



**Universidade do Minho**  
Escola de Psicologia

Leonor Rebelo Pereira

**Instrução, Empenho e Desempenho  
dos Alunos em Ciências**





**Universidade do Minho**  
Escola de Psicologia

Leonor Rebelo Pereira

## **Instrução, Empenho e Desempenho dos Alunos em Ciências**

Dissertação de Mestrado  
Mestrado Integrado em Psicologia

Trabalho realizado sob a orientação do  
**Professor Doutor João Arménio Lamego Lopes**  
e da  
**Professora Doutora Célia Regina Gomes Oliveira**

outubro de 2019

## **DIREITOS DE AUTOR E CONDIÇÕES DE UTILIZAÇÃO DO TRABALHO POR TERCEIROS**

Este é um trabalho académico que pode ser utilizado por terceiros desde que respeitadas as regras e boas práticas internacionalmente aceites, no que concerne aos direitos de autor e direitos conexos.

Assim, o presente trabalho pode ser utilizado nos termos previstos na licença [abaixo](#) indicada.

Caso o utilizador necessite de permissão para poder fazer um uso do trabalho em condições não previstas no licenciamento indicado, deverá contactar o autor, através do RepositóriUM da Universidade do Minho.

### ***Licença concedida aos utilizadores deste trabalho***



**Atribuição-NãoComercial-SemDerivações**

**CC BY-NC-ND**

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

## **Agradecimentos**

Ao meu orientador, Professor Doutor João Lopes, e à minha coorientadora, Professora Doutora Célia Oliveira, por toda a ajuda que me deram, por todo o conhecimento transmitido e por todas as reuniões interessantes e divertidíssimas que proporcionaram!

Aos meus colegas do grupo de investigação pelo companheirismo e entreaajuda e por todos os conselhos e críticas construtivas. Sem dúvida contribuíram imenso para o meu trabalho.

A todos os professores que fizeram parte do meu percurso, neste mestrado integrado e não só, por todo o conhecimento e experiências partilhadas que muito me enriqueceram e deram ferramentas para o futuro. Um especial agradecimento ao professor Paulo Fernandes, meu primeiro professor de Ciências, que despertou em mim o gosto por esta disciplina.

Aos meus amigos, família e namorado pelo apoio moral durante todo o processo. Com um especial agradecimento aos meus pais, avós e padrinho por fazerem com que este caminho fosse possível.

A todos, um enorme “Obrigada!”.

## **DECLARAÇÃO DE INTEGRIDADE**

Declaro ter atuado com integridade na elaboração do presente trabalho académico e confirmo que não recorri à prática de plágio nem a qualquer forma de utilização indevida ou falsificação de informações ou resultados em nenhuma das etapas conducente à sua elaboração.

Mais declaro que conheço e que respeitei o Código de Conduta Ética da Universidade do Minho.

## Instrução, Empenho e Desempenho dos Alunos em Ciências

### Resumo

O desempenho em Ciências constitui um fator muito importante para o percurso escolar. Este estudo pretendeu testar o impacto direto do tipo de instrução de professores de Ciências no desempenho dos seus alunos, bem como o impacto indireto através do empenho dos alunos. A amostra é constituída por 5116 alunos de escolas portuguesas, com idades compreendidas entre os 15 anos e os 3 meses e os 16 anos e os 2 meses. Os dados foram obtidos através do *Programme for International Student Assessment* (PISA) 2015. Foi utilizado um questionário de contexto do aluno e um teste de conhecimentos, como instrumentos para medir as variáveis de interesse. A análise multivariada de regressão revelou que a instrução centrada no professor surge positivamente associada ao desempenho e que a instrução centrada no aluno tem um efeito negativo no desempenho. Os resultados mostram também que o empenho académico, medido através de três indicadores, medeia totalmente a relação entre a instrução centrada no professor e o desempenho em Ciências. Dos três indicadores de empenho, a motivação para o desempenho e o gosto pelas Ciências estão positivamente associados ao desempenho e as atividades relacionadas com as Ciências estão negativamente associadas ao desempenho. Possíveis justificações são discutidas.

*Palavras-chave:* Construtivismo, Desempenho, Empenho, Instrução centrada no aluno, Instrução centrada no professor, PISA 2015.

## Instruction, Engagement and Students' Achievement in Science

### Abstract

Science achievement is a very important variable to students' academic life. This study intended to test the direct impact of teachers' type of instruction in science class on students' achievement, as well as the indirect impact through students' engagement. The study was composed by 5116 students from Portuguese schools with ages between 15 years and 3 months and 16 years and 2 months old. Data was obtained from the Programme for International Student Assessment (PISA) 2015. The student context questionnaire and the knowledge test were used as instruments to measure the variables of interest. The multiple linear regression analysis revealed that teacher-directed instruction is positively associated with student achievement and that inquiry-based instruction has a negative effect on student achievement. Results also indicate that student's academic engagement, measured through three indicators, fully mediates the relationship between teacher-directed instruction and science achievement. Of the three indicators used to measure engagement, achievement motivation and enjoyment of science are positively associated with achievement and science activities are negatively associated with achievement. Possible explanations for these results are discussed.

*Keywords:* Achievement, Constructivism, Engagement, Inquiry-based instruction, PISA 2015, Teacher-directed instruction.

Índice	
Introdução .....	9
Desempenho em Ciências no PISA 2015.....	9
Instrução e desempenho escolar .....	10
Instrução centrada no aluno .....	10
Instrução centrada no professor .....	12
Empenho e desempenho dos alunos .....	13
Objetivos do estudo.....	14
Método .....	14
Participantes.....	14
Instrumentos .....	15
Design .....	15
Análise de dados.....	17
Resultados.....	17
Estatísticas descritivas .....	17
Instrução do professor, empenho e desempenho do aluno em Ciências.....	19
Discussão .....	23
Abordagem de instrução do professor.....	23
Empenho do aluno.....	24
Abordagem de instrução do professor, empenho e desempenho do aluno.....	25
Nível socioeconómico do aluno.....	25
Conclusão.....	26
Limitações .....	27
Referências.....	28

## **Índice de Tabelas**

Tabela 1 .....	16
Tabela 2 .....	19
Tabela 3 .....	23

## **Índice de Figuras**

Figura 1 Coeficientes de regressão da relação direta entre a abordagem de instrução do professor e desempenho do aluno na prova de Ciências do PISA 2015.....	19
Figura 2 Coeficientes de regressão da relação direta entre o empenho do aluno e o desempenho do aluno na prova de Ciências do PISA 2015. ....	20
Figura 3 Coeficientes de regressão da relação direta entre o nível socioeconómico e o empenho e desempenho do aluno na prova de Ciências do PISA 2015.....	21
Figura 4 Diagrama do modelo de mediação dos três indicadores do empenho na relação entre o tipo de instrução do professor e o desempenho do aluno na prova de Ciências do PISA 2015. ....	22

### **Desempenho em Ciências no PISA 2015**

No *Programme for International Student Assessment (PISA) 2015*, o desempenho nas Ciências é medido através da literacia científica, definida como a capacidade de a pessoa se envolver em tarefas e ideias relacionadas com as Ciências. Uma pessoa cientificamente letrada é alguém capaz de raciocinar e produzir um discurso baseado na Ciência e na tecnologia (OECD, 2016). É por isso esperado que os alunos possuam competências para conseguir explicar fenómenos, avaliar e desenhar investigação científica e interpretar cientificamente informação e evidências (OECD, 2016). Assim, a literacia científica, para além do conhecimento dos conceitos e teorias científicas, requer conhecimento dos procedimentos e práticas associadas ao questionamento científico e de que forma estes permitem o avanço da Ciência (OECD, 2016). Desta forma, indivíduos cientificamente letrados têm conhecimento dos conceitos e ideias principais que constituem a base do pensamento científico e tecnológico, de como esse conhecimento foi obtido, e em que medida é suportado por evidência ou por explicações teóricas (OECD, 2016). O PISA dá ênfase à mestria dos processos, à compreensão dos conceitos, e à capacidade de atuar em vários tipos de situações (OECD, 2016).

Sendo uma variável muito importante para o percurso escolar do aluno (Hancock, Bray, & Nason, 2002), o desempenho pode ser medido de diversas formas (Hattie & Donoghue, 2016), nomeadamente através da literacia científica. Autores como Holbrook e Rannikmae (2009) definem a literacia científica como o desenvolvimento e capacidade de utilizar, de forma criativa e apropriada, conhecimento científico baseado em evidências para resolver problemas científicos desafiantes e significativos, assim como para tomar decisões socio-científicas responsáveis (Holbrook & Rannikmae, 2009). De acordo com alguns autores (e.g., Hattie & Donoghue, 2016), alunos considerados "ótimos" são aqueles que atingem elevados níveis de proficiência em domínios particulares.

Setenta e dois países e economias participaram no PISA 2015. Singapura foi o país com melhor resultado, alcançando uma média de 556 pontos. Portugal ocupou o 23º lugar, com uma média de 501 pontos, situando-se acima da média da OCDE (493 pontos) e evidenciando uma subida significativa em relação a 2006, ano em que apresentou uma média de 474 pontos (OECD, 2018). Relativamente a 2006, verificou-se um aumento do número de alunos acima da média e uma diminuição do número de alunos abaixo da média. Genericamente, os rapazes alcançaram melhores resultados que as raparigas.

### **Instrução e desempenho escolar**

O estilo de instrução do professor, sendo a forma como é transmitida a matéria aos alunos nas aulas, pode variar entre uma abordagem mais diretiva e centrada no professor, e uma abordagem mais construtivista e centrada no aluno. Estas abordagens ao ensino influenciam tanto o desempenho (Hancock et al., 2002) como o empenho do aluno (Hancock, Bray, & Nason, 2002; Nyutu, Cobern, & Pleasants, 2018). A literatura tem sugerido que a motivação dos alunos para aprender Ciências pode ser aumentada e melhorada quando os professores criam um currículo que se foca na conceptualização e criação de significado e relevância nas suas aulas (Singh et al., 2002), sendo que a forma como os professores ensinam Ciências está, de um modo geral, fortemente associada ao desempenho dos alunos (OECD, 2016).

Diversos autores discutem a incerteza quanto ao melhor método de instrução da disciplina de Ciências (Alfieri, Brooks, Aldrich & Tenenbaum, 2011; Jerrim, Oliver & Sims, 2019). Alguns defendem uma perspetiva mais construtivista (Kim, 2005; Wilson, Taylor, Kowalski, & Carlson, 2010; Lane & Harris, 2015; Briede, 2016; Mikeska et al., 2017), outros uma perspetiva mais diretiva (Alfieri et al., 2011; Sweller, 2011; Morán et al., 2017) e outros ainda, defendem ambas (Hancock et al., 2002; Gao, 2014). Por exemplo, Hancock e colaboradores (2002) verificaram que, embora todos os participantes do seu estudo tenham mostrado maior motivação num contexto de instrução centrada no aluno, dois resultados se diferenciaram: alunos com melhor rendimento tiveram melhores resultados quando inseridos num contexto de instrução centrada no aluno, e alunos com pior rendimento tiveram melhores resultados quando inseridos num contexto de instrução centrada no professor (Hancock et al., 2002). Hancock e colaboradores (2002) sugerem, por isso, que o efeito do estilo de instrução no desempenho dos alunos não é universal e que depende da interação de diversos fatores. Também Gao (2014), verificou que o efeito da instrução centrada no aluno, no desempenho em Ciências, depende de diversas variáveis, nomeadamente de questões culturais, não tendo uma relação linear com o desempenho de todos os alunos. Morán e colaboradores (2017) verificaram que, quando controlado o nível socioeconómico e cultural, a instrução centrada no professor deixava de ter influência no desempenho do aluno.

### **Instrução centrada no aluno**

A abordagem centrada no aluno insere-se num tipo de instrução que visa uma “aprendizagem por descoberta” (Veiga, Conboy, Ortiz, Carvalho & Galvão, 2016), podendo também ser referida como instrução construtivista ou instrução por questionamento.

O princípio subjacente à instrução centrada no aluno, como um método para facilitar a aprendizagem, é o de que os alunos constroem a sua capacidade de desenvolver questões e encontrar

respostas através de pesquisa, experimentação ou ambas (Frisch et al., 2018). Este processo é realizado num ambiente de sala de aula pouco estruturado, no qual os alunos influenciam o tempo e a natureza da instrução, a organização das tarefas de aprendizagem, e se envolvem em trocas de ideias (Hancock et al., 2002). Na instrução centrada no aluno, é enfatizada a participação ativa dos alunos no processo de aprendizagem, assim como o envolvimento na formação de argumentos, expressão de pensamentos, e negociação de diferentes opiniões no processo de desenvolvimento do conhecimento (Hwang, Choi, Bae, & Shin, 2018). É, também, esperado que o aluno faça mais do que reproduzir e repetir o que aprendeu (Hwang et al., 2018).

A educação em Ciências, tecnologia, engenharia e matemática (STEM) tem procurado aumentar a ênfase no questionamento, sendo que, nos últimos 30 anos, têm sido desenvolvidos esforços a nível mundial para estimular este estilo de instrução (Frisch et al., 2018). Mccauley e colaboradores (2017), por exemplo, descrevem o currículo construtivista da disciplina de Ciências, adotado na Irlanda, como um currículo que enfatiza a autonomia, atividades de questionamento indutivo e criatividade, e no qual os alunos devem planejar, desenhar e realizar investigação, para aprenderem e compreenderem a Ciência (Mccauley, Gomes, & Davison, 2017). Nesta abordagem, os alunos estão, por norma, no centro do processo de ensino e aprendizagem, sendo o papel do professor guiá-los ao longo do processo de construção do conhecimento, à medida que vão criando significados e estabelecendo o ambiente de aprendizagem (Uredi, 2015). É papel do professor criar oportunidades para que os alunos adquiram conhecimentos através da investigação, não fornecendo este conhecimento diretamente (Jerrim et al., 2019).

Numa investigação sobre as estratégias usadas na sala de aula, Uredi (2015) verificou que a maioria dos professores não utilizava unicamente estratégias construtivistas. Briede (2016), verificou que as abordagens dos professores tendem a aproximar-se mais de uma abordagem de ensino centrado no aluno do que de uma abordagem centrada no professor. Kim (2005), concluiu que a instrução centrada no aluno leva a melhores resultados que a instrução centrada no professor.

Embora haja uma vasta literatura que defende a perspetiva construtivista, há autores que se mostram reticentes quanto aos benefícios desta abordagem. Jerrim e colaboradores (2019), por exemplo, verificaram que embora a utilização de uma abordagem centrada no aluno tenha apresentado efeito nos resultados escolares dos alunos, este efeito revelou-se muito fraco. Os autores explicam esse resultado com base na Teoria da Carga Cognitiva de Sweller (2011). De acordo com esta teoria, os alunos, para aprenderem, necessitam de processar a informação, fazendo uso da memória de trabalho, sendo este tipo de memória limitado na sua capacidade. Desta forma, um excesso de conteúdo processado

simultaneamente poderá comprometer o processamento da informação, prejudicando a aprendizagem eficaz do aluno (Sweller, 2011; Jerrim et al., 2019).

Já Hwang e colaboradores (2015), num estudo com dados do PISA 2012 e 2015, verificaram que, em geral, é de esperar que os resultados de literacia científica dos alunos baixem, à medida que a frequência da instrução por questionamento aumenta (Hwang et al., 2018). Também Areepattamannil (2012) verificou que o desempenho em Ciências é negativamente afetado pela utilização de uma instrução construtivista que utiliza métodos como a investigação e atividades práticas realizadas pelos alunos (Areepattamannil, 2012).

### **Instrução centrada no professor**

A instrução centrada no professor, também referida como instrução diretiva, é caracterizada por um ambiente altamente estruturado, no qual o professor organiza as tarefas de aprendizagem, apresenta material de acordo com os seus objetivos e estabelece o tempo e os métodos necessários para que a instrução ocorra (Hancock et al., 2002). Trata-se de uma abordagem na qual o professor é quem fala a maior parte do tempo, sendo esperado que os alunos estejam calmamente sentados, tirem notas e aprendam a partir do que o professor ensina (Hwang et al., 2018).

Genericamente, os dados do PISA 2015 sugerem que os professores de Ciências usam estratégias diretivas, mais frequentemente do que qualquer outro estilo de instrução, possivelmente por esta abordagem consumir menos tempo e ser mais fácil de implementar (OECD, 2016). Herman, Osmundson & Silver, (2010) e Mikeska et al. (2017) verificaram que os professores, embora colocassem questões, tinham dificuldade em analisar e interpretar as respostas dos alunos e raramente formulavam os passos seguintes para preencher as falhas dos conhecimentos dos alunos (Mikeska et al., 2017). Para além disso, a utilização de uma abordagem centrada no professor pode ser mais rentável do que a instrução centrada no aluno, uma vez que a informação é transmitida de forma mais direta, poupando tempo (Alfieri et al., 2011; Hattie & Donoghue, 2016).

Numa investigação com dados relativos aos dez países com melhores resultados no PISA 2015, Lau e Lam (2017) verificaram um grande uso da instrução centrada no professor. Com a exceção do Japão e da Coreia, os restantes oito países utilizavam uma abordagem centrada no professor, havendo a realização de debates dirigidos pelo professor, na aula de Ciências, para facilitar a aprendizagem. Este tipo de instrução surgiu positivamente associada ao desempenho dos alunos em todos os países (Lau & Lam, 2017).

Num estudo de meta-análise, Alfieri e colaboradores (2011) verificaram que uma abordagem de instrução mais diretiva levava a melhores resultados em alunos que se encontram num ciclo escolar mais

precoce. Estes autores defendem que o ensino centrado no professor, por comparação com a abordagem centrada no aluno, constitui uma melhor abordagem para alunos adolescentes, uma vez que, estando estes no início da sua aquisição do conhecimento na disciplina de Ciências, apresentam ainda uma falta de domínio na procura de informação, que tem de ser treinada (Alfieri et al., 2011).

### **Empenho e desempenho dos alunos**

De acordo com a literatura, o empenho é uma variável importante para o desempenho académico (Fredricks, Blumenfeld, & Paris, 2004; Glanville & Wildhagen, 2007; Finn & Zimmer, 2012), nomeadamente em Ciências (Singh et al., 2002). O conceito de empenho refere-se ao envolvimento comportamental e psicológico do aluno com o contexto escolar e seus agentes (Glanville & Wildhagen, 2007). A nível escolar, o empenho tem suscitado grande interesse por ser considerado uma variável chave para melhorar os níveis de desempenho académico (Fredricks et al., 2004). Alunos que demonstram empenho, prestando atenção nas aulas, fazendo os trabalhos de casa, indo preparados para a aula e participando em atividades académicas, obtêm melhores resultados escolares do que alunos menos empenhados (Christenson, Reschly & Wylie, 2012).

Embora haja um grande número de estudos que enfatizam a importância do empenho escolar, há ainda pouco consenso sobre o que é, de facto, o empenho, tanto a nível de definição, como de medição (Jimerson, Campos, & Greif, 2003; Christenson et al., 2012). Sendo um construto de difícil operacionalização (Moreira et al., 2018), o empenho é por norma concebido numa perspetiva multifatorial, dividindo-se em empenho cognitivo, emocional e comportamental (Fredricks et al., 2004). O empenho cognitivo traduz a ideia de investimento, e incorpora conceitos como ponderação e vontade de exercer o esforço necessário para compreender ideias complexas e dominar tarefas complicadas (Fredricks et al., 2004). O empenho emocional traduz-se em reações emocionais positivas e negativas do aluno relativamente a todo o ambiente escolar e pessoas que o constituem, valores e interesse. Presume-se que seja este o tipo de empenho que influencia a vontade de trabalhar e que faz com que o aluno crie laços com a instituição (Fredricks et al., 2004). Por fim, o empenho comportamental refere-se às ações e realização observável do aluno (Jimerson et al., 2003), transmitindo a ideia de participação e incluindo conceitos como o envolvimento em atividades, tanto académicas como extracurriculares, considerado fundamental para que o aluno atinja resultados académicos positivos e não desista da escola (Fredricks et al., 2004).

Embora esta seja a operacionalização mais aceite, é difícil diferenciar os três níveis do empenho, havendo circunstâncias em que estas dimensões se sobrepõem (Jimerson et al., 2003). Numa revisão da

literatura referente ao empenho, Jimerson e colaboradores (2003), verificaram que, dos quarenta e cinco artigos examinados, trinta e um não apresentavam uma definição explícita do empenho.

Precisamente por não haver uma divisão formal do empenho, são muitas as variáveis que constituem indicadores deste construto. A motivação, por exemplo, apresenta uma relação de reciprocidade com o empenho (Singh et al., 2002), constituindo, assim, um bom indicador desta variável. A motivação para o desempenho refere-se à motivação relacionada com a realização em tarefas para as quais existem critérios de avaliação de sucesso ou insucesso, sendo que a competência do aluno surge como parte crucial deste indicador do empenho (Wigfield & Cambria, 2010). Esta medida da motivação para a realização fornece informação útil relativamente aos objetivos que os alunos estabelecem para si (OECD, 2017) e surge, na literatura, com influência no desempenho do aluno (Liu & Chiang, 2019). Também o gosto pelas Ciências surge, na literatura, associado ao empenho relativo aos conteúdos científicos (Areepattamannil et al., 2010; Ainley & Ainley, 2011; Grabau & Ma, 2017) e corresponde ao interesse e diversão que os alunos percecionam ao aprender Ciências (OECD, 2016). Para além destas variáveis, também as atividades relacionadas com as Ciências, constituem um bom indicador do empenho, sendo definidas como atividades extracurriculares, relacionadas com a disciplina de Ciências, que o aluno realiza por iniciativa própria (OECD, 2016; Grabau & Ma, 2017).

### **Objetivos do estudo**

O objetivo principal deste estudo é analisar a relação entre o tipo de instrução adotado pelos professores e o desempenho dos alunos na prova de Ciências do PISA 2015, mediada pelo empenho dos alunos. Para tal, irá testar-se um modelo teórico, no qual se postula que a relação entre o tipo de instrução, centrado no professor ou centrado no aluno, e o desempenho do aluno, poderá ser mediada pelo empenho. Pretende-se assim testar o impacto direto do tipo de instrução no desempenho dos alunos, bem como o impacto indireto, mediado pelo empenho.

### Método

#### **Participantes**

A seleção dos participantes foi realizada através de um processo de amostragem aleatória multietapa. Este processo tem como objetivo garantir que a amostra em estudo é representativa da população-alvo de cada país e economia participante. Assim, o alvo do estudo é um conjunto de alunos entre os 15 anos e 3 meses e os 16 anos e 2 meses de idade, que se encontravam entre o 7º ano e o 12º ano de escolaridade no ano letivo de 2014/2015. Estes alunos devem ter completado pelo menos 6 anos de ensino formal, independentemente da sua instituição de ensino, estarem presentes num ensino a tempo

inteiro ou parcial, inserirem-se em programas académicos ou vocacionais ou frequentarem escolas públicas, privadas ou internacionais dentro do país (IAVE, 2016; OCDE, 2016). Em Portugal, a população de estudo foi dividida em estratos (unidades territoriais NUTS III e natureza administrativa das escolas). Da amostra fizeram parte 246 escolas (222 públicas e 24 particulares e cooperativas), 4228 professores e 7325 alunos (IAVE, 2016). Para efeitos deste estudo, a amostra inicial é constituída pelos 7325 alunos (3651 raparigas e 3674 rapazes).

### **Instrumentos**

O PISA (*Programme for International Student Assessment*) é um estudo conduzido pela OCDE (Organização para a cooperação e desenvolvimento económico) que avalia a literacia ao nível das Ciências, Matemática e Leitura dos estudantes a nível mundial (IAVE, 2016). Sendo realizado trianualmente, a cada ciclo, o PISA debruça-se maioritariamente sobre um destes três domínios de conhecimento. Em 2015, ano do 6º ciclo em que o PISA foi realizado, foram as Ciências o domínio em destaque. Nesse ano, surgiu um novo domínio, alvo de avaliação: a resolução colaborativa de problemas. Foi também neste ciclo que o PISA introduziu em larga escala a aplicação dos testes e questionários em computador, a que Portugal aderiu (IAVE, 2016). O PISA 2015 é constituído por um conjunto de questionários de contexto, preenchidos por diretores, professores, alunos e pais, bem como por um teste de conhecimentos e de competências em Matemática, Leitura e Ciências, respondido pelos alunos.

Após o preenchimento dos testes e questionários, as respostas dos sujeitos foram inseridas na base de dados do software IBM SPSS *Statistics*. No presente estudo, foi utilizada a base de dados das respostas fornecidas pelos alunos. Foram analisados dados referentes ao questionário de contexto, do qual se retirou as variáveis “instrução do professor” e “empenho”, e ao teste de conhecimento científico, do qual foram extraídos os valores do desempenho do aluno.

O site da OECD disponibiliza todos os questionários utilizados, assim como as bases de dados com todos os resultados. Estes recursos estão disponíveis no site da OCDE em: <http://www.oecd.org/pisa/data/2015database/>.

### **Design**

O presente estudo tem um design quantitativo não experimental, de natureza correlacional.

A tabela 1 apresenta exemplos das questões utilizadas para medir as variáveis independentes – exógenas e endógenas – do modelo em estudo.

Tabela 1

*Variáveis independentes – exógenas e endógenas – em estudo e questões exemplo associadas.*

Variável	Designação	Indicadores	Questões
Independente (Variável independente exógena)	Instrução do Professor	Instrução centrada no professor	“Com que frequência isto acontece nas aulas de Ciências? O professor demonstra uma ideia”
		Instrução centrada no aluno	“Durante a aula de Ciências: Os alunos têm oportunidade de expor as suas ideias”
Mediadora (Variável independente endógena)	Empenho do aluno	Motivação para o desempenho	“Concordas ou discordas das seguintes afirmações? Vejo-me como uma pessoa ambiciosa”
		Gosto pelas Ciências	“Concordas ou discordas das seguintes afirmações? Gosto de ler sobre Ciências”
		Actividades relacionadas com as Ciências	“Com que frequência fazes as seguintes coisas? Vejo programas de televisão sobre Ciências”

As variáveis independentes e as variáveis mediadoras constituem variáveis latentes, sendo medidas através de um conjunto de itens com uma modalidade de resposta múltipla, através de uma escala tipo *Likert* de quatro níveis. Estas variáveis medem a percepção do aluno face ao que é questionado.

A variável dependente, desempenho do aluno, é medida através da variável “Valor Plausível 1 em Ciências”. Esta variável é traduzida por valores plausíveis e trata-se de uma estimativa, uma vez que cada aluno completou apenas uma fração de todos os itens, dependendo de qual o teste que lhe foi aleatoriamente atribuído (OCDE, 2016).

O nível socioeconómico da família, que é referenciado na literatura como uma variável com impacto significativo no desempenho académico dos alunos (Chung, 2015; Çiftçi & Cin, 2017), é utilizado no modelo como variável de controlo (“*Status* económico, social e cultural”, retirada do questionário de contexto dirigido ao aluno). Esta variável, deriva de três variáveis relacionadas com o *background* familiar: nível de escolaridade mais elevado dos pais, atividade profissional dos pais e bens domésticos (OCDE, 2016), sendo apontada na literatura como a melhor variável para medir o nível socioeconómico (Lee, Zhang & Stankov, 2019).

### **Análise de dados**

Para a análise de dados foram utilizados os softwares IBM SPSS *Statistics* e IBM SPSS AMOS.

Inicialmente, foi atribuída uma ordem aos casos, uma vez que na base de dados os sujeitos não se encontravam ordenados.

De seguida, foi feita a análise estatística descritiva das frequências para deteção de casos omissos. Surgiram 4327 valores omissos no tipo de instrução (2161 na variável “instrução centrada no professor” e 2166 na variável “instrução centrada no aluno”), que foram eliminados. O empenho apresentou um total de 652 valores omissos (118 na variável “motivação para o desempenho”, 265 na variável “gosto pelas Ciências” e 269 na variável “atividades relacionadas com as Ciências”). Também o “*status* económico, social e cultural” apresentou valores omissos, com um total de 100 casos. Para o empenho e nível socioeconómico, procedeu-se à análise dos valores omissos. O teste de *Little* (1988) mostra que os valores estão omissos completamente ao acaso (teste MCAR),  $\chi^2(16, N = 752) = 21.75, p = .151$ , tendo-se procedido a uma imputação de valores omissos através do método “Expectation Maximization”.

Como resultado deste procedimento, a amostra final é constituída por um total de 5116 sujeitos, 2358 do sexo feminino e 2758 do sexo masculino. Com a base de dados livre de casos omissos, procedeu-se à análise multivariada de regressão, através do software IBM SPSS AMOS, de forma a testar o modelo de mediação proposto.

### **Questões éticas**

Uma vez que os dados já se encontravam recolhidos e tratados à data de início do presente estudo, todas as questões éticas já se encontravam previamente controladas.

## Resultados

### **Estatísticas descritivas**

Relativamente ao desempenho dos alunos na prova de conhecimentos do PISA 2015, segundo a análise dos resultados feita e relatada no relatório do PISA 2015 elaborado pelo IAVE, Portugal apresentou

## INSTRUÇÃO, EMPENHO E DESEMPENHO

uma média de 501 pontos com um erro padrão de 2.43 pontos. Assim, a média nacional, com um intervalo de confiança de 95%, varia entre os 496 e os 506 pontos. A margem de erro para este nível de confiança é de aproximadamente cinco pontos (IAVE, 2016). Com este resultado, Portugal situa-se acima da média da OCDE que apresentou uma média de 493 pontos.

No presente estudo, Portugal apresentou uma média de cerca de 489 pontos ( $DP = 93,3$ ) com uma pontuação mínima de 195,8 e máxima de 781,9 pontos numa escala de 1000 pontos. Tal como referido na metodologia deste estudo, o desempenho do aluno foi medido através da variável “Valor Plausível 1 em Ciências”, selecionada de um conjunto de dez valores plausíveis. A diferença entre a média obtida no presente estudo e a média obtida na análise feita pela OCDE prende-se no facto de, no presente estudo, apenas ter sido utilizado um valor plausível. Ao ser feita a análise com apenas um valor plausível, obteve-se uma média ligeiramente diferente face à análise do desempenho do aluno através dos dez valores plausíveis. Desta forma, a tabela 2 apresenta as estatísticas descritivas das variáveis utilizadas no presente estudo.

Relativamente à análise do questionário de contexto do aluno, é possível observar que a média de cada variável não corresponde aos valores da escala de Likert – 1 a 4 – apresentada no questionário. Tal acontece porque as escalas de medição destes itens foram transformadas em escalas com média de 0 e desvio padrão de 1. Isto foi feito de forma a uniformizar os resultados para todos os países da OCDE. Assim, uma média com valores negativos não significa que os alunos responderam negativamente à questão, mas sim que responderam menos positivamente do que a média dos alunos dos países da OCDE. Da mesma forma, alunos com valores positivos responderam mais positivamente do que a média dos alunos dos países da OCDE (OECD, 2017).

Os resultados mostram, de uma forma geral, que os alunos percebem que os professores utilizam uma abordagem diretiva (centrada no professor) com maior frequência. Relativamente ao empenho, os alunos apresentaram valores mais altos no gosto pelas Ciências e nas atividades relacionadas com as Ciências, sendo a motivação para o desempenho percebida pelos alunos como ocorrendo menos vezes.

Tabela 2

*Estatísticas descritivas das variáveis em estudo.*

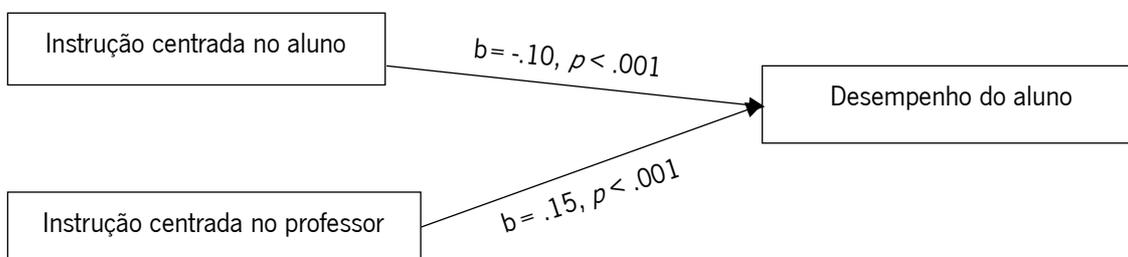
Variável	N	M (DP)	Mediana
Instrução centrada no aluno	5116	.31 (1.03)	.24
Instrução centrada no professor	5116	.34 (1.09)	.45
Gosto pelas Ciências	5116	.46 (.94)	.51
Actividades relacionadas com as Ciências	5116	.38 (1.11)	.51
Motivação para o desempenho	5116	.12 (.89)	.01
Desempenho em Ciências	5116	492.54 (96.67)	492.82

### Instrução do professor, empenho e desempenho do aluno em Ciências

As relações entre a instrução do professor, o empenho do aluno e o desempenho do aluno foram testadas através de um modelo de mediação no qual a abordagem de instrução do professor na sala de aula foi utilizada como preditor do desempenho do aluno em Ciências, sendo o empenho do aluno utilizado como variável mediadora.

Os testes da hipótese de colinearidade dos dados indicaram que a multicolinearidade não é uma preocupação neste estudo (Instrução centrada no aluno, Tolerância = 1, VIF = 1; Instrução centrada no professor, Tolerância = 1, VIF = 1).

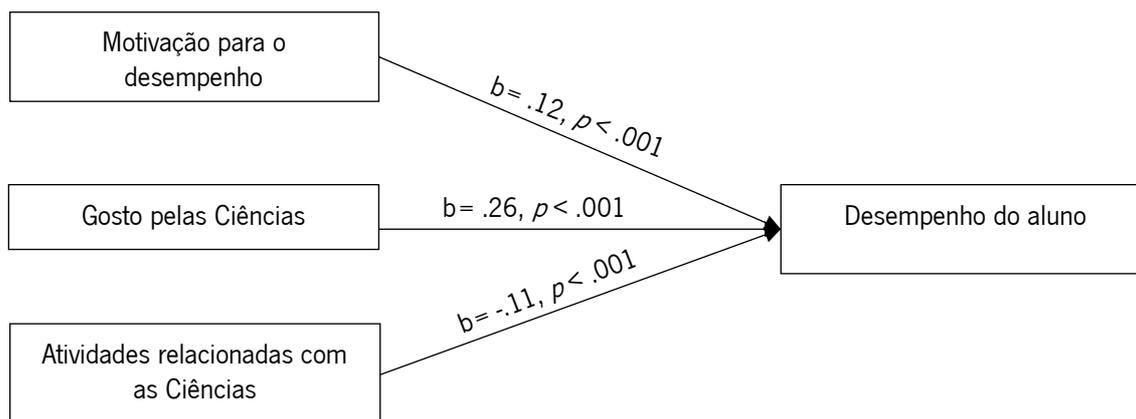
A figura 1 ilustra a relação direta entre a abordagem de instrução do professor e o desempenho do aluno em Ciências. A análise dos coeficientes de regressão permite verificar que uma abordagem de instrução mais construtivista está associada a uma descida nos resultados dos alunos e uma abordagem de instrução mais diretiva está associada a um melhor desempenho. A análise da relação direta entre a instrução do professor e o desempenho do aluno indicou que o modelo é significativo apresentando uma variância explicada de 2%.



*Figura 1* Coeficientes de regressão da relação direta entre a abordagem de instrução do professor – instrução centrada no aluno e instrução centrada no professor – e o desempenho do aluno na prova de Ciências do PISA 2015.

## INSTRUÇÃO, EMPENHO E DESEMPENHO

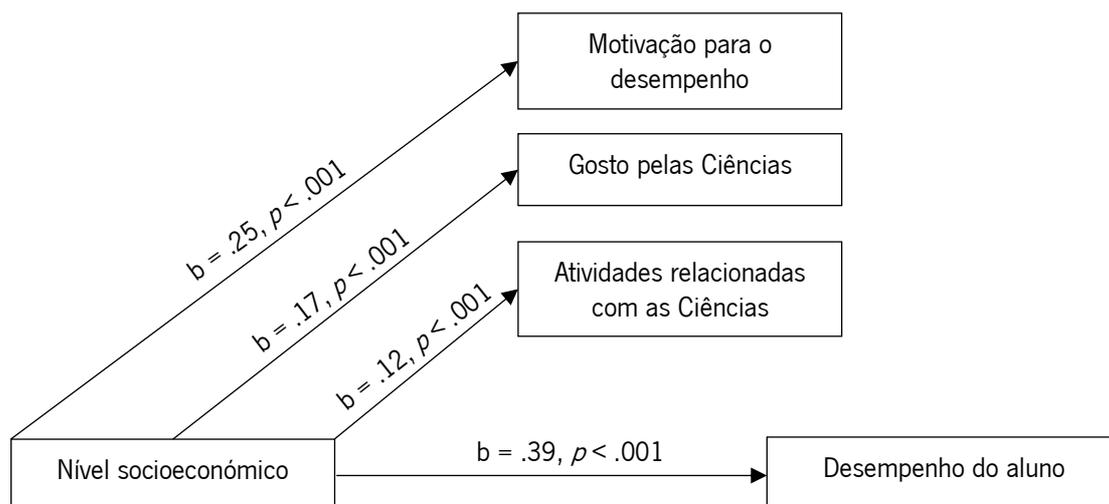
Após a análise dos coeficientes de regressão, foi testada a covariância entre o empenho do aluno – através das variáveis “motivação para o desempenho”, “gosto pelas Ciências” e “atividades relacionadas com as Ciências” – e o desempenho do aluno. A figura 2 ilustra a relação direta entre o empenho e o desempenho do aluno. A análise destes resultados permite observar que o gosto pelas Ciências e a motivação para o desempenho têm um impacto positivo no desempenho do aluno e que as atividades relacionadas com as Ciências têm efeito negativo nos resultados escolares dos alunos.



*Figura 2* Coeficientes de regressão da relação direta entre o empenho do aluno – motivação para o desempenho, gosto pelas Ciências e atividades relacionadas com as Ciências – e o desempenho do aluno na prova de Ciências do PISA 2015.

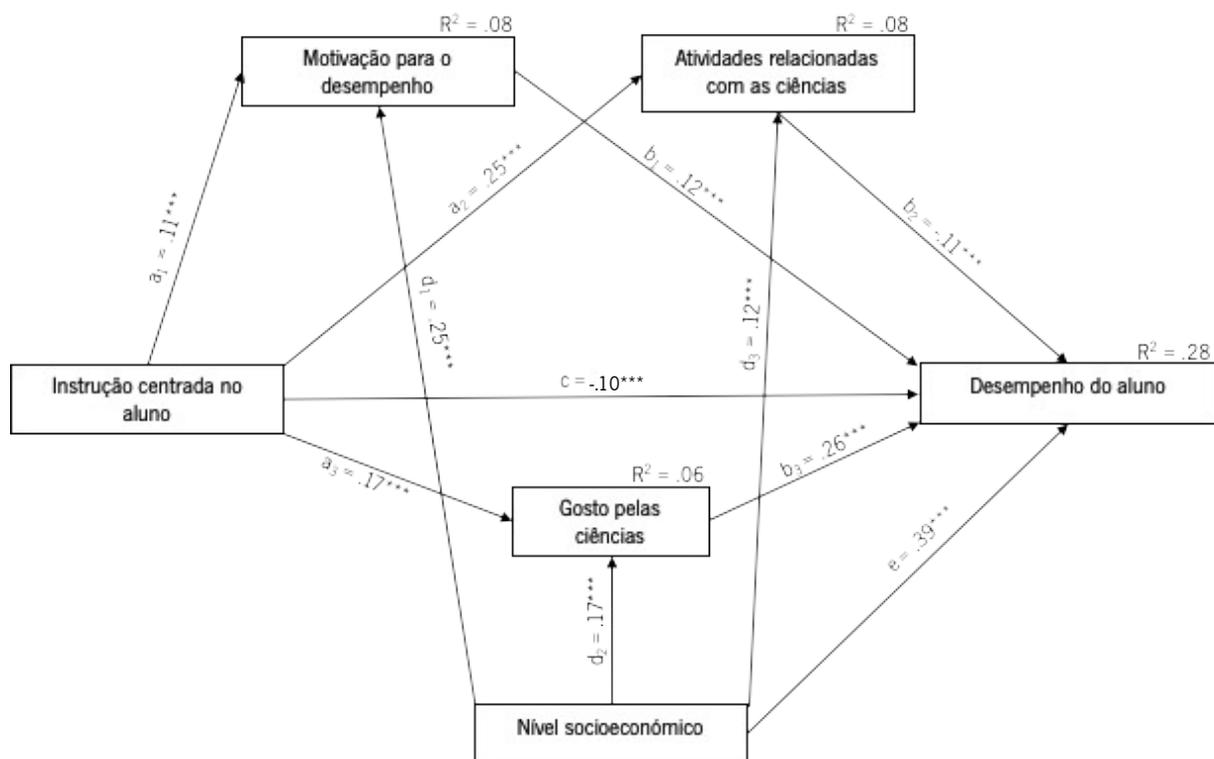
A introdução da variável mediadora – empenho do aluno – produziu um efeito de mediação total entre a instrução centrada no professor e o desempenho do aluno. Isto significa que esta abordagem de ensino deixa de ter influência no desempenho, quando o empenho do aluno é tido em conta. Por conseguinte, a instrução centrada no professor foi retirada do modelo. Com a eliminação desta variável, testou-se o modelo apenas com a variável “instrução centrada no aluno” como variável independente, verificando-se que todos os valores se mantiveram significativos e praticamente inalterados. Este modelo explica 14% da variância do desempenho.

O nível socioeconómico, foi incluído no modelo, como variável de controlo. A figura 3 ilustra a relação direta entre o nível socioeconómico da família do aluno e o empenho e desempenho do aluno. A inclusão desta variável aumentou para 25% a percentagem de variância explicada pelo modelo, sendo esta a variável que, isoladamente, melhor explica o desempenho.



*Figura 3* Coeficientes de regressão da relação direta entre o nível socioeconómico e o empenho – motivação para o desempenho, gosto pelas Ciências e atividades relacionadas com as Ciências – e o desempenho do aluno na prova de Ciências do PISA 2015.

A figura 4 ilustra o modelo de mediação estatístico final com todas as variáveis e valores estandardizados.



*Figura 4* Diagrama do modelo de mediação dos três indicadores do empenho na relação entre o tipo de instrução do professor e o desempenho do aluno na prova de Ciências do PISA 2015. Os coeficientes de correlação e de regressão encontram-se estandardizados;  $R^2$  – percentagem da variância explicada pelas variáveis independentes exógena e endógenas;  $a_n$  – efeito direto da instrução centrada no aluno no empenho do aluno;  $b_n$  – efeito direto do empenho do aluno no desempenho do aluno;  $c$  – efeito direto da instrução centrada no aluno no desempenho do aluno;  $d$  – efeito direto do nível socioeconómico no empenho do aluno;  $e_n$  – efeito direto do nível socioeconómico no desempenho do aluno. \*\*\* $p < .001$ .

Após as análises referidas, procedeu-se à análise dos valores de ajustamento do modelo, através da tabela “*Model Fit Summary – RMSEA*”. Com base nesta análise, foi possível verificar que o modelo não se ajustou aos dados e, por isso, procedeu-se ao ajustamento dos erros, fazendo-os co-variarem, tendo-se obtido um modelo saturado, isto é, com zero graus de liberdade. Com o modelo saturado, repetiu-se a análise dos valores de ajustamento do modelo concluindo-se, mais uma vez, que o modelo não é ajustado aos dados. A tabela 3 apresenta os valores de ajustamento do modelo saturado.

Tabela 3

*Model Fit Summary – RMSEA*

Modelo	RMSEA	LO 90	HI 90	PCLOSE
Modelo Independente	.228	.222	.234	.000

## Discussão

Este estudo teve como objetivo (a) analisar a relação direta entre o tipo de instrução utilizada pelo professor na aula de Ciências e o desempenho do aluno e (b) a relação indireta entre o tipo de instrução do professor e o desempenho do aluno, mediada pelo empenho do aluno.

Os resultados do presente estudo sugerem que a abordagem de instrução centrada no professor conduz a melhores resultados dos alunos. Também o empenho do aluno, através da motivação para o desempenho e do gosto pelas Ciências, leva a um melhor desempenho do aluno em Ciências. O nível socioeconómico revelou-se um bom preditor tanto do empenho como do desempenho do aluno em Ciências.

**Abordagem de instrução do professor**

A análise da relação entre a abordagem de instrução utilizada pelo professor na aula de Ciências e o desempenho do aluno indica que a instrução centrada no professor está associada a melhores resultados por parte dos alunos. A instrução centrada no aluno, para além de levar a piores resultados quando comparada com a instrução centrada no professor, surge também negativamente associada ao desempenho dos alunos.

Aparentemente, quanto mais construtivista a abordagem adotada pelo professor piores são os resultados na prova de Ciências do PISA 2015. O efeito negativo da instrução centrada no aluno poderá ser interpretado, por exemplo, em função do momento da vida do aluno em que este tipo de instrução é utilizado. Alfieri e colaboradores (2011) e Hattie e Donoghue (2016) referem que a utilização de métodos baseados na apresentação de problemas, quando o aluno ainda está na adolescência e no início da sua aprendizagem, neste caso na disciplina de Ciências, está associada a baixo rendimento. Desta forma, a utilização de uma abordagem por questionamento, que incita o aluno a procurar informação, pode levar a que este cometa mais erros e incorpore conteúdos irrelevantes na sua construção do conhecimento, devido à falta de saber e experiência (Alfieri et al., 2011; Hattie & Donoghue, 2016).

A análise do modelo indica que a instrução centrada no aluno tem um impacto positivo significativo nas três dimensões do empenho do aluno – motivação para o desempenho, gosto pelas Ciências e

atividades relacionadas com as Ciências. Este resultado indica que, embora a instrução centrada no aluno não tenha um efeito positivo no desempenho, leva a que os alunos se sintam mais motivados para ter um bom desempenho académico, de que gostam de aprender Ciências e de que realizam atividades extracurriculares que estão relacionadas com esta disciplina. Mayer (2004) considera que este tipo de instrução leva a maiores níveis de empenho nos alunos, por comparação com uma instrução mais diretiva. No entanto, esta abordagem não garante que os alunos estejam empenhados o suficiente para incorporar os conteúdos de forma independente (Mayer, 2004; Alfieri et al., 2011).

### **Empenho do aluno**

Ao nível do empenho do aluno, os resultados indicam que a motivação para o desempenho e o gosto pelas Ciências influenciam positivamente os resultados em Ciências. Já as atividades relacionadas com as Ciências surgem associadas a um declínio no desempenho do aluno.

Os itens utilizados para medir a motivação para o desempenho questionam o aluno sobre a sua percepção de que é uma pessoa ambiciosa, demonstra vontade em ser o melhor aluno da turma e quer ter as melhores oportunidades quando terminar a escola. Com base nos resultados, é então possível concluir que alunos que percebem estes comportamentos como algo muito presente nas suas vidas, apresentam melhores resultados ao nível do desempenho. Da mesma forma, a relação, encontrada neste estudo, entre o gosto pelas Ciências – medido através do interesse e diversão ao aprender e realizar trabalhos em Ciências e gosto em ler sobre conteúdos científicos – e o desempenho, indica que quanto mais os alunos apresentam estes comportamentos, melhor é o seu desempenho em Ciências. Estes resultados são congruentes com o que é apresentado na literatura relativamente à influência do gosto pelas Ciências (Areepattamannil et al., 2010) e da motivação para o desempenho (Surayanah & Karma, 2018; Liu & Chiang, 2019) no desempenho do aluno. Numa investigação com dados do PISA 2006, Areepattamannil e colaboradores (2010) verificaram que o gosto pelas Ciências apresentou um efeito considerável no desempenho em Ciências dos adolescentes, sugerindo que adolescentes que reportavam níveis mais altos de gosto pelas Ciências tinham melhor desempenho em Ciências do que alunos que reportaram níveis mais baixos de gosto por esta disciplina. Já Surayanah e Karma (2018), num estudo com alunos do 7º ano, verificaram que a motivação para o desempenho apresentava influência positiva e significativa no desempenho dos alunos em Ciências.

Pelo contrário, como já referido, as atividades relacionadas com as Ciências surgem como uma variável com impacto negativo no desempenho dos alunos. Algumas atividades relacionadas com as Ciências realizadas pelos alunos passam por ver programas televisivos, ler livros, revistas e *websites* com conteúdos científicos, participar em clubes de Ciências, simular fenómenos naturais e processos técnicos

em programas de computador e seguir *websites* de organizações ecológicas. Alunos que referem realizar mais atividades relacionadas com as Ciências, apresentam piores resultados ao nível do desempenho. Este resultado, aparentemente contraintuitivo, pode ser justificado pelo facto de estas atividades poderem constituir uma fonte de informação incongruente por se tratar de um conteúdo diferente daquele que o aluno deve saber na disciplina de Ciências. Esta incompatibilidade entre as atividades realizadas e a matéria do currículo da disciplina de Ciências poderá levar a que o aluno não seja capaz de interligar os conhecimentos e perceber a sua aplicabilidade (Hattie & Donoghue, 2016).

### **Abordagem de instrução do professor, empenho e desempenho do aluno**

Ao analisar os resultados obtidos, é possível verificar que, quando se junta o empenho do aluno à relação entre o tipo de instrução e o desempenho, dois resultados se destacam: (1) ocorre um efeito de mediação total entre a instrução centrada no professor e o desempenho do aluno, provocado pelo empenho e (2) a instrução centrada no aluno mantém o seu efeito negativo no desempenho do aluno. O empenho revela-se, por isso, uma variável que anula o poder preditivo da instrução centrada no professor, relativamente ao desempenho do aluno.

O facto de a instrução centrada no aluno manter o efeito negativo no desempenho, mostra também que, mesmo tendo em conta o empenho do aluno, a instrução centrada no aluno continua associada a piores resultados, sugerindo que, independentemente de quão empenhado o aluno esteja, o seu desempenho será mais fraco quando o professor utiliza uma instrução centrada no aluno. A literatura sobre a relação entre a instrução centrada no aluno e o desempenho (Hwang et al., 2018; Jerrim et al., 2019) sugere, precisamente, que a instrução centrada no aluno é menos eficaz no que diz respeito aos resultados académicos. A relação negativa entre a instrução centrada no aluno e o desempenho, tendo também em conta o empenho, pode mais uma vez ser explicado pelo facto de os alunos não estarem preparados para construir ativamente o seu conhecimento em Ciências, face ao momento de aprendizagem em que se encontram, por muito motivados que estejam (Hattie & Donoghue, 2016).

### **Nível socioeconómico do aluno**

O nível socioeconómico apresenta uma relação positiva com o desempenho, sendo esta a relação mais significativa no modelo. Uma vasta literatura aponta o nível socioeconómico da família do aluno como um importante preditor do desempenho escolar (Chung, 2015; Çiftçi & Cin, 2017; Morán et al., 2017). Segundo Chung (2015), a relação positiva entre o nível socioeconómico e o desempenho do aluno pode ser justificada pelo facto de famílias com baixo nível socioeconómico, apresentando um baixo rendimento, estão frequentemente associadas a um baixo nível educacional dos pais. Para estas famílias, a possibilidade de acesso a uma rede de suporte social e recursos educacionais – como livros – é mais

reduzida. Esta condição familiar pode, por sua vez, colocar o aluno em desvantagem e até em risco de apresentar outros problemas a nível académico, para além do baixo rendimento (Chung, 2015).

Os resultados mostram ainda que o nível socioeconómico tem um efeito positivo nas três dimensões do empenho – motivação para o desempenho, gosto pelas Ciências e atividades relacionadas com as Ciências. Este resultado é congruente com a literatura especializada, a qual sugere uma importante influência do nível socioeconómico no empenho do aluno (Eccles, 2007; Juan, Reddy, Zuze, Namome & Hannan, 2016; Liu & Chiang, 2019).

A influência positiva do nível socioeconómico na motivação para o desempenho e atividades realizadas pelo aluno, pode ser interpretada com base na discussão feita por Eccles (2007) sobre o efeito dos recursos disponibilizados em casa na motivação do aluno para aprender e realizar atividades relacionadas com a leitura. Transpondo esta perspetiva para a disciplina de Ciências, famílias com um nível socioeconómico mais baixo podem não conseguir obter recursos de apoio à aprendizagem (Chung, 2015), como livros, revistas científicas ou até acesso a internet e televisão através dos quais o aluno possa expandir o seu conhecimento sobre Ciências. A falta deste tipo de recursos surge associada a uma diminuição da motivação do aluno para a aprendizagem e realização de atividades relacionadas com as Ciências no futuro (Eccles, 2007).

Relativamente ao gosto pelas Ciências, num relatório elaborado por Juan e colaboradores (2016), refere-se que um nível socioeconómico mais elevado está associado a atitudes mais positivas dos alunos relativamente às Ciências. Estes resultados indicam que os recursos adicionais, mais acessíveis a alunos inseridos num nível socioeconómico mais alto – como livros, revistas e possibilidade de acesso a conteúdos científicos na internet e televisão – incitam o aluno a envolver-se mais com as Ciências e a ter uma visão mais positiva sobre esta disciplina (Juan et al., 2016).

### **Conclusão**

Este estudo pretendeu testar o impacto direto do tipo de instrução de professores de Ciências no desempenho dos seus alunos, bem como o impacto indireto através do empenho do aluno. Para tal, foi utilizado um modelo teórico de mediação, no qual o empenho foi concebido como variável mediadora entre o tipo de instrução do professor e o desempenho do aluno.

O estudo permitiu concluir que o tipo de instrução do professor, o empenho e o nível socioeconómico do aluno são variáveis com um efeito significativo no desempenho do aluno em Ciências. A instrução centrada no professor revelou-se como a abordagem de ensino mais adequada para alcançar melhores resultados escolares, embora o seu efeito, no modelo testado, seja totalmente mediado pelo empenho do aluno. Quanto ao empenho do aluno, a motivação para o desempenho e o gosto pelas Ciências

surgiram como as variáveis com melhor poder preditivo do desempenho do aluno. O nível socioeconómico constituiu a variável com maior poder preditivo do desempenho.

### **Limitações**

A forma de medição da abordagem de instrução do professor e do empenho do aluno, não constituindo propriamente uma limitação do presente estudo, poderá, em estudos futuros, ser mais robusta. As questões colocadas ao aluno no questionário de contexto, sendo questões de resposta fechada que medem a percepção dos alunos, podem ser interpretadas de forma diferente por estes. Por exemplo, no que diz respeito ao tipo de instrução utilizado pelo professor, naturalmente diferentes alunos da mesma turma podem ter uma percepção diferente da abordagem de ensino utilizada, não sendo, por vezes, possível perceber em que medida é que o professor utiliza mais uma abordagem centrada no aluno ou centrada no professor.

Por isto, estudos futuros poderiam integrar outros questionários de contexto que fazem parte do PISA, nomeadamente, o questionário dirigido ao professor de forma a medir o mesmo construto através do relato, tanto do aluno, como do professor, aumentando assim a validade do estudo.

## Referências

- Ainley, M., & Ainley, J. (2011). Student engagement with science in early adolescence: The contribution of enjoyment to students' continuing interest in learning about science. *Contemporary Educational Psychology, 36*(1), 4-12. doi: 10.1016/j.cedpsych.2010.08.001
- Alfieri, L., Brooks, P., Aldrich, N., & Tenenbaum, H. (2011). Does Discovery-Based Instruction Enhance Learning? *Journal of Educational Psychology, 103*(1), 1-18. doi: 10.1037/a0021017
- Areepattamannil, S., Freeman, J., & Klinger, D. (2010). Influence of motivation, self-beliefs, and instructional practices on science achievement of adolescents in Canada. *Social Psychology of Education, 14*(2), 233-259. doi: 10.1007/s11218-010-9144-9
- Areepattamannil, S. (2012). Effects of Inquiry-Based Science Instruction on Science Achievement and Interest in Science: Evidence from Qatar. *The Journal of Educational Research, 105*(2), 134-146. doi: 10.1080/00220671.2010.533717
- Briede, L. (2016). The Relationship between Mathematics Teachers' Teaching Approaches and 9th Grade Students' Mathematical Self. *Journal of Teacher Education for Sustainability, 18*(1), 34-47. doi: 10.1515/jtes-2016-0003
- Christenson, S., Reschly, A., & Wylie, C. (2012). Handbook of Research on Student Engagement (1st ed., p. 107). New York, NY, United States: Springer-Verlag New York Inc.
- Chung, K. (2015). Socioeconomic Status and Academic Achievement. *International Encyclopedia of The Social & Behavioral Sciences, 22*, 924-930. doi: 10.1016/b978-0-08-097086-8.92141-x
- Çiftçi, S., & Cin, F. (2017). The Effect of Socioeconomic Status on Student Achievement. In E. Karadag, *The Factors Effecting Student Achievement Meta-Analysis of Empirical Studies* (1st ed., pp. 171-181). Cham: Springer International Publishing.
- Eccles, J. (2007). Families, Schools, and Developing Achievement-Related Motivations and Engagement. In J. Grussec & P. Hastings, *Handbook of socialization: Theory and research* (pp. 674,675). New York, NY, US: Guilford Press.
- Finn, J., & Zimmer, K. (2012). Student Engagement: What Is It? Why Does It Matter? In S. Christenson, A. Reschly & C. Wylie, *Handbook of Research on Student Engagement* (1st ed., p. 107). New York, NY, US: Springer Science + Business Media. doi: 10.1007/978-1-4614-2018-7
- Fredricks, J., Blumenfeld, P., & Paris, A. (2004). School Engagement: Potential of the Concept, State of the Evidence. *Review of Educational Research, 74*(1), 59-109. doi: 10.3102/00346543074001059

- Frisch, J., Jackson, P., & Murray, M. (2017). Transforming undergraduate biology learning with inquiry-based instruction. *Journal of Computing in Higher Education*, *30*(2), 211-236. doi: 10.1007/s12528-017-9155-z
- Gao, S. (2014). Relationship between Science Teaching Practices and Students' Achievement in Singapore, Chinese Taipei, and the US: An Analysis Using TIMSS 2011 Data. *Frontiers of Education in China*, *9*(4), 519-511. doi: 10.3868/s110-003-014-0043-x
- Glanville, J., & Wildhagen, T. (2007). The Measurement of School Engagement. *Educational and Psychological Measurement*, *67*(6), 1019-1041. doi: 10.1177/0013164406299126
- Grabau, L., & Ma, X. (2017). Science engagement and science achievement in the context of science instruction: a multilevel analysis of U.S. students and schools. *International Journal of Science Education*, *39*(8), 1045-1068. doi: <http://dx.doi.org/10.1080/09500693.2017.1313468>
- Hancock, D., Bray, M., & Nason, S. (2002). Influencing University Students' Achievement and Motivation in a Technology Course. *The Journal of Educational Research*, *95*(6), 365-372. doi: 10.1080/00220670209596611
- Hattie, J., & Donoghue, G. (2016). Learning strategies: a synthesis and conceptual model. *Npj Science of Learning*, *1*(1). doi: 10.1038/npjscilearn.2016.13
- Herman, J., Osmundson, E., & Silver, D. (2010). Capturing Quality in Formative Assessment Practice: Measurement Challenges (pp. 206-1532). Los Angeles, CA: National Center for Research on Evaluation, Standards, and Student Testing (CRESST).
- Holbrook, J., & Rannikmae, M. (2009). The meaning of scientific literacy. *International Journal of Environmental and Science Education*, *4*(3), 275-288.
- Hwang, J., Choi, K., Bae, Y., & Shin, D. (2018). Do Teachers' Instructional Practices Moderate Equity in Mathematical and Scientific Literacy? An Investigation of the PISA 2012 and 2015. *International Journal of Science and Mathematics Education*, *16*(8), 1629-1631. doi: 10.1007/s10763-018-9918-7
- IAVE. (2016). PISA 2015 - PORTUGAL (p. vii,4,11). Lisboa: IAVE.
- Jerrim, J., Oliver, M., & Sims, S. (2019). The relationship between inquiry-based teaching and students' achievement. New evidence from a longitudinal PISA study in England. *Learning and Instruction*, *61*, 35-44. doi: 10.1016/j.learninstruc.2018.12.004
- Jimerson, S., Campos, E., & Greif, J. (2003). Toward an Understanding of Definitions and Measures of School Engagement and Related Terms. *The California School Psychologist*, *8*(1), 7-27. doi: 10.1007/bf03340893

- Juan, A., Reddy, V., Zuze, T., Namome, C., & Hannan, S. (2016). Does it matter whether students enjoy learning science? Exploring student attitudes towards science in South Africa (p. 4).
- Kim, J. (2005). The effects of a constructivist teaching approach on student academic achievement, self-concept, and learning strategies. *Asia Pacific Education Review*, 6(1), 7-19. doi: 10.1007/bf03024963
- Lane, E., & Harris, S. (2015). Research and Teaching: A New Tool for Measuring Student Behavioral Engagement in Large University Classes. *Journal of College Science Teaching*, 044(06), 83-91. doi: 10.2505/4/jcst15\_044\_06\_83
- Lau, K., & Lam, T. (2017). Instructional practices and science performance of 10 top-performing regions in PISA 2015. *International Journal of Science Education*, 39(15), 2128-2149. doi: 10.1080/09500693.2017.1387947
- Lee, J., Zhang, Y., & Stankov, L. (2019). Predictive Validity of SES Measures for Student Achievement. *Educational Assessment*, 1-22. doi: 10.1080/10627197.2019.1645590
- Liu, R., & Chiang, Y. (2019). Who is more motivated to learn? The roles of family background and teacher-student interaction in motivating student learning. *The Journal of Chinese Sociology*, 6(1). doi: 10.1186/s40711-019-0095-z
- Mayer, R. (2004). Should There Be a Three-Strikes Rule Against Pure Discovery Learning? *American Psychologist*, 59(1), 14-19. doi: 10.1037/0003-066x.59.1.14
- McCauley, V., Martins Gomes, D., & Davison, K. (2017). Constructivism in the third space: challenging pedagogical perceptions of science outreach and science education. *International Journal of Science Education*, Part B, 8(2), 115-134. doi: 10.1080/21548455.2017.1409444
- Mikeska, J., Shattuck, T., Holtzman, S., McCaffrey, D., Duchesneau, N., Qi, Y., & Stickler, L. (2017). Understanding science teaching effectiveness: examining how science-specific and generic instructional practices relate to student achievement in secondary science classrooms. *International Journal of Science Education*, 39(18), 2594-2623. doi: 10.1080/09500693.2017.1390796
- Morán, S. A., Artime, C. E. C., Blanco, N. O. C., & Rodríguez, E. P. (2017). Teaching strategies and performance in PISA 2015: A critical analysis. *Revista de Educacion*, 2017(379), 79-105. <https://doi.org/10.4438/1988-592X-RE-2017-379-370>
- Moreira, P., Dias, A., Matias, C., Castro, J., Gaspar, T., & Oliveira, J. (2018). School effects on students' engagement with school: Academic performance moderates the effect of school support for learning on students' engagement. *Learning and Individual Differences*, 67, 67-77. doi: 10.1016/j.lindif.2018.07.007

- Nyutu, E., Cobern, W., & Pleasants, B. (2018). Student engagement in direct instruction, undergraduate microbiology laboratories. *Journal of Biological Education*, 1-15. doi: 10.1080/00219266.2018.1469535
- OECD. (2018). PISA 2015: Results in Focus (pp. 4,5). Paris: *OECD Publisher*.
- OECD. (2016). PISA 2015 Results (Volume I): Excellence and Equity in Education (pp. 50,51,110,118). Paris: *OECD Publishing*. doi: 10.1787/9789264266490-en
- OECD (2016). PISA 2015 Results (Volume II): Policies and Practices for Successful Schools (pp. 63,65). Paris: *OECD Publishing*. doi: 10.1787/9789264267510-en
- OECD (2017). PISA 2015 Results (Volume III): Students' Well-Being (pp. 94). Paris: *OECD Publishing*. doi: 10.1787/9789264273856-en
- OECD. (2017). PISA 2015 Technical Report (p. 293). Paris: OECD Publishing.
- Reschly, A., & Christenson, S. (2012). Jingle, Jangle, and Conceptual Haziness: Evolution and Future Directions of the Engagement Construct. In S. Christenson, A. Reschly & C. Wylie, *Handbook of Research on Student Engagement* (1st ed., p. 11). New York, NY, US: Springer Science + Business Media. doi: 10.1007/978-1-4614-2018-7
- Singh, K., Granville, M., & Dika, S. (2002). Mathematics and Science Achievement: Effects of Motivation, Interest, and Academic Engagement. *The Journal of Educational Research*, 95(6), 323-332. doi: 10.1080/00220670209596607
- Surayanah, & Karma, L. (2018). The contribution of school climate, achievement motivation, and self-concept to science learning achievement. *Journal of Physics: Conference Series*, 1040(1). doi: 10.1088/1742-6596/1040/1/012041
- Sweller, J. (2011). Cognitive Load Theory. In J. Mestre & B. Ross, *Psychology of Learning and Motivation* (pp. 37-76)
- Uredi, L. (2015). The Predictive Power of Classroom Teachers' Self-Efficacy Beliefs Related to Implementing the Constructivist Approach upon Their Level of Creating a Constructivist Learning Environment: A Mersin Case. *The Anthropologist*, 20(1-2), 256-267. doi: 10.1080/09720073.2015.11891735
- Veiga, F., Robu, V., Conboy, J., Ortiz, A., Carvalho, C., & Galvão, D. (2016). Students' engagement in school and family variables: A literature review. *Estudos De Psicologia (Campinas)*, 33(2), 187-197. doi: 10.1590/1982-02752016000200002
- Wigfield, A., & Cambria, J. (2010). Achievement Motivation. *The Corsini Encyclopedia of Psychology*. doi: 10.1002/9780470479216.corpsy0008

Wilson, C., Taylor, J., Kowalski, S., & Carlson, J. (2009). The relative effects and equity of inquiry-based and commonplace science teaching on students' knowledge, reasoning, and argumentation. *Journal of Research in Science Teaching*, 47(3), 276-301. doi: 10.1002/tea.20329