

Raciocínio Baseado em Evidência por Estudantes de um Curso Técnico de Nível Médio em Tarefas de Hidrostática¹

Evidence-Based Reasoning by Vocational High School's Students in Hydrostatic Tasks

Alexandre Fagundes Faria

Colégio Técnico da Universidade Federal de Minas Gerais

affaria@ufmg.br

Arnaldo de Moura Vaz

Colégio Técnico e PPG em Educação da Universidade Federal de Minas Gerais

arnaldovaz@ufmg.br

Resumo

Atividades didáticas que favorecem o desenvolvimento de estratégias de raciocínio são objeto de interesse da pesquisa em Ensino de Ciências. Entre essas estratégias está o Raciocínio Baseado em Evidência (RBE). Buscamos identificar o uso de RBE por estudantes e investigar a maneira com que eles reelaboram suas experiências dessa estratégia de raciocínio. Nosso referencial teórico-metodológico assenta-se na *Teoria da Experiência* de Dewey. Acompanhamos cinco grupos de estudantes ao longo de um trimestre letivo em aulas regulares de física. Eles pertenciam à 2ª série de cursos técnicos de nível médio de uma escola federal de Belo Horizonte. Gravamos os grupos em áudio e vídeo. Nas gravações, tomamos notas de acontecimentos relacionados à nossa questão de pesquisa. Selecionamos para análise um dos grupos com base na assiduidade. Percebemos que os estudantes tiveram experiências educativas envolvendo RBE quando solucionaram tarefas sobre hidrostáticas e que experiências relacionadas à dinâmica newtoniana foram reelaboradas para isso.

Palavras chave: pensamento científico; raciocínio baseado em evidência; tutorial; experiência; ensino de física.

Abstract

Classroom activities that promote the development of reasoning strategies has attracted the interest of Science Education research. The evidence-based reasoning (EBR) is an example of these strategies. We search for the use of EBR by students and investigate how them transform their experience with this reasoning strategy. Our theoretical framework was based on John Dewey's Theory of Experience. We follow five students groups on 2014 1st school quarter in routine physics classroom. The students were enrolled in electronics and computer science courses in a Brazilian vocational high school. We recorded the groups in audio and

¹ Agradecemos à FAPEMIG pelo apoio concedido para apresentação deste trabalho.

video. During recordings, we make notes about relevant events related to research questions. Based on attendance, we chose one of the groups for analysis. We found that students had educative experiences with RBE on hydrostatics tasks and then transform their experiences related to Newtonian Dynamics for this.

Key words: scientific thinking; evidence-based reasoning; tutorial; experience; physics teaching.

Introdução

Documentos curriculares elaborados por governos e por entidades não governamentais, bem como trabalhos acadêmicos no âmbito do Ensino de Ciências têm sinalizado demandas atuais de aprendizagem que ultrapassam a esfera do domínio conceitual (BRASIL, 2013; FENSHAM, 2012; MANSILLA; JACKSON, 2011; NRC, 2013; POZO; CRESPO, 2009; VIEIRA; TENREIRO-VIEIRA; MARTINS, 2011). Consideramos que atividades didáticas de Ciências que oportunizam o uso de estratégias de raciocínio de domínio geral por estudantes vão ao encontro dessas demandas.

A definição de estratégia de domínio geral que usamos neste trabalho vem do conceito de pensamento científico, que é tratado por alguns autores como constituído por duas dimensões: por conhecimentos de domínio específico (conceitos, modelos e teorias próprio de cada uma das ciências) e por estratégias de domínio geral (elaboração e teste de hipóteses, coordenação entre teoria e evidência, elaboração de inferências, construção de modelos mentais etc) (BORGES, 2006; JIROUT; ZIMMERMAN, 2015; JULIO; VAZ, 2007; ZIMMERMAN, 2000). Estas estratégias são denominadas por gerais em função do reconhecimento de que também podem ser utilizadas por pessoas em situações cotidianas, fora do contexto científico. Cabe destacar que os conhecimentos de domínio específico e as estratégias de domínio geral são inseparáveis e isso deve ser considerado também no trabalho de análise dos dados (ALMUDI; CEBERIO, 2014; DING, 2014; VALANIDES; PAPAGEORGIOU; ANGELI, 2013).

Quando empregamos a expressão pensamento científico não pressupusemos a existência de um “método científico” formado por passos ou procedimentos discretos e sequenciados. Como alertam Millar e Lubben (1996), são escassas e controversas as evidências a respeito da existência desse tipo de método. Isso porque a Ciência é um processo de construção marcado por idas e vindas, circunscrito pelos mais variados aspectos da esfera social e cultural dos envolvidos. Posicionamentos como esse são discutidos em diferentes trabalhos de nossa área de pesquisa (AL-AHMADI; REID, 2011; KASSEBOEHMER; FERREIRA, 2013; MAIA; JUSTI, 2008; TANG et al., 2010).

No relato de pesquisa que ora apresentamos, priorizamos a exposição dos resultados da análise do uso de uma estratégia de domínio geral por estudantes: o Raciocínio Baseado em Evidência (RBE). Em geral, as pesquisas que tratam do RBE se caracterizam pela abordagem da coordenação entre teoria e evidência. Parece-nos que essa é uma característica induzida por trabalhos precursores e influentes como os de Kuhn (1989) e Kuhn, Amsel e O’Loughlin (1988). A coordenação entre teoria e evidência envolve a avaliação de hipóteses iniciais com base em resultados de experimentos planejados para esse fim. A partir disso, essas hipóteses iniciais são aceitas, reformuladas e novamente testadas ou rejeitadas (VALANIDES; PAPAGEORGIOU; ANGELI, 2013). Kuhn (1989) salienta que essa coordenação se efetiva a partir do momento em que se consegue distinguir teoria de evidência para então relacioná-las.

Quando falamos de RBE, não nos referimos somente à coordenação entre teoria e evidência

tal qual proposto por Kuhn (1989), mas a todas as iniciativas em que estudantes destacam algum tipo de evidência na tentativa de embasar seus argumentos. Essas iniciativas podem ser mais básicas que a estratégia de coordenação, mas nem por isso menos importantes. Elas são fundamentais para que se desenvolva a capacidade de coordenar teoria e evidência. Porém, são raros os trabalhos que tratam do RBE sob esse ponto de vista. Essa é uma potencial contribuição da nossa investigação.

Este trabalho é um desdobramento de uma pesquisa mais ampla, cujo projeto iniciou-se há cinco anos. Neste relato de pesquisa, buscamos responder a pergunta: Estudantes reelaboram suas experiências com RBE em tarefas sobre dinâmica newtoniana quando são solicitados a lidar com novas tarefas sobre hidrostática?

Referencial Teórico-Metodológico

Nosso objeto de investigação são as experiências nas quais estudantes mobilizaram a estratégia de raciocínio baseado em evidência (RBE) para lidar em grupo com tarefas de Física sobre Hidrostática. Para abordar esse objeto, recorreremos à Teoria da Experiência de John Dewey (1966, 1997).

Para Dewey (1966), nem toda experiência tem valor educativo: há experiências educativas, mas também há experiências não educativas. Para distinguir esses dois tipos de experiência, Dewey propôs o princípio da continuidade e o princípio da interação.

O princípio da continuidade diz que “[...] *toda experiência tanto toma algo das experiências passadas quanto modifica de algum modo a qualidade das experiências que virão* (DEWEY, 1966, p. 35)”. As experiências educativas conduzem a um tipo de crescimento que possibilita ao indivíduo agir de modo inteligente em novas situações alargando o campo das experiências. Em outras palavras, as experiências educativas envolvem o que denominamos por reelaboração de experiências: um processo pelo qual as experiências presentes se conectam às experiências passadas e adquirem o potencial de se conectarem às experiências que se estabelecerão no futuro.

O princípio da interação, por sua vez, estabelece que as experiências educativas dependem igualmente das condições internas e das condições objetivas, estando ambas em interação. As condições internas são relativas ao indivíduo. Elas compreendem os interesses, os hábitos, as necessidades e os valores de cada pessoa. As condições objetivas, externas ao indivíduo, envolvem equipamentos, infraestrutura, recursos mediacionais e até mesmo outras pessoas com suas condições internas próprias. Assim, pode-se dizer que as experiências educativas são marcadas por interações entre pessoas e por interações entre pessoas e objetos. Uma educação que privilegie o estabelecimento de experiências educativas deve evitar os extremos, ou seja, deve evitar privilegiar as condições internas em detrimento das condições objetivas e vice-versa. Nas experiências educativas “pesos iguais” são conferidos a ambas condições, tomando-as em interação (DEWEY, 1966). A interação entre condições internas e condições objetivas forma o que Dewey chama de situação e o que outros autores, como Michael Cole (1996), chamam de contexto.

Para operacionalizar o princípio da interação, recorreremos ao conceito de engajamento. Esse conceito que se refere à relação que o estudante estabelece com as atividades escolares que lhe são propostas. Essa relação se constitui no contexto e com o contexto de desenvolvimento dessas atividades. Transformações no contexto promovem mudança nas características do engajamento exibido pelos estudantes (FREDRICKS; BLUMENFELD; PARIS, 2004; FRYDENBERG; AINLEY; RUSSELL, 2005; SINATRA; HEDDY; LOMBARDI, 2015).

Pode-se, então, afirmar que o engajamento, assim como o conceito de experiência, é dotado de um caráter relacional, pois ele se constitui permanentemente, e de maneira dinâmica, a partir da interação das condições internas do indivíduo com as condições objetivas de uma atividade. A interpretação que fizemos disso, à luz do princípio da interação, é que esse indivíduo irá se engajar quando, em alguma medida, houver convergência entre suas condições internas e as condições objetivas envolvidas na realização de tarefas associadas a atividades. Assim, propomos o engajamento em tarefas como um indício de que houve interação entre as condições internas e objetivas (FARIA, 2016).

Delineamento Metodológico

Contexto da Pesquisa

Acompanhamos cinco grupos de três a quatro estudantes da 2ª série dos cursos técnicos integrados de nível médio em eletrônica e em Informática de uma escola pública federal de Belo Horizonte. Permanecemos em classe durante todo o 1º trimestre letivo de 2014. Nesse período, foram desenvolvidas atividades inspiradas pelos Tutoriais de Física Introdutória (MCDERMOTT; SHAFFER, 2002). Essas atividades versaram sobre dinâmica newtoniana e hidrostática.

A comunicação que fazemos aqui será centrada em um desses grupos que era composto por três garotas e um rapaz: Ada, Maria, Rosalinda e Isaac. A escolha desse grupo se deu pelo fato de ter sido o único dentre os grupos voluntários da pesquisa cujos membros estiveram presentes em todas as aulas do trimestre letivo em que coletamos dados. Os participantes tinham entre 15 e 17 anos. Utilizamos nomes fictícios para garantir o anonimato. Esse foi um dos cuidados éticos que tomamos na condução desta pesquisa que foi aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG).

Estratégia de Coleta e Análise dos Dados

Gravamos e observamos em classe o grupo de estudantes. Usamos duas câmeras que enquadraram o grupo a partir de diferentes perspectivas. As câmeras captaram o áudio geral da turma. Colocamos um gravador de áudio sobre a mesa do grupo a fim de captar em detalhe as interações verbais. Um de nós permaneceu em sala e tomou notas de acontecimentos importantes que se relacionaram ao objetivo da pesquisa. As notas foram feitas em caderno de campo em ordem cronológica, sendo identificadas pelos horários e por breves descrições dos acontecimentos.

Na 1ª etapa da análise, assistimos às gravações em vídeo sincronizadas com as gravações em áudio das aulas em que os estudantes lidaram com tarefas sobre hidrostática. Passamos os vídeos sem qualquer tipo de pausa ou interrupção. Tomamos notas das principais ações dos estudantes, das principais ações do professor e das ocorrências em que houve mobilização de estratégias de domínio geral pelos estudantes. Cada nota era precedida pelo tempo de gravação. Quando terminamos de assistir a todas as gravações, relemos as anotações a fim de identificar episódios nos quais os estudantes mobilizaram a estratégia de raciocínio baseado em evidência (RBE). Na 2ª etapa da análise, refinamos o que foi feito na 1ª etapa. Tornamos a assistir às gravações com pausas, avanços e retrocessos. Recorremos ao caderno de campo para conferir interpretações e para certificar de que não deixamos escapar acontecimentos relevantes. Transcrevemos os episódios em que houve RBE. Por fim, na 3ª etapa, caracterizamos as experiências dos estudantes em que houve mobilização de RBE para

solucionar as tarefas que lhes foram propostas e buscamos indícios de reelaborações de experiências passadas nas experiências em curso.

Resultados e Discussão

Em trabalhos anteriores (FARIA, 2016; FARIA; VAZ, 2015), mostramos que os estudantes do grupo que ora analisamos tiveram experiências educativas no curso de Física. Naqueles trabalhos, observamos o uso de raciocínio baseado em evidência (RBE), entre outras estratégias de raciocínio, quando trabalharam em tarefas sobre dinâmica newtoniana. Essas tarefas sobre dinâmica newtoniana foram propostas nas primeiras aulas do 1º trimestre letivo do curso de Física. Agora, neste trabalho, apresentamos resultados da análise que fizemos da reelaboração dessas experiências desses estudantes quando trabalharam em novas tarefas sobre hidrostática que lhes foram propostas nas demais aulas do 1º trimestre letivo.

As experiências dos estudantes com RBE no trabalho com as tarefas sobre hidrostática também foram experiências educativas, assim como ocorreu nas aulas sobre dinâmica newtoniana. Afirmamos que essas experiências foram educativas, pois percebemos que suas características indicam continuidade e da interação entre as condições objetivas e as condições internas dos estudantes.

Inferimos interação entre as condições internas dos estudantes e as condições objetivas para o desenvolvimento das tarefas com base nas características do engajamento dos estudantes. Os estudantes mostraram-se envolvidos comportamental, emocional e cognitivamente na lida com essas tarefas. Comportamentalmente, pois todos se empenharam, contribuíram com propostas de resolução e foram persistentes diante das dificuldades. Emocionalmente, pois os estudantes demonstraram interesse e gosto pelos desafios propostos no processo de resolução das tarefas. Houve momentos em que os estudantes também se mostraram frustrados ou nervosos o que demonstra envolvimento emocional, apesar de serem emoções com conotação negativa. Cognitivamente, pois cada um dos membros do grupo investiu na compreensão das situações e dos fenômenos abordados.

Avaliamos também que as experiências com as tarefas de hidrostática são marcadas por uma continuidade, pois notamos processos de reelaboração de experiências anteriores pelos estudantes para lidarem com essas tarefas. Em especial, os estudantes se valeram de suas experiências com as tarefas sobre dinâmica newtoniana. Há um episódio que representa bem esse tipo de reelaboração que notamos na análise que fizemos com base no princípio da continuidade.

No final do 1º trimestre letivo, quando se tratou do princípio de Arquimedes, os estudantes comparavam as intensidades das forças peso e empuxo que agiam sobre um bloco que flutuava em água (figura 1). A comparação dessas duas forças se deu para duas situações: quando o bloco era abandonado, a partir do repouso, no centro do recipiente, iniciando um movimento acelerado para cima; quando o bloco flutuava em repouso na superfície.

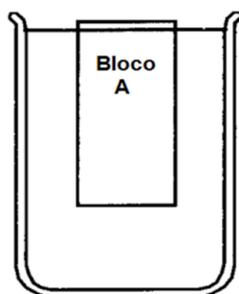


Figura 1: bloco que flutua em água – adaptado de McDermott e Shaffer (2002).

A sequência de turnos de fala a seguir ilustra como os estudantes mobilizaram o RBE e reelaboraram suas experiências com a 1ª e a 2ª Leis de Newton para realizarem a tarefa de comparação:

- [1] *Maria*: “No instante em que o bloco A é abandonado, o empuxo sobre ele é maior, menor ou igual ao seu próprio peso?”. Maior! [aspas para indicar leitura do enunciado proposto].
- [2] *Ada*: Maior. Agora a justificativa. [breve silêncio enquanto escrevem no caderno]. Quando ele está em repouso é porque ele é igual, não é?
- [3] *Isaac*: é.
- [4] *Ada*: continua sendo maior. [disse isso após ler em voz baixa o enunciado que pedia a comparação de peso e empuxo para a situação em que o bloco flutua na superfície – no turno 6, Ada lê parte do enunciado em voz alta].
- [5] *Maria*: A dois. [refere-se ao enunciado seguinte]
- [6] *Ada*: “Quando o bloco A alcança a superfície, é observado que ele...”²
- [7] *Isaac*: Igual, né?
- [8] *Ada*: Oi?
- [9] *Isaac*: Igual.
- [10] *Ada*: Continua a mesma de antes. [quis dizer que o empuxo continuava maior que o peso]
- [11] *Isaac*: Oi?
- [12] *Ada*: Continua a mesma de antes, ou seja...
- [13] *Isaac*: É igual, né? [Maria relê o enunciado em voz baixa].
- [14] *Maria*: Não. Ele continua sendo maior.
- [15] *Ada*: Porque se fosse igual ia afundar...
- [16] *Maria*: Ele ia afundar de novo. Ele ia entrar por completo dentro da água, entendeu? Se fosse igual ele ficaria paradinho assim, no meio, no centro. Entendeu?
- [17] *Ada*: Se o empuxo fosse igual ao peso ele iria ficar no centro da água.
- [18] *Maria*: Tem que ser maior ainda por que ele ainda mantém o objeto para fora.
- [19] *Ada*: Ainda seria maior.
- [20] *Isaac*: Não gente...
- [21] *Ada*: Porque se fosse igual, porque se ele está para cima...
- [22] *Maria*: Aí o que exerce sobre o objeto agora mantendo ele dentro do líquido é a pressão atmosférica.
- [23] *Ada*: Entendeu? Porque se ele ainda está para cima é porque tem alguma coisa empurrando ele para cima senão ele afundava.
- [24] *Isaac*: Aqui ó. Como tem um pedacinho [para fora da água] o empuxo dele diminui, não é?
- [25] *Maria*: Hunhumm... [concorda com Isaac]
- [26] *Isaac*: Fica igual ao peso.
- [27] *Ada*: É. Não. Mas não fica igual ao peso porque ainda tem alguma coisa puxando o bloco para cima.
- [28] *Rosalinda*: Não, mas está sustentando. Essa parte para baixo, para fora, diminui um pouco do empuxo, então o empuxo [inaudível – Maria fala ao mesmo tempo que Rosalinda].
- [29] *Maria*: o empuxo sustenta para cima. O peso sustenta para baixo. Só que o empuxo ainda é maior que o peso.
- [30] *Rosalinda*: Não, gente! Eles têm que estar em equilíbrio para ficar em repouso. Porque se fosse maior ele subiria.

Entre os turnos [1] e [3], os estudantes comparam as intensidades das forças peso e empuxo para a situação em que o bloco A (fig.1) é abandonado no centro do béquer. Todos parecem concordar que o empuxo é maior que a força peso. O fato de não haver discordância entre os estudantes e de, possivelmente, suporem um compartilhamento do entendimento sobre a situação em questão pode explicar a ausência de discussão sobre a justificativa à resposta. Os estudantes o fizeram por escrito no caderno. As anotações dos estudantes evidenciam o uso de RBE e a reelaboração das Leis de Newton para a realização da comparação:

Justificativa – Caderno de Maria: “*Maior [empuxo maior que peso], pois o bloco entra em movimento acelerado para cima*”.

Justificativa – Caderno de Isaac: “*Maior [empuxo maior que peso], pois o objeto é acelerado para cima, portanto ele tem que ter uma resultante na direção do empuxo*”.

Os estudantes tomaram o movimento acelerado do bloco como uma evidência para afirmar a

² “Quando o bloco A alcança a superfície, é observado que ele flutua em repouso como mostra a figura (fig.1). Nesta posição final, o empuxo sobre ele é maior, menor ou igual ao próprio peso?”

existência de uma força resultante para cima, o que permite afirmar que o empuxo é maior que a força peso. Esses registros escritos dos estudantes sugerem também uma reelaboração da compreensão da 2ª Lei de Newton para realizar a comparação.

Entre os turnos [4] e [27], os estudantes comparam as intensidades das forças peso e empuxo para a situação em que o bloco A flutua como mostrado na figura 1. Essa comparação, em relação à anterior, mostrou-se mais difícil para o grupo. Ada e Maria consideram que o empuxo continua maior que o peso, pois senão o “*bloco iria afundar*”. Ada chega a afirmar no turno [23] que o bloco flutua, pois algo o “*puxa para cima*”. Ada e Maria parecem se orientar por concepções espontâneas que não discutiremos aqui por não serem o foco da análise (Cf. HERON et al., 2003; LOVERUDE; KAUTZ; HERON, 2003). Isaac defende que empuxo e peso devem ser iguais. Inferimos que ele se baseou na evidência do repouso do bloco e reelaborou seu entendimento sobre a 1ª Lei de Newton para fazer essa afirmação. Isso porque nos turnos [24] e [26] ele reconhece que o empuxo diminui visto que o bloco desloca menos líquido, mas essa diminuição ocorre até o momento em que o empuxo se iguala ao peso.

Rosalinda, que observava atenta as discussões, empreende RBE e se manifesta entre os turnos [28] e [30]. Ela apresenta argumentos baseados na evidência do repouso do bloco e que sugerem a reelaboração da 1ª e da 2ª Leis de Newton. A estudante destaca o repouso do bloco para afirmar que é nula a resultante das forças que atuam sobre ele. Além disso, valendo-se provavelmente do conhecimento sobre essas leis, ela propõe o que ocorreria com o bloco caso o empuxo fosse mesmo maior que o peso.

Considerações Finais

A pesquisa que relatamos neste artigo está entre aquelas que se dedicam ao estudo da aprendizagem em contextos escolares. Trata-se de uma investigação sobre a aprendizagem de estratégia de raciocínio por estudantes da Educação Profissional de Nível Médio. Queríamos saber se estudantes reelaboram suas experiências com raciocínio baseado em evidência (RBE) para solucionarem tarefas sobre hidrostática. Buscamos, assim, manter um diálogo com as atuais demandas de aprendizagem sinalizadas por entidades e pesquisadores de todo o mundo (BRASIL, 2013; FENSHAM, 2012; MANSILLA; JACKSON, 2011; NRC, 2013; POZO; CRESPO, 2009; VIEIRA; TENREIRO-VIEIRA; MARTINS, 2011).

Observamos que o grupo de estudantes reelaborou suas experiências de RBE no contexto da dinâmica newtoniana, que identificamos em Faria e Vaz (2015) e em Faria (2016), para solucionar novas tarefas sobre hidrostática. As evidências apresentadas nos enunciados das tarefas e reforçadas pelo professor a respeito do comportamento de fluidos e de objetos imersos em fluidos foram destacadas pelos estudantes para a estruturação de argumentos. Os estudantes lançaram mão do conhecimento que tinham sobre as Leis de Newton para interpretar as evidências disponíveis, dando encaminhamento à resolução das tarefas propostas. Entendemos que isso caracterizou um processo de reelaboração de experiências, tanto pela influência das experiências passadas nas experiências presentes, quanto pelo potencial que estas adquiriram de influenciar experiências futuras.

Cabe ressaltar que nossa análise nos permitiu perceber que os estudantes tiveram experiências educativas com as tarefas de hidrostática, pois, além da reelaboração de experiências passadas, houve grande engajamento de todos no processo de resolução dessas tarefas. Tudo isso nos pareceu de acordo com o que Dewey (1966) propõe nos princípios da continuidade e da interação.

Esta nossa pesquisa não aborda diretamente a questão da transferência de aprendizagem, que é controversa e muitas vezes ideologicamente polarizada (RITCHHART; PERKINS, 2005). Apesar disso, consideramos que o referencial teórico que usamos e os resultados que apresentamos podem fomentar e qualificar discussões a esse respeito. Há que se considerar que o aprofundamento desse trabalho de análise a partir de uma perspectiva deweyana tem grande potencial de contribuir significativamente para o debate a respeito da transferência, a exemplo de trabalhos como o de Pugh (2004) e Pugh e Bergin (2005).

Referências

- AL-AHMADI, F. M. A.; REID, N. Scientific thinking. What is it and can it be measured? **Revista de Educación en Ciencias**, v. 12, n. 5, p. 53–59, 2011.
- ALMUDI, J. M.; CEBERIO, M. Analysis of arguments constructed by first-year engineering students addressing electromagnetic induction problems. **International Journal of Science and Mathematics Education**, n. Março, 2014.
- BRASIL. **Diretrizes Curriculares Nacionais da Educação Básica**, 2013.
- COLE, M. **Cultural Psychology - A once and future discipline**. Cambridge: Harvard University Press, 1996.
- DEWEY, J. **Democracy and Education**. 30. ed. New York: Free Press, 1966.
- DEWEY, J. **Experience and Education**. New York: Touchstone, 1997.
- DING, L. Verification of causal influences of reasoning skills and epistemology on physics conceptual learning. **Physical Review Special Topics - Physics Education Research**, v. 10, n. 2, p. 1–5, 14 jul. 2014.
- FARIA, A. F. **Investigação de experiências de pensamento científico de estudantes em tarefas de física em grupo**. [s.l.] Universidade Federal de Minas Gerais, 2016.
- FARIA, A. F.; VAZ, A. M. **Investigação de Experiências de Pensamento Científico: Estudantes em atividades estimuladas pelos Tutoriais de Física Introdutória** Anais do X Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. **Anais...Águas de Lindoia: ABRAPEC**, 2015
- FENSHAM, P. J. **The challenge of generic competences to science education** (C. Bruguière, A. Tiberghien, P. Clément, Eds.) Proceedings of the ESERA 2011 Conference: Science learning and Citizenship. **Anais...Lyon: ESERA, 2012** Disponível em: <http://www.esera.org/media/ebook/strand9/ebook-esera2011_FENSHAM-09.pdf>
- FREDRICKS, J. A.; BLUMENFELD, P. C.; PARIS, A. H. School Engagement: Potential of the Concept, State of the Evidence. **Review of Educational Research**, v. 74, n. 1, p. 59–109, 1 jan. 2004.
- FRYDENBERG, E.; AINLEY, M.; RUSSELL, V. J. **Student Motivation and Engagement**. Canberra: [s.n.].
- HERON, P. R. L. et al. Helping students develop an understanding of Archimedes' principle. II. Development of research-based instructional materials. **American Journal of Physics**, v. 71, n. 11, p. 1188–1195, 2003.
- KASSEBOEHMER, A. C. MÉTODO INVESTIGATIVO EM AULAS TEÓRICAS DE Q. : ESTUDO DAS CONDIÇÕES DA FORMAÇÃO DO ESPÍRITO CIENTÍFICOA;
FERREIRA, L. H. O método investigativo em aulas teóricas de Química: estudo das

- condições da formação do espírito científico. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 12, p. 144–168, 2013.
- KUHN, D. Children and adults as intuitive scientists. **Psychological review**, v. 96, n. 4, p. 674–689, 1989.
- KUHN, D.; AMSEL, E.; O’LOUGHLIN, M. **The Development of Scientific Thinking Skills**. San Diego: Academic Press, 1988.
- LOVERUDE, M. E.; KAUTZ, C. H.; HERON, P. R. L. Helping students develop an understanding of Archimedes’ principle. I. Research on student understanding. **American Journal of Physics**, v. 71, n. 11, p. 1178–1187, 2003.
- MAIA, P. F.; JUSTI, R. Desenvolvimento de habilidades no Ensino de Ciências e o processo de avaliação: Análise da coerência. **Ciência & Educação**, v. 14, n. 3, p. 431–450, 2008.
- MANSILLA, V. B.; JACKSON, A. **Educating for Global Competence: Preparing Our Youth to Engage the World**. New York: Asia Society, 2011.
- MCDERMOTT, L. C.; SHAFFER, P. S. **Tutorials in Introductory Physics**. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall, 2002.
- MILLAR, R.; LUBBEN, F. Knowledge and Action: Students’ Understanding of the Procedures of Scientific Enquiry. In: WELDFORD, G.; OSBORNE, J.; SCOTT, P. (Eds.). . **Research in Science and Education in Europe**. London: Falmer Press, 1996. p. 166–173.
- NRC. **Next Generation Science Standards**. Disponível em: <<http://www.nextgenscience.org/>>. Acesso em: 12 fev. 2015.
- POZO, J. I.; CRESPO, M. Á. G. **A Aprendizagem e o Ensino de Ciências - do conhecimento cotidiano ao conhecimento científico**. 5ª ed. Porto Alegre: Artmed, 2009.
- PUGH, K. J. Newton’s laws beyond the classroom walls. **Science Education**, v. 88, n. 2, p. 182–196, mar. 2004.
- PUGH, K. J.; BERGIN, D. A. The Effect of Schooling on Students’ Out-of-School Experience. **Educational Researcher**, v. 34, n. 9, p. 15–23, 1 dez. 2005.
- RITCHHART, R.; PERKINS, D. N. Learning to Think : The Challenges of Teaching Thinking. In: HOLYOAK, K. J.; MORRISON, R. G. (Eds.). . **The Cambridge Handbook of Thinking and Reasoning**. 1. ed. New York: Cambridge University Press, 2005. p. 775–802.
- SINATRA, G. M.; HEDDY, B. C.; LOMBARDI, D. The Challenges of Defining and Measuring Student Engagement in Science. **Educational Psychologist**, v. 50, n. 1, p. 1–13, 2015.
- TANG, X. et al. The scientific method and scientific inquiry: Tensions in teaching and learning. **Science Education**, v. 94, n. 1, p. 29–47, 2010.
- VALANIDES, N.; PAPAGEORGIOU, M.; ANGELI, C. Scientific Investigations of Elementary School Children. **Journal of Science Education and Technology**, v. 23, n. 1, p. 26–36, 10 abr. 2013.
- VIEIRA, R. M.; TENREIRO-VIEIRA, C.; MARTINS, I. P. Critical thinking : Conceptual clarification and its importance in science education. **Science Education International**, v. 22, n. 1, p. 43–54, 2011.