



Mudanças de práticas de futuros professores de Física e Química sobre o uso de representações científicas num Estudo de Aula

Changes in Physics and Chemistry teachers' practices on the use of scientific representations in a Lesson Study

Teresa Conceição

Instituto de Educação da Universidade de Lisboa, Lisboa, Portugal
mariaconceicao@campus.ul.pt
<https://orcid.org/0000-0002-5893-5509>

Mónica Baptista

Instituto de Educação da Universidade de Lisboa, Lisboa, Portugal
mbaptista@ie.ulisboa.pt
<https://orcid.org/0000-0003-1609-5764>

João Pedro da Ponte

Instituto de Educação da Universidade de Lisboa, Lisboa, Portugal
jpponte@ie.ulisboa.pt
<https://orcid.org/0000-0003-1609-5764>

Resumo:

Este estudo tem como objetivo conhecer as mudanças de práticas que ocorreram num grupo de futuros professores sobre o uso das representações científicas num estudo de aula. Recorreu-se a uma metodologia qualitativa com orientação interpretativa. Os participantes foram três futuros professores de física e química, envolvidos no modelo formativo Estudo de Aula. Os dados foram recolhidos através de observação participante, reflexões escritas individuais, elaboradas pelos futuros professores, e entrevistas individuais realizadas aos futuros professores, no final do estudo de aula. Os resultados mostraram que ocorreram mudanças nas práticas dos futuros professores sobre o uso das representações científicas como um recurso pedagógico e sobre as representações científicas dos fenómenos naturais.

Palavras-chave: Estudo de aula; energia cinética; formação inicial de professores; representações científicas.

Resumen:

Este estudio tiene como objetivo comprender los cambios en las prácticas que se produjeron en un grupo de futuros profesores sobre el uso de representaciones científicas en un estudio



de aula. Se utilizó una metodología cualitativa con orientación interpretativa. Los participantes fueron tres futuros profesores de física y química, involucrados en el modelo formativo estudio de clase. Los datos fueron recolectados a través de la observación participante, reflexiones individuales escritas, preparadas por futuros maestros y entrevistas individuales con futuros maestros, al final del estudio de clase. Los resultados mostraron que hubo cambios las prácticas de los futuros profesores sobre el uso de las representaciones científicas como recurso pedagógico y sobre las representaciones científicas de los fenómenos naturales.

Palabras clave: Estudio de clase; energía cinética; formación inicial de profesores; representaciones científicas.

Abstract:

This research aimed to know the Changes in Physics and Chemistry teachers' practices on the use of scientific representations in a lesson study. A qualitative methodology with interpretative orientation was used. Participants were three pre-service Physics and Chemistry teachers involved in a Lesson Study. Data were collected through participant observation, individual written reflections and individual interviews with future teachers, at the end of the lesson study. The results showed that there were changes in the future teacher's practices about the use of scientific representations as a pedagogical resource and about the scientific representations of natural phenomena.

Keywords: Lesson study; kinetic energy; initial teacher training; scientific representations.

Introdução

As representações científicas (e.g., figuras, mapas de conceitos, diagramas, tabelas, gráficos, equações algébricas) são um recurso crucial na comunicação científica (Latour, 1987; Lynch & Woolgar, 1990) e no dia a dia do cidadão. As representações são tão importantes que não passa um dia que não sejam usadas nos principais meios de comunicação. Adicionalmente, as representações científicas desempenham um papel essencial na compreensão dos fenómenos naturais, através da modelação dos fenómenos e transformação dos dados. Tendo estes factos presentes, educadores e investigadores propuseram o seu uso no ensino das ciências (Gilbert, 2005; Gilbert & Treagust, 2009; Roth & McGinn, 1998). Contudo, os estudos têm mostrado que os professores não tiram todo o partido das representações na exploração dos fenómenos científicos com os alunos. Por exemplo, no estudo de Hansson, Hansson, Juter e Redfors (2015), os professores tiveram dificuldade em explorar as potencialidades das equações algébricas para os alunos compreenderem os fenómenos naturais. Os resultados mostraram que os alunos usaram as equações algébricas para chegar a um resultado numérico, em vez de desenvolver uma compreensão mais holística sobre o significado físico das variáveis e das suas relações e, deste modo, para a compreensão do mundo natural. Este resultado é consistente com outros estudos que mostraram ser necessário os professores e futuros professores aprenderem a tirar todo o partido das representações científicas com os alunos (Nieminen, Savinainen, & Viiri, 2017; Roth, McGinn, & Bowen, 1998).



Vários estudos deram a conhecer a necessidade de se investigar modelos de formação que permitam aos professores aprender a usar as representações científicas com os alunos (National Research Council, 1996; Nieminen et al., 2017). O Estudo de Aula é um modelo de desenvolvimento profissional de professores, de cunho investigativo, colaborativo e centrado no aluno que envolve os participantes no *design* de uma aula (plano), na sua implementação e posterior reflexão (Fujii, 2016; Lewis, 2008; Stigler & Hiebert, 1999). Todo o trabalho que os professores desenvolvem num Estudo de Aula visa melhorar o ensino a partir do desempenho dos alunos. Investigações em Estudos de Aula com futuros professores de ciências mostraram que os resultados são promissores (e.g., Conceição, Baptista, & Ponte, 2019; Juhler, 2016; Marble, 2007; Sims & Walsh, 2009). Porém, são escassas as investigações em Estudos de Aula, com futuros professores, sobre o uso das representações científicas. A presente investigação visa dar contributos neste sentido e tem como objetivo conhecer as mudanças que ocorreram nas práticas dos futuros professores sobre o uso das representações científicas no ensino da energia cinética.

Enquadramento

As representações científicas no ensino da Física

As representações científicas têm potencialidades para a visualização dos fenómenos e para a compreensão dos conceitos científicos (Ainsworth, 2008; Roth & McGinn, 1998). As representações científicas também contribuem para atribuir significados aos conceitos representados e transformados de diferentes modos (Lemke, 1998), podendo ser utilizadas no ensino das ciências por combinação ou sobreposição (Star, 1995). De facto, os múltiplas representações dos fenómenos físicos podem incluir: dados experimentais, imagens, mapas de conceitos, tabelas, gráficos, e equações algébricas.

Para apoiar os alunos a compreender o mundo tal como ele é visto pela ciência, é importante “introduzir as competências e os processos que constituem a metodologia do cientista” no ensino da Física (Osborne, 1990, p. 190). Isto pode ser conseguido utilizando representações científicas, ajudando os alunos a explicar situações do mundo real, num diálogo profícuo entre o professor e os alunos. Estas interações são propícias para a produção, leitura, transformação e avaliação das representações científicas (Roth & McGinn, 1998), bem como a construção de entendimentos mútuos entre todos os participantes numa aula (Van Fraassen, 1980). Como tal, os cursos de formação inicial de professores devem incluir as representações científicas e o seu uso no ensino da Física.

O Estudo de Aula

O Estudo de Aula é um modelo de desenvolvimento profissional centrado no aluno que contempla o planeamento de uma aula, a sua observação e ampla discussão com o objetivo



de melhorar o ensino de um tópico (Lewis, 2008). Devido às características deste modelo, os professores têm muitas condições para desenvolver um conhecimento aprofundado sobre o tópico, o seu ensino, e sobre os alunos, aprendizagens e dificuldades (Stigler & Hiebert, 1999).

O modelo do Estudo de Aula desenvolve-se por ciclos (Lewis, 2008). O primeiro ciclo é constituído pelo estudo preparatório, fase em que os participantes aprofundam o conhecimento que irão necessitar para lecionar a aula. Este trabalho é seguido de um planeamento detalhado de uma aula, a ser investigada pelos participantes, da sua leção por um deles, observada pelos restantes e, posteriormente escrutinada e melhorada com base nas evidências recolhidas durante a aula. O segundo ciclo é facultativo e, concretizando-se, é constituído por uma segunda aula do mesmo tópico, posteriormente analisada e alvo de reflexão. Sendo do interesse dos participantes podem-se realizar mais ciclos (Fernandez, Cannon, & Chokshi, 2003). Neste modelo de formação, os participantes partilham a convicção de que a discussão de diferentes pontos de vista sobre as aulas observadas e investigadas permite melhorar o ensino de um tópico e, conseqüentemente, a aprendizagem dos alunos (Stigler & Hiebert, 1999).

No contexto da formação contínua, os participantes num Estudo de Aula, são os professores, podendo participar ou, até, assistir convidados que, de algum modo, pretendam contribuir para melhorar o ensino de um tópico. Na formação inicial, o Estudo de Aula tem de ser adaptado para que os futuros professores possam desenvolver o conhecimento e as capacidades que necessitam para ingressar na sua profissão. Neste caso, a literatura tem mostrado diversificadas adaptações (e.g., Ponte, 2017). Por exemplo, uma dessas adaptações consiste em integrar no grupo de trabalho, além dos futuros professores, educadores que, com um papel mais ou menos interventivo, dão suporte às necessidades formativas dos futuros professores (e.g., Conceição, Baptista, & Ponte, 2020; Juhler, 2016).

O uso das representações científicas no ensino da Física raramente tem sido objeto de atenção em Estudos de Aula na formação inicial. Há a registar, no entanto, um “microteaching lesson study” de Zhou, Xu e Martinovic (2016) envolvendo 65 futuros professores de Física e Química, sobre o uso de tecnologias no ensino secundário. Nesta investigação, as aulas foram lecionadas pelos futuros professores aos colegas, que tiveram o papel de alunos. Os resultados mostraram que as tecnologias selecionadas e usadas pelos futuros professores no ensino de conceitos científicos de Física e de Química foram, essencialmente, as simulações multimédia, (i.e., PhET e Gizmos) usando, deste modo, as representações científicas.

Metodologia

Nesta investigação usou-se uma metodologia de análise de dados qualitativa e interpretativa (Erickson, 1986), tendo por base observação participante.



Participantes

Os participantes foram três futuros professores que frequentavam o 2.º ano do Mestrado em Ensino de Física e Química. Os futuros professores pretendiam obter a qualificação que os habilita a lecionar as disciplinas de Ciências Físico-químicas no ensino básico, bem como as disciplinas de Física e de Química, no ensino secundário.

A Tabela 1 apresenta a caracterização dos participantes.

Tabela 1- Caracterização dos participantes (FP)

Participantes	Idade	Grau académico	Ensino da física ou da química
FP1	42	Doutoramento em física	Sem experiência
FP2	42	Major em química e minor em física	Menos de 1 ano em escola particular
FP3	36	Major em química e minor em física	Sem experiência

Contexto da investigação

Esta investigação decorre no âmbito de uma unidade curricular de Iniciação à Prática Profissional do curso de Mestrado em Ensino. Neste contexto, os futuros professores fizeram parte de um grupo de trabalho composto pela professora da unidade curricular (segundo autor), três professores cooperantes (um de cada futuro professor), dois investigadores (primeiro e terceiro autores) e, em algumas sessões, um professor do ensino superior de Física. Antes de iniciar a unidade curricular, a professora deu a conhecer o modelo dos Estudos de Aula e como são desenvolvidos em várias partes do mundo. Ademais, pediu aos professores cooperantes que recolhessem informação dos seus alunos, das três turmas do 9.º ano envolvidas neste Estudo de Aula. Neste grupo de trabalho, procurou-se esbater as hierarquias, valorizando os contributos dos futuros professores dando-lhes um papel central nas discussões de trabalho. Foi dada autonomia aos futuros professores, nas sessões de planeamento da aula, e nas sessões de reflexão pós aula (ver secção, Design do Estudo de Aula).

Design do Estudo de Aula

O Estudo de Aula desenvolveu-se ao longo de 17 sessões, num total de cerca de 51 horas. A Figura 1 apresenta a organização das 17 sessões.

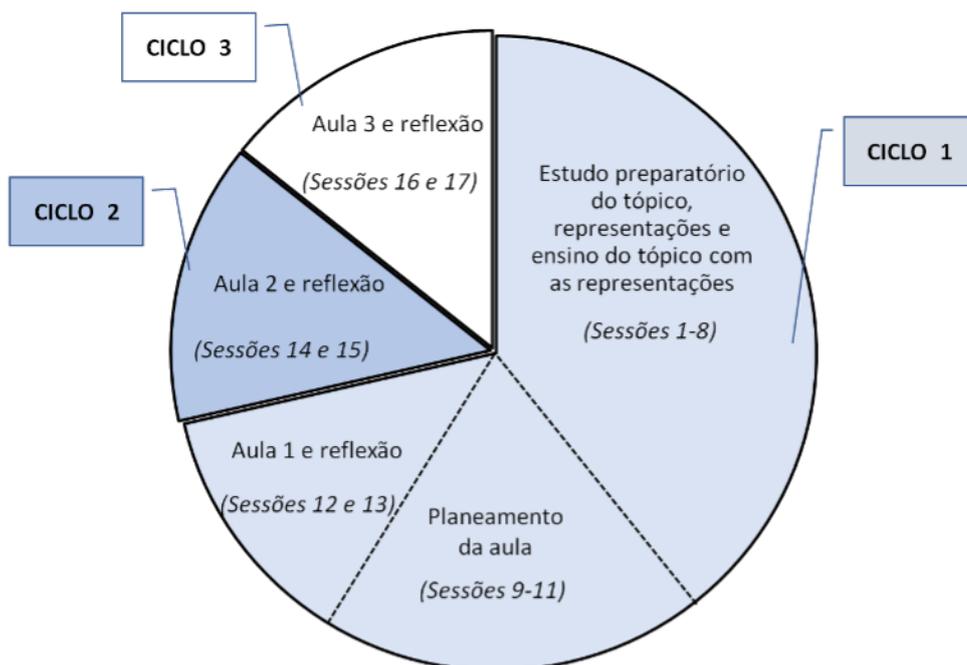


Figura 1 - Organização do Estudo de Aula

Nas sessões 1-5 (Figura 1), os futuros professores aprofundaram o tópico e questões relacionadas com o ensino do tópico com as representações científicas. Na sessão 6, elaboraram uma tarefa para diagnosticar o conhecimento prévio dos alunos sobre energia e as representações científicas. Na sessão 7, os futuros professores implementaram a tarefa para diagnosticar os conhecimentos dos alunos nas respetivas turmas dos professores cooperantes (cada futuro professor implementou a tarefa numa turma). Na sessão 8, analisaram as respostas dos alunos, identificando os seus conhecimentos prévios. Nas sessões 9-11 elaboraram uma tarefa, explorando o tópico com as representações científicas para os alunos resolverem nas aulas e elaboraram o plano da aula. Este plano é muito detalhado e foi elaborado de acordo com o proposto por Roback, Chance, Legler, e Moore (2006). Na sessão 12, um dos futuros professores lecionou a aula de investigação 1 e os restantes observaram a aula e preencheram um guião de observação elaborado nas sessões de planeamento. Com o preenchimento do guião pretendeu-se que os futuros professores se focassem nos conteúdos das várias dimensões do plano de aula, recolhendo evidências para avaliá-lo na seguinte sessão de reflexão da aula (sessão 13). Nesta sessão 13, os futuros professores analisaram as respostas dos alunos, refletiram sobre a implicação do uso das representações científicas no resultado dos alunos e, em conformidade, ajustaram o guião de observação da aula e outros materiais pedagógicos. Os ajustes permitiram melhorar o plano da aula e a tarefa dos alunos e a sua adequação aos alunos da aula seguinte. No ciclo 2 do Estudo de Aula, sessões 14-15, outro dos futuros professores lecionou a aula de investigação 2, os restantes colegas observaram e preencheram o guião de observação



e, na sessão seguinte, sessão 15, os futuros professores adotaram um procedimento idêntico ao seguido na sessão de reflexão da aula 1. A implementação do ciclo 3 permitiu ao terceiro futuro professor lecionar, também, uma aula de investigação (sessão 16), experienciando uma prática com as representações científicas. Na última sessão, (sessão 17), os futuros professores analisaram as estratégias de resolução dos alunos e refletiram sobre as implicações do uso das representações científicas no ensino do tópico. O ciclo terminou com o balanço dos futuros professores sobre o contributo do Estudo de Aula para o uso das representações científicas no ensino do tópico, bem como o uso das representações científicas em práticas futuras.

Recolha de dados

Os dados foram recolhidos por observação participante através de diário de bordo e registo vídeo, de todas as sessões do Estudo de Aula; reflexões escritas individuais, elaboradas pelos futuros professores; e entrevistas individuais realizadas aos futuros professores, no final do estudo de aula.

Análise dos dados

Na análise dos dados começou-se por identificar momentos significativos nas diferentes sessões, analisando as respetivas transcrições e, em seguida, as reflexões escritas e transcrições das entrevistas. Classificaram-se os episódios de acordo com características que se consideraram de interesse, de modo a desenvolver categorias relacionadas com as mudanças no conhecimento dos futuros professores sobre o uso das representações científicas no ensino do tópico. A tabela 2 apresenta as categorias de análise dos dados e exemplos da sua descrição, mostrando, assim, como se deu resposta à questão de investigação.

Tabela 2 - Categorias de análise dos dados

Categorias	Exemplo de descrição
Mudanças no uso das representações científicas como um recurso pedagógico	Na sessão 8, os futuros professores usam as representações científicas para diagnosticar se os alunos sabem, ou não sabem, as normas e as convenções científicas que os capacitam a usar essas mesmas representações Na sessão 15, os futuros professores usam as representações científicas para mediar entendimentos que as representações suscitaram entre o professor e os alunos durante a aula
Mudanças nas representações científicas dos fenómenos naturais	Na sessão 10, os futuros professores modelam o fenómeno da energia cinética usando a equação da energia cinética, veiculando a ideia de que os fenómenos naturais se regem por modelos matemáticos Na sessão 17, os futuros professores modelam o fenómeno da energia cinética com dados experimentais, passando a ideia de que o estudo da natureza tem um carácter empírico



Resultados

Mudanças no uso das representações científicas como recurso pedagógico. Na sessão 8 do estudo preparatório (Figura 1), os futuros professores diagnosticaram os conhecimentos prévios dos alunos sobre a energia e as representações científicas, usando uma tarefa. Uma das questões da tarefa pedia para os alunos explicarem os dados representados num histograma. Sobre esta questão, a dada altura da sessão 8, os futuros professores analisaram as respostas dos alunos na tarefa e tiraram conclusões. Por exemplo:

FP1 - Esta aluna diz que “os consumos energéticos são mais elevados entre as 20h e as 23h. E talvez será [seja] pela família nessas horas estar em família e tem [ter] mais tempo para conviver”. Esta aluna sabe ler um histograma

FP3 – Já esta aluna não sabe interpretar o histograma porque respondeu [que as horas de maior consumo da família situam-se] entre as 20:00h e as 22:00h porque é o tempo que passam mais tempo em casa

(...)

FP2 - A maior parte dos alunos sabe ler um histograma. A escala do tempo [do gráfico] é que tem de ser melhorada (registo vídeo)

O exemplo apresentado foi um de muitos exemplos que ilustram que os futuros professores, na sessão 8, deram mais atenção ao conhecimento necessário para a leitura de um histograma (i.e., das normas e convenções científicas), do que às imagens que uma representação científica suscitou nos alunos. Imagens que estariam relacionadas com a diversidade de equipamentos de uso doméstico cujo funcionamento requer energia. Não obstante a maioria dos alunos saber ler um histograma, como menciona e bem FP2, parte desses alunos não explicou cientificamente a que se deve o elevado consumo energético durante um certo período do dia. E as intervenções de FP1 e FP3, no diálogo em análise, mostram isso mesmo. De facto, os alunos a que estes futuros professores se referem atribuem o elevado consumo energético ao número de pessoas que estaria em casa àquela hora do dia ou a outras razões que, estando relacionadas com o consumo energético, não são suficientes para o explicar. O que poderia estar por detrás deste facto ficou por discutir nesta sessão. E, apesar dos futuros professores terem dado atenção às conceções dos alunos em energia e as relacionarem com as da literatura, nesta sessão, não deram atenção a outros aspetos que podiam ter implicações na preparação da aula do tópico. Por exemplo, que alteração na formulação da pergunta levaria os alunos a explicar os dados do consumo energético de uma família representados no histograma? Que conhecimento era necessário para os alunos o fazerem? Os alunos estavam na posse desse conhecimento? O que deduzir das respostas dos alunos sobre o consumo energético na sua própria casa? Que palavras, termos usavam os alunos que podiam enformar a preparação da aula? E o que queriam dizer as imagens que os alunos construíram sobre aquela família? As respostas a algumas destas questões não foram aprofundadas pelos futuros professores. Por isso, este aspeto didático foi muito trabalhado num grupo experiente em representações científicas, investigação da prática e um robusto conhecimento dos alunos, designadamente como aprendem, as suas dificuldades neste tema e a linguagem



que usam nesta faixa etária. Com o avançar do Estudo de Aula, os resultados mostraram que os futuros professores usaram as representações científicas para compreender as ideias dos alunos. Por exemplo, na reflexão escrita o FP3 mencionou:

Com o gráfico os alunos falavam do que acontecia à energia cinética do carro quando este aumentava ou diminuía de velocidade e, assim, podíamos perceber o seu entendimento destes fenómenos. Nas explicações dos alunos nós conseguíamos ver isto, i.e., o modo como os alunos pensavam (FP3).

Para este futuro professor o gráfico passou a ser mais do que um instrumento analítico, era, agora, uma “janela aberta” para conhecer a compreensão dos alunos acerca dos fenómenos, ou seja, um poderoso recurso didático ao alcance do professor.

Outro exemplo da ocorrência de mudanças dos futuros professores no uso das representações científicas como recurso pedagógico aconteceu na sessão de reflexão pós aula 2, i.e., na sessão 15 (Figura 1). O excerto seguinte apresenta um diálogo entre os futuros professores durante essa sessão:

FP2 – Os alunos têm dificuldade em atribuir um significado físico às variáveis numéricas e à sua representação simbólica, a física nem sempre está lá [nas representações científicas].

FP1 – É muito abstrato para eles... Eles não relacionam com os conceitos que estão a estudar

FP2 – Pois não. Eu tenho uma ideia. Se forem os alunos a organizar os dados que vão trabalhar, isso pode ajudá-los. Eles terão de explicar-nos porque organizaram assim a informação, façam-no com uma tabela ou com o que quiserem, eles vão ter de dizer porque pensaram assim.

Neste diálogo voltou a sobressair que os futuros professores, agora na voz do FP1 e FP2, passaram a usar as representações científicas como um recurso pedagógico. Neste caso, um instrumento que os habilita a perscrutar as ideias dos alunos quando aprendem com as representações científicas. Ao mostrarem que este recurso tem potencialidades educativas que vão para além das aprendizagens analíticas, estes futuros professores revelaram aprendizagens no uso das representações científicas no ensino do tópico. Mudanças que têm implicação na preparação de uma aula, na conceção de materiais didáticos, bem como na condução e na comunicação de uma aula.

Os exemplos de resultados acima apresentados estão, naturalmente, relacionados com a natureza das atividades em que os futuros professores se envolveram. Uma delas consistiu na análise aprofundada das evidências recolhidas durante a aula, ou seja, as tarefas resolvidas pelos alunos, os guiões de observação da aula entretanto preenchidos e a discussão de excertos do registo vídeo da aula. Outra das atividades consistiu na extensão do trabalho presencial dos futuros professores, permitindo-lhes analisar em profundidade artigos científicos sobre as representações científicas devidamente selecionados e posteriormente discutidos nas sessões.

Mudanças nas representações científicas dos fenómenos naturais. Uma das estratégias dos futuros professores para os alunos aprenderem o tópico foi lembrada na entrevista com o FP2, “A nossa estratégia era que fossem os alunos a chegar à equação da energia cinética a



partir dos dados que eram fornecidos aos alunos”. Os dados a que FP2 se refere não eram dados reais, mas gerados através do uso da equação algébrica da energia cinética. Deste modo, os dados fornecidos aos alunos representavam casos “ideais”, não mostrando a aleatoriedade dos dados recolhidos em situações autênticas. Esta perspetiva reforçava a tendência que os alunos têm de compreender a ciência a partir dos modelos matemáticos e distorcia a natureza do mundo e dos próprios modelos que os cientistas constroem na procura de a compreender. Por esta razão, envolveram-se os futuros professores na discussão de representações científicas para modelar fenómenos envolvendo a energia cinética.

Numa fase mais adiantada do Estudo de Aula, os futuros professores deram mostras de um conhecimento mais robusto sobre o uso das representações científicas no contexto escolar. Por exemplo, para FP1:

Deviam ser os alunos a medir a energia; sem medições não há ciência. Isto vai aumentar o grau de desafio da tarefa, mas permite-lhes [aos alunos] estudar as relações entre as variáveis a partir das tendências. Penso que assim os alunos teriam outra compreensão dos fenómenos e da sua representação” (registo vídeo).

FP1 revelou um conhecimento importante para a sua futura prática com as representações científicas. Com esse conhecimento os seus alunos estarão em melhores condições de compreender mais aprofundadamente os fenómenos e a natureza da ciência. Esta perspetiva foi corroborada pelos seus pares:

FP3: Os alunos vão ter de olhar para a mancha [o conjunto] de dados e explorar qual é a tendência que melhor os representa, não é. Assim é mais desafiante e mais correto para os alunos.
FP2: Eu concordo, até porque passa a ideia de como os cientistas chegam aos modelos, neste caso à equação da energia cinética (registo vídeo).

A ontologia da natureza e dos modelos que a representam foi um tema muito discutido entre os futuros professores, com significativos contributos, dos investigadores, por ser a essência do seu trabalho e, dos educadores, por explorarem as situações com uma perspetiva construtivista da aprendizagem.

Conclusões

Esta investigação teve como o objetivo conhecer as mudanças que ocorreram nas práticas dos futuros professores sobre o uso das representações científicas no ensino da energia cinética. Para atingir este objetivo, envolveram-se três futuros professores num Estudo de Aula que decorreu no quadro de uma unidade curricular de iniciação à prática profissional e usou-se uma metodologia qualitativa com orientação interpretativa. Os resultados mostraram que existiram mudanças, em particular, os futuros professores, que inicialmente usavam as representações



científicas como um recurso analítico, passaram, também, a usá-las como um recurso que permite ao professor conhecer o raciocínio dos alunos e as suas lógicas enquanto aprendem. Os resultados também mostraram que, no início, os futuros professores modelaram o fenómeno da energia cinética, usando um modelo empírico (equação algébrica). Em sessões mais avançadas do Estudo de Aula, os futuros professores reconheceram a importância de modelar o fenómeno com dados experimentais, passando, assim, a mensagem aos alunos de que a natureza não é regida por equações matemáticas e do carácter empírico da ciência. Estes resultados têm implicações na prática dos futuros professores, designadamente na elaboração de materiais didáticos para os alunos, no planeamento de aulas, bem como na sua condução, por conseguinte, na aprendizagem dos alunos.

Na presente investigação, as mudanças nas práticas dos futuros professores, quando usaram as representações científicas, ocorreram ao longo dos três ciclos do Estudo de Aula, ganhando visibilidade quando os futuros professores investigaram as evidências recolhidas nas aulas observadas e quando usaram as representações científicas para melhorar a aprendizagem dos alunos. Noutros contextos formativos, Lunsford e colegas (2007) mostraram que os futuros professores aprenderam a tirar mais partido das representações científicas durante as suas investigações, corroborando os resultados desta investigação, com o Estudo de Aula. Outras investigações sobre o uso das representações científicas, com outros modelos formativos, concluíram que os futuros precisam de se envolver em atividades que contemplam a reflexão sobre a prática de ensino e a crítica por parte de outros participantes (Bowen & Roth, 2005; Lunsford et al., 2007). Os resultados desta investigação corroboram as conclusões desses estudos, uma vez que os futuros professores foram capazes de usar as representações científicas, a partir da primeira sessão em que refletiram sobre a aula e o seu efeito na aprendizagem dos alunos.

Esta investigação tem utilidade na perspetiva do ensino da Física e na investigação do ensino da Física usando os Estudos de Aula. Este estudo contribui para aumentar o conhecimento das mudanças de práticas dos futuros professores quando usam as representações científicas no ensino da energia cinética, num Estudo de Aula. São, ainda, necessárias mais investigações para compreender os elementos do Estudo de Aula que potenciam a aprendizagem dos futuros professores, no campo das representações científicas e noutros campos do seu conhecimento profissional.

Referências

- Ainsworth, S. (2008). The educational value of multiple-representations when learning complex scientific concepts. In J. K. Gilbert, M. Reiner, & M. Nakhleh (Eds.), *Visualization: Theory and practice in science education* (pp. 191–208). NewYork, NY: Springer.
- Bowen, G., & Roth, M.-W. (2005). Data and graph interpretation practices among preservice science teachers. *Journal of Research in Science Teaching*, 42(10), 1063-1088.
- Conceição, T., Baptista, M., & Ponte, J. P. (2019). Lesson study as a trigger for preservice physics and chemistry teachers' learning about inquiry tasks and classroom communication. *International Journal for Lesson and Learning Studies*, 8(1), 79-96



- Conceição, T., Baptista, M., & Ponte, J. P. (2020). Lesson study in initial teacher education to stimulate pedagogical content knowledge on the speed of sound. *Acta Scientiae*, 22(2), 29-47.
- Erickson, F. (1986). Qualitative methods in research on teaching. In M.C. Wittrock (Ed.), *Handbook of research on teaching*. New York, NY: Macmillan.
- Fernandez, C., Cannon, J., & Chokshi, S. (2003). A US–Japan lesson study collaboration reveals critical lenses for examining practice. *Teaching and Teacher Education*, 19(2), 171-185.
- Fujii, T. (2016). Designing and adapting tasks in lesson planning: a critical process of Lesson Study. *ZDM Mathematics Education* 48(4), 411-423.
- Gilbert, J. K. (2005). Visualization: A metacognitive skill in science and science education. In J. K. Gilbert (Ed.), *Visualization in science education*. Dordrecht: Springer.
- Gilbert, J. K., & Treagust, D. (2009). Towards a coherent model for macro, submicro and symbolic representations in chemical education. In J. K. Gilbert, & D. Treagust (Eds.), *Multiple Representations in Chemical Education* (pp. 333-350). Dordrecht: Springer.
- Hansson, L., Hansson, O., Juter, K., & Redfors, A. (2015). Reality–Theoretical Models–Mathematics: A ternary perspective on physics lessons in upper – secondary school. *Science & Education* 24(5-6), 615–644.
- Juhler, M. (2016) The use of Lesson Study combined with content representation in the planning of physics lessons during field practice to develop pedagogical content knowledge. *Journal of Science Teacher Education*, 27(5), 533-553.
- Latour, B. (1987). *Science in action: How to follow scientists and engineers through society*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Lemke, J. L. (1998). Multiplying meaning: Visual and verbal semiotics in scientific text. In J. R. Martin & R. Veels (Eds.), *Reading science* (pp. 87-113). London: Routledge.
- Lewis, C. C. (2008). Lesson study. In L. B. Easton (Ed.), *Powerful designs for professional learning* (2nd ed.), (pp. 171–184). Oxford, OH: National Staff Development Council.
- Lunsford, E., Melear, C.T., & Hickok, L.G. (2005). Knowing and teaching science: Just do it. In R.E. Yager (Ed.), *Exemplary science: Best practices in professional development*. Arlington, VA: NSTA Press.
- Lynch, M, & Woolgar, S. (Eds.). (1990). *Representation in scientific practice*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Marble, S. (2007). Inquiring into teaching: Lesson study in elementary science methods. *Journal of Science Teacher Education*, 18(6), 935-953. doi: 10.1007/s10972-007-9071-6
- National Research Council. (1996). *National Science Education Standards: Observe, interact, change, learn*. Washington, DC: National Academy Press.
- Nieminen, P., Savinainen, A., & Viiri, J. (2017). Learning about forces using multiple representations. In D.F. Treagust, R. Duit, & H.E. Fischer (Eds.), *Multiple Representations in Physics Education, Models and Modeling in Science Education* (pp. 160-178). Springer International Publishing
- Osborne, J. (1990). Sacred cows in physics – towards a redefinition of physics education. *Physics Education*, 25(4), 189-196
- Ponte, J.P. (2017). Lesson studies in initial mathematics teacher education. *International Journal for Lesson and Learning Studies* 6(2), 1-14.
- Roback, P., Chance, B., Legler, J., & Moore, T. (2006). Applying japanese lesson study principles to an upper-level undergraduate statistics course. *Journal of Statistics Education*, 14(2), 1-23.



- Roth, W., & McGinn, M. (1998). Inscriptions: Toward a Theory of Representing as Social Practice. *Review of Educational Research*, 68(1), 35-59.
- Roth, W., McGinn, M., & Bowen, G. (1998). How prepared are preservice teachers to teach scientific inquiry? Levels of performance in scientific representation practices. *Journal of Science Teacher Education*, 9(1), 25-48.
- Sims, L., & Walsh, D. (2009). Lesson study with preservice teachers: Lessons from lessons. *Teaching and Teacher Education*, 25, 724-733.
- Star, S. L. (1995). The politics of formal representations: Wizards, gurus, and organizational complexity. In S. L. Star (Ed.), *Ecologies of knowledge: Work and politics in science and technology* (pp. 88-118). Albany: State University of New York Press.
- Stigler, J. W., & Hiebert, J. (1999). *The teaching gap*. New York, NY: The Free Press.
- Van Fraassen, B. C. (1980). *The scientific image*. Oxford, England: Clarendon.
- Zhou, G., Xu, J., & Martinovic, D. (2016). Developing pre-teaching science with technology through microteaching lesson study approach. *EURASIA Journal of Mathematics Science and Technology Education*, 13(1), 85-103.