2016). O PEER INSTRUCTION COMO PROPOSTA DE METODOLOGIA ATIVA NO ENSINO DE QUÍMICA. *Journal of Chemical Engineering and Chemistry*, 2(3), 107-131. <https://doi.org/https://doi.org/10.18540/2446941602032016107>
- Figueiredo, A. P. S., & Figueiredo, N. (2019). A quantitative analysis of the interaction among students in peer instruction classes. *European Journal of Physics*, 41(1). <https://doi.org/https://doi.org/10.1088/1361-6404/ab497b>
- Knight, R. D. (2002). *Five easy lessons : strategies for successful physics teaching*. Addison Wesley.
- Lasry, N., Mazur, E., & Watkins, J. (2008). Peer instruction: From Harvard to the two-year college. *American Journal of Physics*, 76(11), 1066-1069. <https://doi.org/https://doi.org/10.1119/1.2978182>
- Martins, A., & Martins, D. R. (2005). O Livro Branco da Física e da Química - Opiniões dos Estudantes 2003. *Gazeta de Física*, 28(3), 12-17.
- Mazur, E. (2014). *Peer instruction : a user's manual* (Pearson new international edition. ed.). Pearson.
- Moreira, M. A. (2010). APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA CRÍTICA. In.
- Serway, R. A., & Jewett, J. W., Jr. (2008). *PHYSICS for Scientists and Engineers with Modern Physics*. Thomson/Brooks/Cole.
- Shayer, M., & Adey, P. (1987). *Towards a science of science teaching: Cognitive development and curriculum demand*. Heinemann Educational Books.
- Silva, D. d. O., Sles, G. L., & Castro, J. B. d. (2018). A UTILIZAÇÃO DO APLICATIVO *PLICKERS* COMO FERRAMENTA NA IMPLEMENTAÇÃO DA METODOLOGIA *PEER INSTRUCTION*. 4(12), 502-516. <https://doi.org/https://doi.org/10.21920/recei72018412502516>
- Vettori, M., & Zaro, M. A. (2016). *Avaliação do Socrative App como ferramenta auxiliar de ensino para a construção de aprendizagens significativas em uma disciplina de física geral a partir do Peer Instruction* XXVII Simpósio Brasileiro de Informática na Educação, Uberlândia, Minas Gerais.

Zhang, P., Ding, L., & Mazur, E. (2017). Peer Instruction in introductory physics: A method to bring about positive changes in students' attitudes and beliefs. *Physical Review Physics Education*, 113(1).
<https://doi.org/https://doi.org/10.1103/physrevphyseducres.113.010104>

Anexo 1 – Declaração de Consentimento Informado

Declaração de Consentimento Informado (para alunos menores)

Título do projeto: Uso da Peer Instruction para Motivar o Estudo de Fluidos entre Estudantes do 9º Ano

Nome do investigador principal: Ana José Alves Lopes da Silva

Orientador/coorientadores científicos: Paulo Simeão de Oliveira Ferreira de Carvalho

Contactos do investigador principal: up201602672@fc.up.pt

Eu, _____,
encarregado de educação abaixo assinado, declaro que:

1. Autorizo a participação do meu educando _____ no projeto acima referido.
2. Compreendi as informações contidas neste documento, bem como as eventuais informações verbais que me foram transmitidas pelo investigador acima referido, sobre o projeto supracitado.
3. Compreendi que a participação do meu educando no projeto mencionado incluirá o preenchimento de dois questionários conduzido pelo investigador principal.
4. Compreendi que a participação do meu educando é voluntária e que este poderá desistir a qualquer momento da sua participação neste projeto, sem indicar o motivo.
5. Percebi que os dados recolhidos serão tratados pelos investigadores, sendo garantido o anonimato para o exterior.
6. Entendi que os investigadores irão armazenar todas as informações e dados recolhidos de forma segura e confidencial, respeitando o Regulamento Geral de Proteção de Dados, e que os dados serão utilizados exclusivamente para fins do projeto em causa.

O encarregado de educação:

Data: __/__/__

O investigador principal:

Data: __/__/__

Anexo 2 – Declaração de Assentimento Informado

Declaração de Assentimento Informado (de alunos menores)

Título do projeto: Uso da Peer Instruction para Motivar o Estudo de Fluidos entre Estudantes do 9º Ano

Nome do investigador principal: Ana José Alves Lopes da Silva

Orientador/coorientadores científicos: Paulo Simeão de Oliveira Ferreira de Carvalho

Contactos do investigador principal: up201606272@fc.up.pt

Eu, _____
abaixo-assinado, aceito participar neste projeto, sabendo que é garantido o anonimato para o exterior,
a confidencialidade no tratamento dos dados assim como a proteção e segurança dos dados dos
intervenientes. Compreendo que a minha participação é voluntária e anónima. Sei que posso desistir a
qualquer momento da participação neste projeto, sem indicar o motivo.

O aluno:

Data: __/__/__

O investigador principal:

Data: __/__/__

Anexo 3 – Parecer da Comissão de Ética



Parecer

Ref.: Proc. CE2024/p184

Relativamente ao pedido de parecer requerido por Ana José Alves Lopes da Silva no âmbito do projeto intitulado “Uso da Peer Instruction para Motivar o Estudo de Fluidos entre Estudantes do 9º Ano”, a Comissão de Ética nada tem a opor à realização desse projeto, uma vez que estão garantidos o anonimato para o exterior, a confidencialidade no tratamento dos dados recolhidos, o consentimento informado dos encarregados de educação/tutores responsáveis pelos alunos menores de idade bem como o assentimento informado desses mesmos alunos participantes no projeto.

Faculdade de Ciências da Universidade do Porto, 21 de fevereiro de 2025

O Presidente da Comissão de Ética

Assinado por: **João José de Faria Graça Afonso**
Lima
Num. de Identificação: 07103810
Data: 2025.02.21 12:11:04+00'00'

Anexo 4 – *PowerPoint* com questões conceptuais

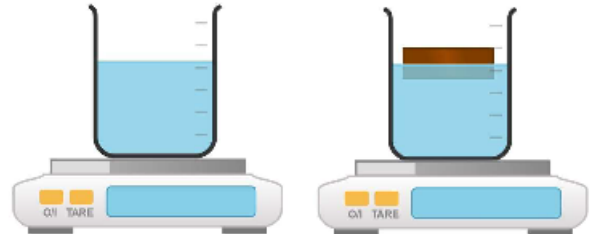
Questões Conceptuais

Questões de Escolha Múltipla

QUESTÃO 1

Considera dois gobelés. Um deles apenas com água e o outro com água e um pedaço de madeira flutuante. Nesta situação, ambos têm igual nível de água.

Qual das opções apresenta um valor numérico superior na balança?

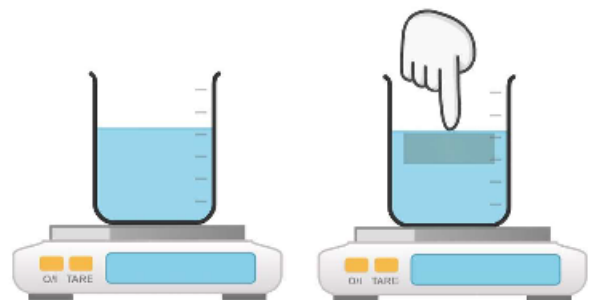


- A. O gobelé apenas com água.
- B. O gobelé com água e um pedaço de madeira.
- C. É igual nos dois casos.
- D. É impossível prever.

QUESTÃO 2

Considera dois gobelés. Um deles apenas com água e o outro com água e um pedaço de madeira submerso e seguro por um dedo. Nesta situação, ambos têm igual nível de água.

Qual das opções apresenta um valor numérico superior na balança?

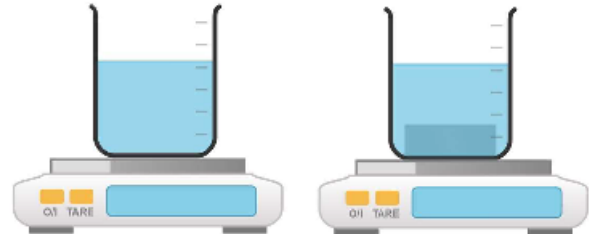


- A. O gobelé apenas com água.
- B. O gobelé com água e um pedaço de madeira.
- C. É igual nos dois casos.
- D. É impossível prever.

QUESTÃO 3

Considera dois gobelés. Um deles apenas com água e o outro com água e um pedaço de metal que afundou. Nesta situação, ambos têm igual nível de água.

Qual das opções apresenta um valor numérico superior na balança?

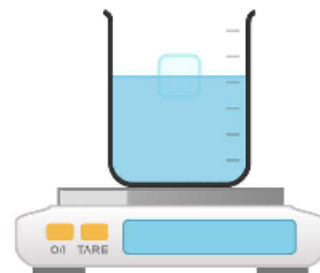


- | | |
|--|----------------------------|
| A. O gobelé apenas com água. | C. É igual nos dois casos. |
| B. O gobelé com água e um pedaço de metal. | D. É impossível prever. |

QUESTÃO 4

Considera um gobelé com água e com um cubo de gelo. No final do estudo, o gelo funde na sua totalidade.

O nível da água no gobelé ...



- | | |
|-----------|-------------------------|
| A. Sobe. | C. Permanece igual. |
| B. Desce. | D. É impossível prever. |

Questões Conceptuais

Questões de Ordenação

QUESTÃO 1

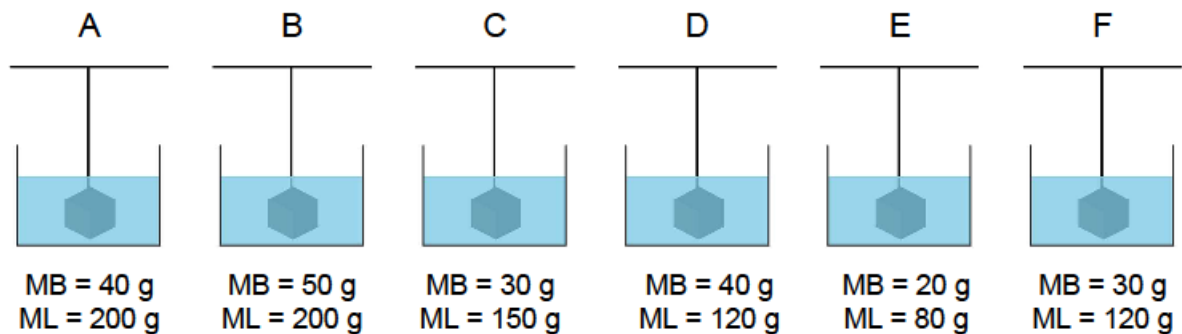
Nas figuras do diapositivo seguinte, encontram-se seis recipientes que contém líquidos variados. Blocos de vários sólidos encontram-se suspensos nos líquidos por um fio.

Todos os blocos são do mesmo tamanho, mas têm massas distintas (MB), uma vez que são feitos de materiais diferentes.

Todos os recipientes têm o mesmo volume de líquido, mas as massas dos líquidos variam (ML), já que os líquidos são diferentes.

Os valores específicos das massas dos blocos e das massas dos líquidos são dados em cada figura.

Ordena estas situações, da maior para a menor, no que toca ao volume de líquido deslocado pelos blocos. Quando aplicável, coloca o sinal de igual (=) na tua sequência.



Maior Volume 1___ 2___ 3___ 4___ 5___ 6___ Menor Volume

Ou, todos os volumes de líquidos deslocados pelos blocos são iguais. ____

QUESTÃO 2

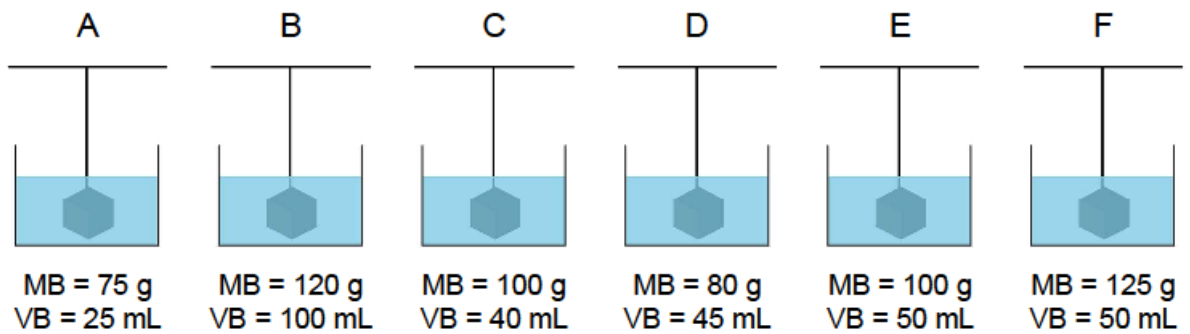
Nas figuras do diapositivo seguinte, encontram-se seis recipientes que contêm iguais volumes do mesmo líquido. Blocos de diversos sólidos encontram-se suspensos nos líquidos por um fio.

Os blocos variam em tamanho (VB) e em massa (MB).

Os blocos são feitos de materiais que podem ser iguais ou diferentes, mas todos afundariam se os fios fossem cortados.

Os valores específicos das massas dos blocos e dos seus volumes são dados em cada figura.

Ordena estas situações, da maior para a menor, no que toca à força de impulsão que atua em cada bloco. Quando aplicável, coloca o sinal de igual (=) na tua sequência.



Maior Impulsão 1___ 2___ 3___ 4___ 5___ 6___ Menor Impulsão

Ou, todos os blocos têm a mesma força de impulsão aplicada. ____

Anexo 5 – Questionário de Caracterização

Questionário de Caraterização

O objetivo deste questionário é caracterizar os alunos do 9º ano do 3º ciclo do Ensino Básico da Escola Secundária João Gonçalves Zarco que participam neste projeto sobre a utilização do método *Peer Instruction* nas aulas de Físico-Química, no âmbito do subdomínio "Forças e fluidos".

Este questionário é anônimo. Não há recolha do endereço de e-mail ou de qualquer informação que permita a identificação de quem responde ao questionário.

* Indica uma pergunta obrigatória.

Género: *

- ☐ Feminino
☐ Masculino
☐ Prefiro não responder

Idade: *

- ☐ 13 anos
☐ 14 anos
☐ 15 anos
☐ Outra: _____

1. Sei o que são: *

	Não	Acho que não	Acho que sim	Sim
Questões Conceptuais:	☐	☐	☐	☐
Questões de Ordenação:	☐	☐	☐	☐

2. Gosto de: *

[illegible]

3. Sinto-me confortável em partilhar a minha opinião na sala de aula sobre conteúdos de Físico-Química? *

	1	2	3	4	5	6	
Não me sinto nada confortável	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Sinto-me muito confortável

2. A implementação da *Peer Instruction* tomaram as aulas de Físico-Química mais interessantes. *

Discordo totalmente 1 2 3 4 5 6 Concordo totalmente
☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐

3. Com a *Peer Instruction* senti mais vontade de participar nas aulas de Físico-Química. *

Discordo totalmente 1 2 3 4 5 6 Concordo totalmente
☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐

4. Senti mais motivação para o estudo de "Forças e fluidos" com a implementação da *Peer Instruction* nas aulas de Físico-Química. *

Discordo totalmente 1 2 3 4 5 6 Concordo totalmente
☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐

5. A *Peer Instruction* nas aulas de Físico-Química ajudou-me a consolidar aprendizagens de "Forças e fluidos". *

Discordo totalmente 1 2 3 4 5 6 Concordo totalmente
☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐

6. Gostava que a *Peer Instruction* fosse usada em mais conteúdos de Físico-Química. *

Discordo totalmente 1 2 3 4 5 6 Concordo totalmente
☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐

7. Gostava que a *Peer Instruction* fosse usada em mais disciplinas. *

	1	2	3	4	5	6	
Discordo totalmente	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Concordo totalmente

8. Agradou-me trabalhar em grupo com a *Peer Instruction*. *

	1	2	3	4	5	6	
Discordo totalmente	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Concordo totalmente

9. Agradou-me reformular a minha resposta após a discussão com os meus colegas. *

	1	2	3	4	5	6	
Discordo totalmente	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Concordo totalmente

10. Foi benéfico discutir as minhas ideias com os meus colegas. *

	1	2	3	4	5	6	
Discordo totalmente	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Concordo totalmente

11. Sinto-me mais confortável em partilhar as minhas opiniões sobre conteúdos de Físico-Química na sala de aula. *

	1	2	3	4	5	6	
Discordo totalmente	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Concordo totalmente

12. O que mais gostei da *Peer Instruction*. *

13. O que menos gostei da *Peer Instruction*. *

14. Tens sugestões de melhoria à implementação da *Peer Instruction* nas aulas de Físico-Química?
