

Concepções de aprendizagem nas Pesquisas em Ensino de Física que lidam com pequenos grupos

Learning conceptions found in Physics Education Research with small group settings

Danielle R. Rocha^{1*}, Alexandre F. Faria²

¹Programa de Pós-Graduação em Educação da Universidade Federal de Minas Gerais (Brasil).

²Colégio Técnico da Universidade Federal de Minas Gerais (Brasil).

*E-mail: danirocha@ufmg.br

Recibido el 9 de diciembre de 2019 | Aceptado el 4 de marzo de 2020

Resumo

Diversas estratégias são criadas para analisar o fenômeno aprendizagem. Tais estratégias podem sinalizar como os pesquisadores compreendem esse fenômeno. Neste trabalho, investigamos as concepções de aprendizagem que aparecem em trabalhos que lidam com pequenos grupos em aulas de Física. Analisamos 42 artigos publicados durante o período de 2012 a 2017 em periódicos de Ensino de Ciências e de Física classificados como A1 pelo Qualis CAPES (Brasil). Categorizamos as análises desenvolvidas pelos autores segundo concepções de mente trazidas da literatura. Notamos uma predominância (n=25) da concepção que trata aprendizagem como uma prática social de compartilhamento de significados. Além disso, encontramos cinco trabalhos em que as concepções de aprendizagem divergiam entre suas próprias seções. Finalmente, propomos que a ferramenta criada para a categorização dos artigos pode ser usada como instrumento de reflexão e ponderação para a elaboração de sequências didáticas, avaliações escolares e estratégias de investigação em aprendizagem.

Palavras chave: Aprendizagem; Pequenos grupos; Ensino de Física; Levantamento bibliográfico.

Abstract

Diverse strategies are created to analyze students' learning processes. These strategies provide clues about how the researchers perceive learning. We searched the conceptions of learning shown in investigations in which students are organized in small groups in Physics classes. We analyzed 42 articles published between 2012 and 2017 in journals made available and classified as highest credibility by CAPES (Brazil). We categorized them according to concepts of mind brought from the literature. Our findings show that learning is mostly perceived as a social activity of sharing meanings (n=25). We also found 5 articles with divergent conceptions in their sections (Data Analysis and Theoretical Framework). Finally, we propose that the categories created in this study can be used as tools to evaluate how tests, instruction and research target learning.

Keywords: Learning; Small group; Physics Teaching; Literature review.

I. INTRODUÇÃO

O que é aprendizagem e como caracterizá-la? Essas perguntas básicas permeiam o fazer de professores e de pesquisadores em Ensino de Física. Para aqueles, a reflexão decorrente dessas questões são essenciais ao planejamento do ensino, desde a escolha das estratégias empregadas na abordagem de tópicos específicos à avaliação

da aprendizagem desses tópicos; para estes, tal reflexão acompanha a definição do objeto e do problema de pesquisa, dos referenciais teóricos e do delineamento metodológico.

Esses questionamentos têm dupla relevância para nós: somos professores e pesquisadores, por isso nos levam a refletir sobre nosso trabalho de forma permanente. Recentemente, suscitou em nós uma curiosidade: quais concepções de aprendizagem estão presentes nas pesquisas conduzidas em aulas de física nas quais os estudantes trabalham em pequenos grupos? Essa questão constitui o objetivo deste trabalho. Circunscrever a questão de pesquisa aos pequenos grupos se justifica por nosso interesse de pesquisa por situações de ensino e aprendizagem em que os estudantes se organizam dessa forma. Não identificamos na literatura de pesquisa outros artigos que tenham abordado essa questão ou questões semelhantes. Por um lado, isso mostra que nossa pesquisa pode prestar uma contribuição relevante à área. Por outro lado, dificulta o estabelecimento de um diálogo mais amplo com nossos pares.

Dois revisões de literatura atuais indicam que um número expressivo trabalhos publicados em periódicos dedicados ao Ensino de Ciências falham em considerar e articular teorias de aprendizagens para definição do quadro teórico-metodológico, quando trabalho de pesquisa, ou para o embasamento de propostas de intervenções ou recursos didáticos. O foco dessas duas revisões de literatura não são as teorias de aprendizagem usadas em trabalhos de pesquisa, como é o nosso caso, mas os temas “Aprendizagem Baseada em Projetos” (Pasqualetto, Veit e Araújo, 2017) e sobre “Resolução de Problemas no Ensino de Física” (Oliveira, Araújo e Veit, 2017). Conscientes desta limitação nos trabalhos da área, vimos no artigo de Rex, Steadman e Graciano (2006) uma possibilidade de inferir o que pesquisadores que não explicitam suas teorias sobre aprendizagem pensam sobre esse fenômeno: a identificação das concepções de aprendizagem pode ser lida a partir do delineamento metodológico das pesquisas, visto que os indicadores escolhidos para capturar o fenômeno aprendizagem revelam como ele é compreendido naquele trabalho.

Quando se pensa em definir aprendizagem, logo vem à mente autores clássicos como, por exemplo, Vygotsky (1991), Piaget (2002), Dewey (1910), Freire (1982) entre outros. Os trabalhos de pesquisa da nossa área, quando estabelecem seus quadros teórico-metodológicos para abordar o fenômeno da aprendizagem, geralmente se apoiam nesses autores clássicos ou nos que construíram a partir deles. Esses autores também são introduzidos na maioria dos cursos de formação inicial de professores. Peça a um colega docente que defina aprendizagem e provavelmente verá que os clássicos ou suas ideias serão evocados. Contudo, isso não significa que essas teorias de aprendizagem orientam a prática profissional desses professores.

Poderíamos também, partindo da perspectiva de aprendizagem de cada um desses autores clássicos, analisar as concepções de aprendizagem presentes em pesquisas em Ensino de Física. No entanto, avaliamos que isso nos permitiria apenas identificar o que está colocado pelos autores de cada trabalho. Não conseguiríamos ver além do que já foi explorado por estudos como o de Leach e Scott (2003), que discute como as visões de aprendizagem podem influenciar futuras práticas pedagógicas e pesquisas em Educação em Ciências. Assim, buscamos estabelecer um sistema de categorias para análise de nossos dados a partir de ideias mais gerais e que nos dariam maior poder de inferência. Para isso, revisitamos e reelaboramos as ideias sobre mente e aprendizagem propostas nos trabalhos de Olson e Bruner (1996) e Bereiter e Scardamalia (1996).

II. REFERENCIAIS TEÓRICOS

Todo professor ou pesquisador em Ensino, em diferentes situações, já se deparou com a pergunta: *O que é aprendizagem?* Esse é o tipo de questão que admite múltiplas respostas, podendo todas elas serem igualmente válidas. A importância desta questão e do investimento na busca de uma resposta para ela está no seu potencial de reflexão e transformação da prática de ensino e da prática de pesquisa.

A formulação de uma resposta a essa questão não se restringe àqueles que lidam no âmbito da Educação. Todas as pessoas trazem consigo uma concepção sobre o que é aprender e o que é ensinar. A todo o momento aprendemos e ensinamos algo uns aos outros ora de maneira intencional, ora de maneira não intencional. Essa é uma característica humana, que transcende o fazer docente.

De acordo com Olson e Bruner (1996), as concepções que orientam a compreensão das pessoas sobre o processo de ensino e aprendizagem decorrem da maneira como se compreende o funcionamento da mente humana. Esses autores elaboraram uma construção teórica que relaciona concepções sobre o funcionamento da mente humana com concepções de ensino e aprendizagem. Decorre desse trabalho o estabelecimento de quatro categorias que tomamos como base para análise das concepções de aprendizagem em um conjunto de pesquisas em Ensino de Física. No quadro 1, apresentamos esse sistema de categorias. Em seguida, descreveremos com mais detalhes cada uma delas.

QUADRO I. Concepções de mente, aprendizagem e ensino em Olson e Bruner (1996).

Concepção de Mente	Concepção de Aprendizagem		Concepção de Ensino		
	O que é aprender?	Capacidades que possibilitam a aprendizagem	Papel do aluno	Papel do Professor	Conceito de Professor
Executora	Adquirir uma habilidade	Imitação	Repetir o que lhe é mostrado	Demonstrar	Artesão
Reprodutora	Ser capaz de lembrar o que foi transmitido	Memorização e recuperação de informações	Receber informações	Fornecer informações	Autoridade
Compartilhadora de Significados	Atribuir significados socialmente compartilhados	Interação social e reflexão	Compartilhar compreensão	Colaborar	Parceiro
Criadora de Significados	Elaborar novas ideias a partir de conhecimentos acumulados historicamente	Criação e articulação de ideias	Construir conhecimento	Gerenciar Informações	Consultor

A concepção de mente executora associa-se à visão de que a imitação dos procedimentos adotados pelo professor promove a aprendizagem do estudante. Nessa concepção, o papel do professor está associado à figura do artesão e às habilidades relacionadas a atividades de natureza manual. Sendo assim, para aprender não é esperado (nem necessário) que o aprendiz entenda teorias relacionadas ao ofício, mas que ele tenha a capacidade de repetir os passos do mestre. O desenvolvimento da habilidade de imitar resulta em um produto final cada vez mais parecido com um executado por uma figura de maior expertise e, portanto, avalia-se a aprendizagem através da comparação entre os produtos finais executados por artesão e aprendiz.

Na concepção de mente reprodutora o estudante é visto como alguém dotado da capacidade de receber conhecimento e resolver problemas de acordo com o que foi ensinado a ele. Ao contrário da executora, essa concepção de mente supõe que o estudante pode compreender as teorias que lhe tenham sido ensinadas. Ao conceber o conhecimento como algo externo ao estudante, a relação entre ensino e aprendizagem é estrita e imperativa. Sendo assim, a aprendizagem é avaliada a partir da correspondência entre as informações ensinadas e o que o aluno consegue dizer sobre elas posteriormente.

A concepção de mente compartilhadora de significados rompe com a ideia de que o conhecimento é um conjunto de informações externas ao aluno que devem ser inculcadas por ação do professor. A mente do estudante é concebida como capaz de interpretar, analisar, explicar e dizer sobre as experiências já vividas, sejam elas escolares ou não. Os significados dados a essas experiências devem ser compartilhados e construídos coletivamente, até que se atinja um consenso - o conhecimento intersubjetivo, uma espécie de correspondência entre as mentes dos integrantes. O professor medeia as interações como um parceiro e os colegas de turma ganham relevância no processo de aprendizagem. As evidências de aprendizagem vêm do aprimoramento das explicações individuais ou do grupo decorrente da colaboração e do compartilhamento de significados.

Para a concepção de mente criadora de significados, não basta apenas compartilhar significados para construir conhecimento; é necessário justificá-los. Conhecimentos que já foram questionados, colocados à prova e resistiram por serem baseados em evidências - conhecimentos objetivos - não têm igual valor ao conhecimento construído apenas pela correspondência de mentes de integrantes determinado grupo. Na concepção criadora, o estudante é visto como alguém que possui crenças e teorias que são formadas e revisadas a partir de evidências e não só através do consenso coletivo. A capacidade do estudante de justificar e embasar significados resulta em um domínio tão grande sobre o conhecimento que permite diálogo de forma crítica com ideias já consagradas: combinando-as, operacionalizando-as e criando novas. O aprendizado, sob essa perspectiva, pode ser analisado segundo a destreza com a qual o estudante justifica, articula e cria a partir de significados consagrados.

Embora as quatro categorias descritas acima estejam bem definidas, sentimos, do ponto de vista metodológico, a necessidade de torná-las mais operacionais. Recorremos ao trabalho de Bereiter e Scardamalia (1996) com essa finalidade. Esses autores apresentam uma discussão sobre concepções de mente e de aprendizagem que circulam nos ambientes educacionais e acadêmicos. A principal contribuição que trazem está na articulação dessas concepções para estabelecer uma ferramenta de análise e de transformação de práticas educativas.

Uma das bases para essa articulação de ideias feita por Bereiter e Scardamalia (1996) são os “três mundos de Popper(1972)” - 1, 2 e 3 - e um mundo intermediário proposto pelos próprios autores - o mundo 2.5 (quadro 2).

QUADRO II. Mundos de Popper (1972) sob o ponto de vista de Bereiter e Scardamalia (1996).

<i>Mundos</i>	<i>Caracterização</i>
1	Mundo real, físico e palpável
2	Mundo subjetivo construído por cada pessoa
2.5	Mundo das ideias compartilhadas por uma comunidade
3	Mundo em que as idéias são tratadas como objetos

Os mundos de Popper (1972) são considerados no trabalho de Bereiter e Scardamalia (1996) na apresentação do conceito de conhecimento objetivo ou conhecimento como objeto, que é aquele que existe independentemente das pessoas, que está “fora” delas. Trata-se de uma contraposição à noção de conhecimento subjetivo que é concebido como aquele localizado na mente de cada indivíduo.

A forma como Bereiter e Scardamalia (1996) apresentam esses mundos nos ajudou a melhor caracterizar o sistema de categorias apresentado no quadro 1, tornando-o mais operacional. O que fizemos foi articular o trabalho desses pesquisadores com o trabalho de Olson e Bruner (1996).

O mundo 1 é tido como aquele das coisas materiais e físicas. Nele, estão contidos os móveis de uma sala, as canetas, cachorros e tudo que é palpável. Podemos lidar com esses bens de diversas maneiras: podemos usar a caneta para escrever ou para prender o cabelo, podemos rearranjar a posição dos móveis e podemos brincar ou dar banho nos cachorros. Características como a cor da caneta, a disposição dos móveis e o tamanho dos cachorros, podem ser analisadas a partir de nossa observação direta, e portanto, possibilitam discussões com certo desembaraço. Entendemos que no mundo 1 opera a concepção de mente executora porque a aprendizagem é julgada a partir da capacidade do sujeito de lidar com os objetos desse mundo.

O mundo 3 é o das ideias consagradas, que podem ser tratadas como objetos. Essa definição decorre da articulação da noção de conhecimento objetivo para Bereiter e Scardamalia (1966), que apresentamos há pouco, e da noção de conhecimento objetivo para Olson e Bruner (1996). Para estes, o conhecimento objetivo é aquele que foi posto à prova e que sobreviveu pela qualidade de sua adequação às evidências disponíveis e por sua importância em termos de contribuição para uma espécie de “armazém cultural” - um reservatório metafórico que reúne todo o conhecimento que é construído pela humanidade. Nesse mundo, as linhas de campo idealizadas por Michael Faraday como esforço para compreender um fenômeno sem formulação matemática são tão reais quanto uma caneta. Consideramos que para uma concepção de mente criadora de significados a aprendizagem está relacionada à habilidade em lidar com objetos do mundo 3.

O mundo 2 é o lugar da subjetividade, onde se situam as mentes de cada indivíduo. Por isso, não é diretamente observável. Entretanto, é possível inferir o que o sujeito pensa a partir de suas interações verbais e não verbais com o mundo que constitui. Essa inferência permite a comparação do conhecimento de vários indivíduos (conhecimento intersubjetivo) e a comparação dos conhecimentos subjetivos com os conhecimentos objetivos pertencentes ao mundo 3. A avaliação de aprendizagem, na concepção de mente reprodutora, é feita a partir da verificação da correspondência entre o mundo 2 e os mundos 1 e 3 - isso é, o aluno aprendeu se o que ele comunica corresponde ao que está no livro didático, ao que o professor ensinou em sala de aula ou a observações diretas de objetos do mundo 1. Embora essa concepção de mente reprodutora lide com objetos do mundo 3, não se espera do estudante a capacidade em lidar sozinho com tais objetos. A concepção reprodutora não identifica os mundos 1 e 3 como diferentes, pois assume conhecimento como algo pronto e que, para aprender, é necessário adquiri-lo ou incorporá-lo da maneira como ele é. Em outras palavras, o conhecimento é algo externo à mente de um indivíduo e que, para ser internalizado, é necessária aceitação das coisas como elas são.

A principal diferença entre as concepções reprodutora e criadora é que, para esta, o estudante é capaz de operar com conhecimento objetivo e perceber a natureza continuamente expansível e reelaborável do mundo 3. Por outro lado, numa visão de mente reprodutora não se espera que o estudante consiga lidar com os objetos do Mundo 3 sem que ele seja guiado por alguém que já saiba.

Bereiter e Scardamalia (1996) propuseram também o mundo 2.5, do conhecimento “embutido na prática”, conhecimento que permeia o ambiente e é compartilhado entre mentes de várias pessoas que, muitas vezes, nem sequer percebem que o possuem ou compartilham e, por tal motivo, não pode ser tratado como objeto. O Conhecimento intersubjetivo de Olson e Bruner (1996) dialoga com isso ao estabelecer que ele não pode ser objetivo porque as pessoas que o compartilham não possuem boas razões para justificá-lo. O mundo 2.5, portanto, se vincula

à concepção de compartilhadora de significados, já que as práticas sociais para essa concepção regem o que é tido como conhecimento. A gênese do conhecimento está no compartilhamento intersubjetivo de concepções e crenças, numa espécie de convergência entre mentes. Aprender demanda participação e percepção dessa correspondência.

O resultado da articulação dos trabalhos de Bereiter e Scardamalia (1996) e Olson e Bruner (1996) está no quadro 3, no qual também apresentamos indicadores que nos ajudaram a identificar as concepções de aprendizagem presentes nos artigos que foram objetos de nossa análise.

QUADRO III. Operacionalização do sistema de categorias empregado para análise.

<i>Concepção de Mente</i>	<i>Caracterização da Aprendizagem</i>	<i>Indicadores (tipo de aprendizagem considerada nos artigos selecionados para análise)</i>
Executora	Capacidade de operar com objetos do mundo 1.	Capacidade do estudante de reproduzir ações e procedimentos demonstrados pelo professor ou colegas. Não pressupõe compreensão dos fundamentos que regem essas ações e procedimentos.
Reprodutora	Capacidade de reter e recuperar informações (mundo 2) sobre objetos do mundo 1 e 3.	Capacidade do estudante de recuperar ideias, conceitos e teorias a fim de responder a questões que lhe são apresentadas.
Compartilhadora de Significados	Capacidade de operar ativamente no mundo 2.5	Capacidade dos estudantes de aprimorarem ou elaborarem o entendimento sobre determinadas ideias, conceitos, leis ou teorias a partir da interação com o outro e da colaboração.
Criadora de significados	Capacidade de atuar no mundo 3 por meio do relacionamento de ideias desse mundo e da elaboração de novas ideias.	Capacidade do estudante de mobilizar conhecimentos objetivos acumulados historicamente de maneira justificada para elaboração de solução de novos problemas.

Para encerrar esta seção, cabe uma nota de cautela: os mundos apresentados no quadro 2, na prática, são indissociáveis - separá-los é um esforço intelectual para tentar organizar concepções de conhecimento, aprendizagem, ensino etc. Um exemplo provocativo sugerido por Bereiter e Scardamalia (1996) é o livro didático - cujo conteúdo (ideias consagradas) é produto do mundo 3 em uma representação do mundo 1 (papel).

III. DELINEAMENTO METODOLÓGICO

Este estudo consiste numa análise documental de relatos de pesquisa empírica sobre aprendizagem em pequenos grupos de estudantes em aulas de Física. Delimitamos artigos que lidam com pequenos grupos pois essa temática constitui um de nossos interesses de pesquisa. Centramos nas aulas de Física pois é nessa área que atuamos.

Utilizamos o portal Qualis Capes, ferramenta oficial brasileira de classificação da produção científica, para identificar os periódicos dedicados ao Ensino de Ciências classificados como A1 (classificação máxima) nas áreas de Educação e Ensino. Definimos o período entre 2012 e 2017 para busca de artigos. Buscamos, nas páginas dos periódicos ou em bases de dados nas quais estavam indexados, pela combinação (lógica AND) de três palavras-chave: “pequenos grupos”, “aprendizagem” e “Física” - em inglês “small group”, “learning” e “physics”. Não restringimos os campos de busca: texto principal, palavras-chave, resumo e título foram sondados. Enviamos o resultado dessa busca inicial para o gerenciador de referências Zotero. Usamos a ferramenta “gerar relatório” do Zotero para estruturar uma planilha com o resumo de todos os artigos que levantamos. Passamos, então, à triagem dos artigos para análise.

A triagem inicial se baseou nos seguintes critérios:

1. O resumo deveria indicar que trata-se de um relato de pesquisa empírica sobre aprendizagem.
2. Apenas pesquisas sobre aprendizagem em Física foram mantidas - pesquisas em aprendizagem de conteúdos específicos de Química e Biologia foram excluídas.
3. Incluímos apenas pesquisas em ambientes formais de aprendizagem.
4. Artigos de revisão, teóricos e relatos de experiência foram excluídos.

A maior dificuldade apresentada nesta triagem inicial foi distinguir as pesquisas com foco nos processos de ensino das pesquisas com foco na aprendizagem dos estudantes. Isso porque muitos resumos eram ambíguos quanto a essa característica das pesquisas. Outra dificuldade consistiu no fato de que a configuração de pequenos grupos também não era explícita em um grupo significativo de resumos, embora fosse sugerida em outros campos como o título.

Diante dessas dificuldades, optamos por manter todos os artigos que suscitaram dúvidas no momento de aplicação dos critérios de triagem para a fase de leitura completa dos textos.

Os artigos selecionados para essa fase de leitura do texto completo foram enviados para outro gerenciador de referências (Mendeley) que apresenta ferramentas mais interessantes para leitura e marcação dos artigos. Depois de organizados, retomamos àqueles artigos em que tivemos dúvidas ao aplicar os critérios 1-4 descritos acima. Buscamos sanar as dificuldades que relatamos no parágrafo anterior da seguinte maneira:

- A partir da leitura dos objetivos e das questões de cada pesquisa, verificamos se o foco do artigo era aprendizagem em ambiente formal. Em caso de negativo, o artigo era excluído.
- Buscamos pelo contexto da pesquisa para verificar se a investigação da aprendizagem se deu a partir de situações de sala de aula nas quais os estudantes trabalharam em pequenos grupos. Foram excluídos os trabalhos que não adotaram tal arranjo.

A. Categorização dos Artigos

Após a triagem dos artigos, procedemos ao trabalho de análise. Usamos o sistema de categorias apresentado no quadro 3 para classificar as concepções de aprendizagem presentes nos diferentes relatos de pesquisa. Alguns dos artigos triados apresentavam a seguinte inconsistência: as seções de apresentação do referencial teórico e de apresentação dos resultados traziam diferentes concepções de mente e aprendizagem. Tivemos que definir qual seção tomaríamos como referência para proceder a análise e responder a nossa questão de pesquisa.

Inspirados em Rex, Steadman e Graciano (2006), focamos na seção de resultados de cada artigo, visto que as reais concepções dos pesquisadores sobre o que é aprender se materializam nesta seção.

Exemplificaremos o uso que fizemos do sistema de categorias do quadro 3. Tomaremos para exemplificação trechos extraídos da seção de resultados dos artigos que constituíram nossa base de análise. Nenhum artigo triado foi categorizado na concepção executora, portanto, não exemplificaremos essa categoria.

Exemplo 1: Reprodutora

Essa concepção entende que a aprendizagem se dá quando há correspondência entre o mundo 2 e os mundos 1 e 3. Veja o exemplo extraído de “Learning, retention, and forgetting of Newton’s third law throughout university physics” (Sayre et al., 2012) abaixo:

Especulamos, portanto, que a aula sobre os conceitos elétricos escalares interfere na resposta de uma questão baseada em vetores (força coulombiana). Na semana 5, a aula muda para corrente, resistência e circuitos. Embora também seja escalar e tenhamos observado que a performance da semana 5 ainda é inferior à média, suspeitamos que como a aula não envolve explicitamente as cargas elétricas, o efeito de interferência é diminuído (Sayre et al., 2012, p. 9)

Sendo que interferência foi definida como:

Um terceiro fenômeno, interferência, ocorre quando dois pedaços de informações relacionadas (ou tarefas) são aprendidas. O desempenho em um pode diminuir significativamente quando o segundo é aprendido antes (pró-ativo) ou após (retroativo) e a quantidade de interferência aumenta com o grau de semelhança entre os dois elementos de informação. (Sayre et al., 2012, p.2)

Para esses autores, aprendizagem está relacionada à capacidade de recuperar e relacionar informações, tendo sido inferida a partir de resultado em testes de múltipla escolha. Ao longo do texto, a aprendizagem também é associada à memória, o que pode sugerir que o trabalho lida com uma concepção de mente análoga a um compartimento que retém informações obtidas externamente. Assim, julgamos que, para esses autores, a aprendizagem está localizada no mundo 2 e avaliada de acordo com a correspondência do que está contido lá com os mundos 1 e 3.

Exemplo 2: Compartilhadora de significados

Em uma análise cuja a concepção de mente é a compartilhadora de significados, há a intenção de investigar a construção de conhecimentos por grupos de estudantes (conhecimento intersubjetivo), a correspondência entre os significados atribuídos pelos membros do grupo e as interações estabelecidas entre os seus membros.

Na pesquisa “Transitions in students’ epistemic framing along two axes” (Irving, Martinuk e Sayre 2013), os autores dedicam-se a investigar as transições que os estudantes fazem entre perspectivas brincalhona e séria (eixo horizontal)

e estreita e expansiva (eixo vertical). No trecho abaixo, extraído da análise de dados, podemos notar a ênfase dada às interações:

As interações tendem a ser mais expansivas em 32% do tempo e mais estreitas em 53% das vezes. Um adicional de 15% do vídeo não é mostrado neste gráfico porque os eixos são apenas para discussão, e os alunos não discutem nada durante esse tempo. (Irving, Martinuk e Sayre, 2013, p.8)

O trecho indica que o sistema de categorias foi elaborado especificamente para a análise de discussões entre os estudantes. Destacamos que a análise não abrange o conteúdo de Física (pertencente ao mundo 3). Sendo assim, entendemos que o investigador estava analisando a correspondência de perspectivas entre os estudantes - localizadas no mundo 2.5.

Exemplo 3: Criadora de Significados

Nesta concepção, a destreza em operar objetos do mundo 3 (conhecimento objetivo) com vistas a apresentação de soluções para novos problemas é tomada para fazer inferências sobre a aprendizagem do estudante. Oliveiras et al (2014) em "*Students' Attitudes to Information in the Press: Critical Reading of a Newspaper Article With Scientific Content*", classificaram três perfis de leitores. Uma das categorias definidas pelos autores é denominada leitor crítico:

Estudantes que fazem comparação entre dados, evidências ou informações dadas pelo texto, informações encontradas na Internet e seu próprio conhecimento científico para chegar a conclusões que consideram diversas perspectivas. Os alunos que executam esse processo são considerados leitores críticos. (Oliveiras, Márquez e Sanmartí, 2014, p.612)

A identificação de leitor crítico não só corresponde à do leitor da concepção "criadora de significados", como explicita que o aluno deve contrastar informações com o seu próprio conhecimento - ou seja, operacionalizar o conhecimento objetivo para avaliar as informações obtidas por diferentes fontes. Em seguida, analisa o trecho da resposta dos alunos:

O aluno identifica algumas das idéias científicas (fontes de energia, transformação de energia e transferência de energia sob a forma de calor ou degradação de energia), mas não fornece justificativa científica da relação entre CO₂ e energia. (Oliveiras, Márquez e Sanmartí, 2014, p.626)

Destacamos neste trecho que apenas "identificar" ideias científicas se mostra insuficiente para os autores. Leitores críticos, na perspectiva deles, devem elaborar justificativas que correlacionem objetos do mundo 3.

IV. RESULTADOS

Nossa busca inicial retornou 375 artigos. A triagem baseada nos resumos nos levou a descartar 237 artigos na etapa inicial. Acessamos o texto completo dos outros 138 trabalhos. Após essa etapa, ainda com base nos critérios de triagem, restaram para nossa análise 42 artigos.

Os principais motivos de exclusão de trabalhos para nossa análise foi (i) não se tratar de pesquisa com estudantes que trabalhavam em pequenos grupos em aulas de Física e (ii) não se tratar de pesquisa em que a aprendizagem figurava como objeto de investigação.

No quadro 4, apresentamos a categorização dos artigos triados segundo a concepção de aprendizagem expressa na seção de análise de dados desses mesmos artigos. Na coluna resumo, apontamos o número de resumos que analisamos dos artigos obtidos a partir dos nossos critérios de busca; na coluna "textos completos", contabilizamos o número de artigos em que procedemos a análise dos textos completos; na coluna "selecionados", contabilizamos os artigos que passaram pelo processo de triagem; nas quatro últimas colunas, apresentamos o resultado de nossa categorização.

QUADRO IV. Operacionalização do sistema de categorias empregados para análise.

ISSN	Título do Periódico	Resumos	Textos completos	Selecionados	Executores	Reprodutores	Compartilhadores	Criadores
1980-850X	CIÊNCIA & EDUCAÇÃO	6	2	0	0	0	0	0
1983-2117	ENSAIO: PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS (ONLINE)	2	2	1	0	0	0	1
0102-4744	REVISTA BRASILEIRA DE ENSINO DE FÍSICA	4	4	0	0	0	0	0
1554-9178	PHYSICAL REVIEW SPECIAL TOPICS. PHYSICS EDUCATION RESEARCH	111	42	19	0	6	11	2
0157-244X	RESEARCH IN SCIENCE EDUCATION	66	34	11	0	1	8	2
1059-0145	JOURNAL OF SCIENCE EDUCATION AND TECHNOLOGY	53	20	4	0	0	2	2
0926-7220	SCIENCE & EDUCATION (DORDRECHT)	43	20	4	0	0	2	2
1571-0068	INTERNATIONAL JOURNAL OF SCIENCE AND MATHEMATICAL EDUCATION	52	11	2	0	0	1	1
1871-1510	CULTURAL STUDIES OF SCIENCE EDUCATION (ONLINE)	27	1	1	0	0	1	0
0031-9120	PHYSICS EDUCATION (BRISTOL. PRINT)	11	2	0	0	0	0	0
TOTAL (absoluto)		375	138	42	0	7	25	10
TOTAL EM PORCENTAGEM - $f(x) = \text{CATEGORIA} / \text{TOTAL DE SELECIONADOS}$					0	16,7	59,5	23,8

As categorias Compartilhadora e Criadora apresentaram maior quantidade de artigos quando comparadas às categorias Executora e Reprodutora. Atribuímos este resultado à escolha de pequenos grupos como termo chave, já que essa configuração de sala promove maior interação entre os alunos. Assim, é razoável inferir que o pesquisador que lida com esse tipo de sala de aula não tenha uma concepção do processo de ensino-aprendizagem em que o professor figura como protagonista e que o estudante seja passivo em relação ao conhecimento.

Ainda assim, a porção de 16,7% dos artigos (7 trabalhos) foi categorizada como Reprodutora. Embora o valor seja relativamente alto, notamos que em três desses sete artigos apresentam-se concepções de aprendizagem no referencial teórico que diverge da concepção de aprendizagem sinalizada nos resultados. Trataremos dessa divergência na próxima subseção. Os outros quatro artigos apresentaram concepção reprodutora sobre o processo de aprendizagem tanto no tratamento dos referenciais teóricos, quanto na apresentação dos resultados. Ambos foram publicados na *Physical Review Special Topics*. Por exemplo, um deles investiga aprendizagem a partir de sua associação à curvas de memória e esquecimento; o outro lida com a consistência de respostas corretas no *Force Concept Inventory* (FCI) - ambos, portanto, analisam a correspondência entre o mundo 2 e os mundos 1 e 3, característica desta categoria.

Apresentam concepção compartilhadora sobre o processo de aprendizagem 59,5% dos artigos analisados. Esse valor expressivo pode indicar que, para a maioria dos pesquisadores, a principal função do trabalho em pequenos grupos é promover um contexto propício para troca de ideias e construção coletiva de conhecimento. Além disso, consideramos essa concepção bem mais abrangente em relação às outras. Uma evidência disso é o fato de ser a única em que Olson e Bruner (Olson and Bruner 1996) dividiram em subcategorias - que não foram trabalhadas neste estudo.

Os outros 23,8% dos artigos tomados para análise apresentaram concepção de aprendizagem categorizada como criadora de significados. Nesses trabalhos, o contexto dos pequenos grupos parece cumprir a função de dar oportunidade para que os alunos mobilizem estratégias para navegar pelo mundo 3 e justifiquem suas respostas coordenando objetos deste mesmo mundo. No que diz respeito à quantidade de artigos cuja concepção de

aprendizagem foi categorizada como “criadora”, o valor encontrado ficou abaixo de nossas expectativas: esperávamos que nossa busca resultasse em valores próximos para as duas últimas categorias do quadro 3, que atribuem capacidades mais sofisticadas aos estudantes. É notável uma tendência de valorização do conhecimento construído pelos alunos. Contudo, é possível que o pesquisador interessado em investigar a desenvoltura dos estudantes com o conhecimento objetivo sintam-se inseguro ao não conceder o mesmo prestígio que seus pares ao conhecimento construído coletivamente em sala de aula.

Por fim, cabe destacar que o tratamento das discussões entre estudantes como principal fonte de dados é característica comum dos trabalhos que trazem as concepções compartilhadora e criadora sobre o processo de aprendizagem. O que os diferencia é o tipo de conhecimento que se propõem a analisar.

A. Concepções divergentes no mesmo trabalho

A análise dos artigos triados mostrou uma situação interessante: seções distintas de um mesmo artigo podem trazer concepções divergentes sobre mente e aprendizagem. Apresentamos, a seguir, uma análise desses casos. Recorremos a passagens dos artigos para apresentar evidências que sustentam nossas afirmações.

Concepção compartilhadora nos referenciais e reprodutora nos resultados

Identificamos três artigos com este tipo de divergência. Exemplificaremos nossa análise com base em um deles, que é bastante representativo. Em “Effective student teams for collaborative learning in an introductory university physics course” (Harlow, Harrison e Meyertholen, 2016), os autores trabalham com uma perspectiva socioconstrutivista nos referenciais teóricos:

A previsão de que aprender em equipe pode ser mais eficaz do que aprender como indivíduos isolados foi melhor articulada por Vygotsky. Ele introduziu o conceito da zona de desenvolvimento proximal, que descreve o que um aluno pode fazer com ajuda, em comparação com o que ele ou ela pode fazer sem ajuda. No contexto da aprendizagem colaborativa e de Peer Instruction, os companheiros de cada aluno formam o andaime necessário para manter o aluno dentro de sua zona mais efetiva de desenvolvimento proximal. (Harlow, Harrison e Meyertholen, 2016, p.1)

Contudo, na análise de dados, esses autores verificaram se o trabalho em grupo impactou a aprendizagem dos estudantes com base no resultado individual obtido em teste padronizado - o Inventário do Conceito de Força:

Nosso estudo produziu um resultado nulo: a composição das equipes não teve efeito mensurável sobre a aprendizagem dos alunos. Os ganhos normalizados no FCI são os mesmos dentro das incertezas para todos os tipos de alunos em todos os tipos de equipes. (Harlow, Harrison e Meyertholen, 2016, p.8)

A estratégia metodológica utilizada para avaliar a aprendizagem busca identificar correspondência entre o mundo 2 de cada aluno aos mundos 1 e 3, como se quisessem avaliar a capacidade de aplicação do conhecimento adquirido.

A contradição está em adotar um referencial teórico que coloca a interação entre estudantes como o cerne do processo de aprendizagem e conduzir uma análise de dados em que a aprendizagem foi inferida através do método “caixa preta” (Cf. Cohen, 1994) de pré e pós-teste. Em outras palavras, a aprendizagem foi inferida a partir das respostas corretas a teste padrão e não através de indícios obtidos na interação entre os estudantes.

Concepção compartilhadora nos referenciais e criadora nos resultados

Identificamos dois artigos que apresentam essa divergência. Ambos fazem mais que analisar o conhecimento construído na interação entre estudantes: eles, na verdade, investigam a desenvoltura dos estudantes em lidar com ideias consagradas do Mundo 3 e criar a partir delas. Isso caracteriza um deslocamento do olhar do conhecimento intersubjetivo para o conhecimento objetivo, o que é típico da concepção criadora de novos significados.

Exemplificaremos o que acabamos de dizer com base no artigo “Interações discursivas em pequeno grupo durante uma atividade investigativa sobre determinação da aceleração da gravidade” (PEREIRA, 2013). Na seção dos referenciais teóricos desse trabalho, os questionamento e as justificativas dos estudantes são tratadas como parte de uma conversa exploratória, definida no trecho abaixo:

Na conversa exploratória, o discurso é dominado por refutações e solicitações de esclarecimentos que expliquem ou justifiquem uma ideia. Essa conversa implica em raciocínio e suas regras básicas necessitam que sejam observados e considerados os pontos de vista de todos os participantes; os pares tratam de forma crítica, mas construtiva, as ideias dos demais, já que as afirmações e sugestões são consideradas conjuntamente e o avanço do grupo ocorre por intermédio de negociações coletivas. (Pereira, 2013, p.69-70)

Nesse tratamento teórico, há uma ênfase na negociação entre os integrantes do grupo e não na desenvoltura qual eles lidam com ideias consagradas (conhecimento objetivo). Na apresentação dos resultados, tem-se uma perspectiva diferente:

Henrique disse que ia usar $V=V_0+gt$ (função horária da velocidade no movimento uniformemente variado), sendo inicialmente seguido por Silvia, que apontou, no turno 158, que para utilizar essa relação matemática havia a necessidade de conhecer a velocidade do objeto, o que poderia dificultar a utilização da fórmula. Diante disso, Henrique argumentou, no turno 159, que tal velocidade poderia ser calculada pela velocidade média (V_m). Naquele momento, ficou clara a confusão de Henrique entre os conceitos de velocidade e velocidade média. No entanto, o grupo parece não ter identificado esse problema, pelo menos de forma explícita. (Pereira, 2013, p.77)

Interpretamos que a autora reflete sobre como os estudantes lidam com conhecimento objetivo (conceito e fórmula de velocidade), característica de uma concepção criadora.

Já no recorte abaixo, notamos que a autora destaca que uma das estudantes justifica sua ideia com base nas variáveis disponíveis (destaque feito pela própria autora como recurso de análise):

Dando sequência à conversa exploratória, Carolina expôs seu ponto de vista – contrapondo-se à ideia de que a proposição de Henrique era mais prática – e esclareceu o porquê de sua escolha (turno 164, Carolina), no que foi apoiada por Solange (turno 166).

[164] (Carolina) Eu acho que essa aqui [referindo-se à fórmula $h = \frac{1}{2}gt^2$] é melhor porque a gente vai ter o tempo, certo? A altura, certo?

[165] (Solange) Só vai faltar o g.

[166] (Carolina) É. (Pereira, 2013, p.77)

Há outras evidências de que a maneira que os integrantes do grupo operam com conhecimento objetivo é relevante na análise de dados, por exemplo, no trecho seguinte:

[...] a resposta que o aluno Henrique lhe forneceu, nos turnos 170 e 172, demonstra que ele seguiu confundindo os conceitos de velocidade e velocidade média e que o grupo não foi capaz de identificar esse problema. Portanto, a falta desse conhecimento científico justifica por que a aluna Solange defendeu, no turno 173, que fossem considerados os pontos de vista de ambos, Carolina e Henrique.

[167] (Henrique) Mas aqui também, a gente vai ter a velocidade inicial e a velocidade final. [168] (Silvia) A mesma coisa. Delta S e t.

[169] (Solange) Como a gente vai achar velocidade?

[170] (Henrique) Gente, V_m .

[171] (Silvia) Isola o g, isola o g aí. Faz essa conta no papel. Isola o g.

[172] (Henrique) Velocidade média é igual a delta S sobre delta t. A gente vai ter o delta t o Audacity, o delta S também...

[173] (Solange) Então vamos fazer desses dois jeitos, então... (Pereira, 2013, p.78)

Constatamos que, embora o artigo também se dedique a analisar o conhecimento intersubjetivo (ex. organização do grupo, liderança exercida por uma das alunas), parte significativa dos resultados apresentados envolveram a análise da operacionalização de conhecimento científico. Uma vez que a pesquisa contém expressiva avaliação da habilidade em lidar com objetos do Mundo 3, entendemos que a análise dos dados foi pautada por uma concepção de aprendizagem criadora.

Entretanto, no referencial teórico, ressalta a relevância da construção significados aceitos por membros do grupo (conhecimento intersubjetivo) para a aprendizagem, sem explicitar se há diferença entre os significados compartilhados entre os integrantes de um pequeno grupo de estudantes e aqueles consagrados pela comunidade científica:

Como as pessoas interagem entre si de modo eminentemente discursivo, as interações sociais são sempre mediadas pela linguagem. Sendo assim, a indissociabilidade defendida por Vigotski (2009) entre pensamento e linguagem indica que investigar o discurso dos estudantes pode nos auxiliar na compreensão de seus processos de aprendizagem, já que é por meio da interação social que ocorrem o intercâmbio de significados entre os sujeitos e a apreensão dos significados compartilhados socialmente. (Pereira, 2013, p.67-68)

V. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Buscamos responder a seguinte pergunta: quais concepções de aprendizagem estão presentes nas pesquisas

conduzidas em aulas de física nas quais os estudantes trabalham em pequenos grupos? Para abordar essa questão, utilizamos um sistema de categorias baseado nos trabalhos de Olson e Bruner (1996) e Bereiter e Scardamalia (1996).

Dos 42 artigos analisados, 25 trabalhos concebem a aprendizagem como decorrente da construção de conhecimento que é compartilhado por um grupo (concepção compartilhadora de significados). Em outros 10 trabalhos, entende-se aprendizagem como uma certa destreza em operar ideias consagradas pela Ciência (concepção criadora de significados). Por fim, identificamos 7 artigos em que a aprendizagem é entendida como a habilidade em absorver e recuperar conhecimentos ensinados pelo professor (concepção reprodutora).

Interpretamos o predomínio da concepção compartilhadora de significados entre os artigos analisados como decorrente da natureza das atividades didáticas analisadas ou que constituíram o contexto de análise: tratam-se de atividades em que os estudantes trabalharam em pequenos grupos. Ao conduzir pesquisa num contexto com esse tipo de atividade, é natural que os pesquisadores estejam interessados no caráter coletivo de elaboração do conhecimento e que se dediquem a compreender os processos de evolução do conhecimento intersubjetivo - definido como conhecimento compartilhado entre os membros de um grupo.

Identificamos que apenas 11 dos 42 artigos analisados apresentam definição explícita de aprendizagem. Mesmo que a carência de fundamentação teórica de aprendizagem já tenha sido apontada na literatura em Ensino de Física (Pasqualetto, Veit e Araújo, 2017), esse resultado causa estranheza uma vez que o objeto de investigação desses artigos é a aprendizagem. Como se pode investigar a aprendizagem sem defini-la ao menos minimamente? Por outro, é razoável pensar que a explicitação da concepção de aprendizagem pelos autores pode causar desconforto já que envolve posicionamento em relação ao próprio trabalho, ao campo de pesquisa em que se insere e entre o trabalho e o campo de pesquisa.

Investigar o fenômeno da aprendizagem é uma tarefa que exige criatividade. Pode-se fazê-lo sob diversas perspectivas, o que pode levar a resultados que se complementam. Enfatizamos que nosso trabalho de pesquisa não teve como objetivo fazer juízo de valor sobre a qualidade ou a propriedade desta ou daquela concepção de aprendizagem usada por nossos pares. Buscamos, na verdade, fazer um levantamento geral para compreender como o fenômeno da aprendizagem tem sido investigado em aulas de Física o que, para nós, professores e pesquisadores, se constituiu como um exercício reflexivo.

Este trabalho traz como implicação para a pesquisa e para a prática de ensino um sistema de categorias (quadro 3) que decorre da articulação teórica de definições de concepção de mente e aprendizagem. Tal sistema de categorias pode ser usado como exercício de reflexão e planejamento sobre as maneiras de ensinar, sobre a avaliação da aprendizagem e sobre a construção de delineamentos metodológicos nas pesquisas.

REFERÊNCIAS

- Bereiter, C. e Scardamalia, M. (1996). Rethinking Learning. Em David R. Olson and N. Torrance (Eds.), *The Handbook of Education and Human Development: New Models of Learning, Teaching, and Schooling*, Cambridge: Blackwell.
- Cohen, E. G. (1994). Restructuring the Classroom: Conditions for Productive Small Groups. *Review of Educational Research*, 64(1), 1–35.
- Dewey, J. (1910). *How We Think*. Boston: D. C. Heath & Co.
- Freire, P. (1982). *Educação Como Prática Da Liberdade*. Rio de Janeiro: Paz e Terra.
- Harlow, J. J. B., Harrison, D. M. e Meyertholen, A. (2016). Effective Student Teams for Collaborative Learning in an Introductory University Physics Course. *Physical Review Physics Education Research* 12(1), 010138.
- Irving, P. W., Martinuk, M. S. e Sayre, E. C. (2013). Transitions in Students' Epistemic Framing along Two Axes. *Physical Review Special Topics - Physics Education Research*, 9(1), 1–11.
- Leach, J., e Scott, P. (2003). Individual and sociocultural views of learning in science education. *Science & education*, 12(1), 91-113.
- Oliveira, V., Araujo, I. S., e Veit, E. A. (2017). Resolução de problemas abertos no ensino de física: uma revisão da literatura. *Revista brasileira de ensino de física*, 39(3), e3402.

Oliveras, B., Márquez, C. e Sanmartí, N. (2014). Students' Attitudes to Information in the Press: Critical Reading of a Newspaper Article With Scientific Content. *Research in Science Education* 44(4), 603–26.

Olson, D. R. e Bruner, J. S. (1996). Folk Psychology and Folk Pedagogy. Em Olson, D.R. and Torrance, N. (Eds) *The Handbook of Education and Human Development: New Models of Learning, Teaching, and Schooling*. Cambridge: Blackwell.

Pasqualetto, T. I., Veit, E. A., e Araujo, I. S. (2017). Aprendizagem Baseada em Projetos no Ensino de Física: uma Revisão da Literatura. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, 17(2), 551-577.

Pereira, M. M. (2013). Interações Discursivas em Pequeno Grupo Durante uma Atividade Investigativa sobre Determinação da Aceleração da Gravidade. *Ensaio - Pesquisa em Educação em Ciências*, 15(2), 65–85.

Piaget, J. (2002). *Epistemologia Genética*. São Paulo: Martins Fontes.

Popper, K. R. (1972). *Objective Knowledge: An Evolutionary Approach*. Oxford: Clarendon Press.

Rex, L. A.; Steadman, S. C.; Graciano, M. K. (2006). Researching the complexity of classroom interaction. Em Green, J. L. et al. (Eds). *Handbook of Complementary Methods in Education Research*. New Jersey: Lawrence Erlbaum Assoc.

Sayre, E. C. et al. (2012). Learning, Retention, and Forgetting of Newton's Third Law throughout University Physics. *Physical Review Special Topics - Physics Education Research* 8(1), 1–10.

Vygotsky, L. S. 1991. *A Formação Social Da Mente: O Desenvolvimento Dos Processos Psicológicos Superiores*. São Paulo: Martins Fontes.

APÊNDICE

Lista dos artigos analisados segundo a concepção de aprendizagem:

REPRODUTORA
Broughton, S. H., Sinatra, G. M. e Nussbaum, E. M. (2013). "Pluto has been a planet my whole life!" Emotions, attitudes, and conceptual change in elementary students' learning about Pluto's reclassification. <i>Research in Science Education</i> , 43(2), 529-550.
Dounas-Frazer, D. R., Van De Bogart, K. L., Stetzer, M. R. e Lewandowski, H. J. (2016). Investigating the role of model-based reasoning while troubleshooting an electric circuit. <i>Physical Review Physics Education Research</i> , 12(1), 010137.
Harlow, J. J., Harrison, D. M., e Meyertholen, A. (2016). Effective student teams for collaborative learning in an introductory university physics course. <i>Physical Review Physics Education Research</i> , 12(1), 010138.
Kuo, E. e Wieman, C. E. (2016). Toward instructional design principles: Inducing Faraday's law with contrasting cases. <i>Physical Review Physics Education Research</i> , 12(1), 010128.
Leinonen, R., Asikainen, M. A. e Hirvonen, P. E. (2013). Overcoming students' misconceptions concerning thermal physics with the aid of hints and peer interaction during a lecture course. <i>Physical Review Special Topics-Physics Education Research</i> , 9(2), 020112.
Sayre, E. C., Franklin, S. V., Dymek, S., Clark, J. e Sun, Y. (2012). Learning, retention, and forgetting of Newton's third law throughout university physics. <i>Physical Review Special Topics-Physics Education Research</i> , 8(1), 010116.
Stewart, J., Miller, M., Audo, C. e Stewart, G. (2012). Using cluster analysis to identify patterns in students' responses to contextually different conceptual problems. <i>Physical Review Special Topics-Physics Education Research</i> , 8(2), 020112.
COMPARTILHADORA DE SIGNIFICADOS
Archila, P. A. (2015). Using history and philosophy of science to promote students' argumentation. <i>Science & Education</i> , 24(9-10), 1201-1226.
Barth-Cohen, L. A., Smith, M. K., Capps, D. K., Lewin, J. D., Shemwell, J. T., e Stetzer, M. R. (2016). What are middle school students talking about during clicker questions? Characterizing small-group conversations mediated by classroom response systems. <i>Journal of Science Education and Technology</i> , 25(1), 50-61.
Berge, M. (2017). The role of humor in learning physics: A study of undergraduate students. <i>Research in science education</i> , 47(2), 427-450.
Berge, M. e Danielsson, A. T. (2013). Characterising learning interactions: A study of university students solving physics problems in groups. <i>Research in Science Education</i> , 43(3), 1177-1196.
Due, K. (2014). Who is the competent physics student? A study of students' positions and social interaction in small-group discussions. <i>Cultural Studies of Science Education</i> , 9(2), 441-459.
Enghag, M., Forsman, J., Linder, C., MacKinnon, A., e Moons, E. (2013). Using a disciplinary discourse lens to explore how representations afford meaning making in a typical wave physics course. <i>International Journal of Science and Mathematics Education</i> , 11(3), 625-650.
Hu, D. e Rebello, N. S. (2013). Using conceptual blending to describe how students use mathematical integrals in physics. <i>Physical Review Special Topics-Physics Education Research</i> , 9(2), 020118.
Impedovo, M. A., Delsierieys-Pedregosa, A., Jégou, C. e Ravanis, K. (2017). Shadow formation at preschool from a socio-materiality perspective. <i>Research in Science Education</i> , 47(3), 579-601.
Irving, P. W., Martinuk, M. S. e Sayre, E. C. (2013). Transitions in students' epistemic framing along two axes. <i>Physical Review Special Topics-Physics Education Research</i> , 9(1), 010111.
Kallunki, V. (2013). How to Measure Qualitative Understanding of DC-Circuit Phenomena-Taking a Closer Look at the External Representations of 9-Year-Olds. <i>Research in Science Education</i> , 43(2), 827-845.
Leinonen, R., Asikainen, M. A. e Hirvonen, P. E. (2017). Peer discussions in lecture-based tutorials in introductory physics. <i>Physical Review Physics Education Research</i> , 13(1), 010114.
Lowe, D., Newcombe, P., e Stumpers, B. (2013). Evaluation of the use of remote laboratories for secondary school science education. <i>Research in Science Education</i> , 43(3), 1197-1219.
Malgieri, M., Onorato, P. e De Ambrosis, A. (2017). Test on the effectiveness of the sum over paths approach in favoring the construction of an integrated knowledge of quantum physics in high school. <i>Physical Review Physics Education Research</i> , 13(1), 010101.
Marušić, M., Sliško, J. (2012). Effects of two different types of physics learning on the results of CLASS test. <i>Physical Review Special Topics-Physics Education Research</i> , 8(1), 010107.
Mestad, I. e Kolstø, S. D. (2017). Characterizing Students' Attempts to Explain Observations from Practical Work: Intermediate Phases of Understanding. <i>Research in Science Education</i> , 47(5), 943-964.
Miller, K., Schell, J., Ho, A., Lukoff, B., Mazur, E. (2015). Response switching and self-efficacy in Peer Instruction classrooms. <i>Physical Review Special Topics-Physics Education Research</i> , 11(1), 010104.

Muñoz-García, M. A., Moreda, G. P., Hernández-Sánchez, N., e Valiño, V. (2013). Student reciprocal peer teaching as a method for active learning: An experience in an electrotechnical laboratory. <i>Journal of Science Education and Technology</i> , 22(5), 729-734.
Na, J. e Song, J. (2014). Why everyday experience? Interpreting primary students' science discourse from the perspective of John Dewey. <i>Science & Education</i> , 23(5), 1031-1049.
Ottander, C. e Ekborg, M. (2012). Students' experience of working with socioscientific issues-a quantitative study in secondary school. <i>Research in Science Education</i> , 42(6), 1147-1163.
Pepper, R. E., Chasteen, S. V., Pollock, S. J., e Perkins, K. K. (2012). Observations on student difficulties with mathematics in upper-division electricity and magnetism. <i>Physical Review Special Topics-Physics Education Research</i> , 8(1), 010111.
Pizzolato, N., Fazio, C., Mineo, R. M. S., e Adorno, D. P. (2014). Open-inquiry driven overcoming of epistemological difficulties in engineering undergraduates: A case study in the context of thermal science. <i>Physical Review Special Topics-Physics Education Research</i> , 10(1), 010107.
Sayre, E. C. e Irving, P. W. (2015). Brief, embedded, spontaneous metacognitive talk indicates thinking like a physicist. <i>Physical Review Special Topics-Physics Education Research</i> , 11(2), 020121.
Toplis, R. (2012). Students' views about secondary school science lessons: The role of practical work. <i>Research in Science Education</i> , 42(3), 531-549.
Wittmann, M. C. e Black, K. E. (2015). Mathematical actions as procedural resources: An example from the separation of variables. <i>Physical Review Special Topics-Physics Education Research</i> , 11(2), 020114.
Wood, A. K., Galloway, R. K., Hardy, J. e Sinclair, C. M. (2014). Analyzing learning during Peer Instruction dialogues: A resource activation framework. <i>Physical Review Special Topics-Physics Education Research</i> , 10(2), 020107.
CRIADORA DE SIGNIFICADOS
Haglund, J., Jeppsson, F., Hedberg, D., Schönborn, K. J. (2015). Students' framing of laboratory exercises using infrared cameras. <i>Physical review special topics-Physics education research</i> , 11(2), 020127.
Haglund, J., Jeppsson, F. e Schönborn, K. J. (2016). Taking on the heat—a narrative account of how infrared cameras invite instant inquiry. <i>Research in science education</i> , 46(5), 685-713.
Kryjevskaja, M., Stetzer, M. R. e Heron, P. R. (2013). Student difficulties measuring distances in terms of wavelength: Lack of basic skills or failure to transfer?. <i>Physical Review Special Topics-Physics Education Research</i> , 9(1), 010106.
Leone, M. (2014). History of physics as a tool to detect the conceptual difficulties experienced by students: the case of simple electric circuits in primary education. <i>Science & Education</i> , 23(4), 923-953.
Lingefjärd, T. e Farahani, D. (2018). The elusive slope. <i>International Journal of Science and Mathematics Education</i> , 16(6), 1187-1206.
Pallant, A. e Lee, H. S. (2015). Constructing scientific arguments using evidence from dynamic computational climate models. <i>Journal of Science Education and Technology</i> , 24(2-3), 378-395.
Park, J. e Song, J., Abrahams, I. (2016). Unintended learning in primary school practical science lessons from Polanyi's perspective of intellectual passion. <i>Science & Education</i> , 25(1-2), 3-20.
Oliveras, B., Márquez, C. e Sanmartí, N. (2014). Students' Attitudes to Information in the Press: Critical Reading of a Newspaper Article With Scientific Content. <i>Research in Science Education</i> 44(4), 603–26
Pereira, M. M. (2013). Interações Discursivas em <i>Pequeno Grupo Durante uma Atividade Investigativa sobre Determinação da Aceleração da Gravidade. Ensaio - Pesquisa em Educação em Ciências</i> , 15(2): 65–85.
Varma, K. (2014). Supporting scientific experimentation and reasoning in young elementary school students. <i>Journal of Science Education and Technology</i> , 23(3), 381-397.