

ENSINO DE CIÊNCIAS POR INVESTIGAÇÃO E A EPISTEMOLOGIA DE GASTON BACHELARD: POSSÍVEIS RELAÇÕES NA ABORDAGEM DOS RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS

*Carla Márcia Alvarenga da Silva
Antônio Carlos de Oliveira Guerra*

Introdução

A sociedade contemporânea está passando por profundas transformações, podemos citar como exemplo, o avanço tecnológico nos meios de informação e comunicação. Há algum tempo estudiosos vem considerando essas mudanças como um novo paradigma da sociedade, denominando-a como Sociedade da Informação¹ (SILVA; SERAFIM, 2016). Uma sociedade sustentada na tecnologia, cuja evolução, nas últimas décadas, vem criando um novo contexto virtual, novas maneiras de interação no espaço cibernético e, sobretudo, proporcionando a criação de inúmeras ferramentas que afetam vários campos, sendo um deles a educação. Como um desses avanços tecnológicos, destaca-se a internet,

¹ Também chamada de Sociedade do Conhecimento, surgiu no fim do Século XX, vinda da expressão Globalização (SILVA; SERAFIM, 2016).

responsável por inúmeras transformações culturais e sociais, sendo indispensável à sociedade.

Para Moran (1994), a internet também está provocando profundas mudanças no contexto escolar. A educação vem sofrendo diversas modificações em virtude dos recursos que são disponibilizados para fins educacionais. Nesse contexto, recursos digitais como *tablets*, *smartphones* e *e-books* vêm sendo inseridos nas atividades educacionais, associando-os às Tecnologias de Informação e Comunicação tradicionais.

Mediante a isso, Gonçalves et al. (2019) e et al. (2019) afirmam que os livros digitais (*e-books*) têm ganhado destaques entre os materiais considerados como produtos educacionais², sendo utilizados tanto na divulgação de resultados de pesquisas, como no desenvolvimento de uma educação de qualidade, enquanto objetos virtuais de aprendizagem (OVA)³.

² Os produtos educacionais, além de se constituírem em elementos que viabilizam a pesquisa na formação docente, são caracterizados como ferramentas pedagógicas, elaboradas pelos próprios profissionais em formação que comportam conhecimentos organizados objetivando viabilizar a prática pedagógica. (FREIRE, GUERRINI e DUTRA, 2016).

³ Objeto virtual de aprendizagem é um recurso digital reutilizável que auxilie na aprendizagem de algum conceito e, ao mesmo tempo, estimule o desenvolvimento de capacidades pessoais, como, por exemplo, imaginação e criatividade. Dessa forma, um objeto virtual de aprendizagem pode tanto contemplar um único conceito quanto englobar todo o corpo de uma teoria. Pode ainda compor um

Em decorrência da estreita relação entre a sociedade e a internet, o *e-book* está ganhando cada vez mais espaço no meio educacional. Entende-se que os livros digitais são uma evolução dos livros físicos, uma vez que o custo-benefício e disseminação do material impresso tornam-se mais dispendiosos, enquanto os livros digitais são caracterizados pelo fácil manuseio e por ocuparem menos espaço (SILVA et al., 2019). O uso massivo da internet pela sociedade contemporânea corrobora com a aceitação do *e-book* pelos leitores do mundo moderno.

Sendo assim, é necessário traçar estratégias novas e relevantes para determinar como os educadores podem usar os livros digitais no processo de auto capacitação e na formação do educando, priorizando o desenvolvimento da capacidade de abstração e do pensamento sistêmico, fomentando a habilidade de solucionar problemas do seu cotidiano, pois adeptos ou não às inovações tecnológicas, *‘os professores devem reconhecer que, graças a elas, a informação não é mais privilégio de poucos, e o que vale não é apenas possuí-la, mas interpretá-la, em outras palavras, transformar informação em conhecimento’* (SILVA; SERAFIM, 2016, p.70).

percurso didático, envolvendo um conjunto de atividades, focalizando apenas determinado aspecto do conteúdo envolvido, ou formando, com exclusividade, a metodologia adotada para determinado trabalho (SPINELLI, 2007).

Baseando-se na ideia de que os *e-books* abrangem maior circulação que os livros impressos (STRIPHAS, 2009), facilitando a democratização do acesso ao conhecimento, este trabalho tem como objetivo apresentar um livro digital que traz exemplos de como identificar e romper os obstáculos epistemológicos, através da aplicação de uma Sequência de Ensino Investigativa (SEI) pautada no tema resíduos sólidos urbanos.

O e-book educacional

O termo *e-book* é simplesmente a abreviatura de *eletronic book* (livro eletrônico ou livro digital). Esse termo é utilizado desde a década de 1970, com o surgimento do Projeto Gutenberg⁴, voltado para a digitalização e disponibilização de livros de domínio público na internet (DUARTE, 2011). Eles diferem bastante dos livros impressos, a começar pela facilidade de acesso e armazenamento. Entretanto, enquanto suporte alternativo para o livro impresso, tal iniciativa trouxe discussões sobre a finalidade do livro digital, a sua

4 O Projeto Gutenberg é um esforço voluntário para digitalizar, arquivar e distribuir obras culturais através da digitalização de livros. Fundado em 1971, é a mais antiga biblioteca digital. A maioria dos itens no seu acervo são textos completos de livros em domínio público. O projeto tenta torná-los tão livres quanto possível, em formatos duradouros e abertos, que possam ser usados em praticamente quaisquer computadores (PEREZ, 2012).

aceitação e também a sua definição. Mais tarde, verificou-se que podem ser criados *e-books* sem um correspondente impresso, sendo o mesmo produzido totalmente em formato digital.

Os livros digitais possibilitam a disseminação de conhecimento, uma vez que permitem a inserção de vários recursos que vão desde imagens estáticas, até a possibilidade de múltiplas linguagens como as animações que reúnem imagens, sons e movimentos. (ARAÚJO, 2019). Atualmente, o *e-book* está sendo utilizado em diversos setores da educação no Brasil e no mundo, como forma de aproximação dos educandos com os saberes científicos, entretenimento e obras clássicas. As questões ergonômicas e ecológicas, em especial a redução na produção de papel, são fatores que contribuem significativamente para a abrangência e aceitação dos livros digitais.

De acordo com Lima e Bidarra (2015) a integração de dispositivos digitais que explorem especialmente a mobilidade, com recursos dinâmicos e interativos, em propostas pedagógicas é uma proposição coerente e pertinente. Segundo esses autores, os *e-books* são uma das possibilidades de ampla utilização dessa perspectiva de mobilidade e interatividade na educação, principalmente para a ressignificação dos processos de ensino e aprendizagem.

A escola é um espaço de democratização, onde o conhecimento científico é efetivado. Para tal, é necessário que o docente, por meio de sua prática diária, tenha condições de contribuir com a efetivação do aprendizado do educando. Nesse sentido, o profissional da educação necessita de condições que favoreçam a sua prática docente. Diante de um cenário com amplas possibilidades e necessidades de integração das mídias em vários aspectos nos espaços individuais, sociais e profissionais, as escolas e universidades são chamadas a repensarem seus compromissos e propostas pedagógicas (LIMA; BIDARRA, 2015).

É importante destacar que as atividades realizadas na sala de aula devem levar em consideração a realidade na qual a escola está inserida. De acordo com Reigota (1998), quando os processos educativos são relacionados com o cotidiano dos educandos, através de propostas pedagógicas, ocorre a interação de diferentes fatores, tendo como base uma concepção de educação e formação de sujeitos conscientes, possibilitando o gerenciamento e a solução de diferentes problemas.

Junto ao avanço tecnológico, o conhecimento humano vem crescendo rapidamente, exigindo do professor uma postura diferente da tradicional, visando possibilitar que o educando “aprenda a aprender” e consiga ter acesso à informação disponível em fontes de pesquisas as mais variadas, inclusive na internet. Torna-

se necessário que o educando e o professor conheçam os recursos existentes e saibam lidar com eles, de maneira que possam agir, interagir e, como consequência, construir o conhecimento.

Os *e-books* são recursos pedagógicos importantes para a construção do conhecimento, na formação e atuação pedagógica dos professores. Logo, a utilização desses recursos educacionais pelos profissionais da educação pode ser uma realidade quando se compreende a necessidade de suas adaptações, reestruturações e avaliações a partir do local e público para os quais serão destinados. Desse modo, a utilização de um *e-book* pode contribuir com contextos específicos, tornando a aprendizagem e o ensino mais dinâmicos.

De acordo com Lemos e Lèvy (2010), vivemos um contexto de grandes possibilidades de autoria e maior participação social, político e cultural. Partindo dessa premissa, o *e-book* ENCI E A EPISTEMOLOGIA DE GASTON BACHELARD – POSSÍVEIS RELAÇÕES NA ABORDAGEM DOS RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS surgiu como uma proposta de produto educacional vinculado ao projeto de dissertação (SILVA, 2022), a partir da dinamização dos dados obtidos durante o desenvolvimento da pesquisa de mestrado profissional sobre a utilização da metodologia Ensino de Ciências por Investigação (ENCI) na identificação e na ruptura dos obstáculos epistemológicos e pedagógicos apresentados

por Bachelard (1996) na abordagem dos resíduos sólidos urbanos (RSU).

ENCI e Bachelard na educação ambiental

De acordo com Rocha (2016), o educando precisa compreender que os problemas ambientais interferem na qualidade de vida dos seres humanos em diferentes escalas, para poder repensar a relação homem e natureza a partir de novos olhares. É neste contexto que as reflexões sobre mudanças dos valores culturais que sustentam o estilo de produção e consumo da sociedade em relação à geração de resíduos devem ser inseridas (LAYRARGUES, 2002).

Com isso, espera-se formar cidadãos autônomos, que tenham um novo olhar sobre o mundo em que vivem, tomando decisões conscientes e sustentáveis, pautadas em princípios éticos e pensando no bem comum. A mudança de comportamento nas escolas, comunidades, famílias e sociedade como um todo é essencial.

Acredita-se que utilizando o ENCI como ferramenta metodológica, na abordagem dos RSU, os educandos poderão fazer conjecturas, experimentando, interagindo com os colegas, com os professores, expondo seus pontos de vista, suas suposições, confrontando-os

com outros e com os resultados experimentais, para testar sua validade e pertinência.

Bachelard (1996), considera que os educandos chegam à sala de aula com conceitos prévios. Dessa forma, ocorre a necessidade da criação de um espaço para que os mesmos discutam seus conhecimentos em grupo, passando a serem tratados e testados como hipóteses. Corroborando, Carvalho (2011) denomina esse espaço de “ambiente encorajador”, segundo aquela autora, um dos pontos fundamentais para o planejamento de uma Sequência de Ensino Investigativa (SEI) *“é criar espaço durante a discussão em grupo pequeno, pois quando os conceitos espontâneos surgem neste contexto, eles passam a serem tratados como hipóteses para serem testadas, tirando a conotação negativa de quem os têm.”* (CARVALHO, 2011, p.259). É a partir desses pontos que são fundamentais no pensamento bachelardiano que se pode refletir sobre as contribuições de Bachelard para o ENCI.

O ensino de ciências por investigação tem suas bases na problematização dos objetos de estudo, proporcionando aos educandos a capacidade de conhecer e construir seus próprios conhecimentos de forma ativa, oferecendo condições para que sejam introduzidos em um processo de enculturação científica (CARVALHO, 2011). Esse é um ensino pautado por uma pedagogia

essencialmente crítica (FONSECA, 2008). De acordo com esse autor:

Segue-se que tornar o científico mais pedagógico significa utilizar formas de pedagogia que situem os educandos como sujeitos críticos, que problematizem o conhecimento, que lancem novas questões, gerando novos desafios e novas questões-problema/soluções, “retificando” a ciência e os métodos científicos. (FONSECA, 2008, p. 368).

Para Carvalho (2011), na resolução de um problema, o mais importante são as ações manipulativas que permitam ao educando construir e testar hipóteses, fazendo parte de uma das etapas investigativas do ENCI. Bachelard (1971) também preconiza a proposição de hipóteses nas suas reflexões, denominadas por ele como estatuto epistemológico, ocupando papel central na construção do conhecimento. A hipótese dentro de uma perspectiva racionalista é classificada como fundamental na construção do conhecimento científico por possuir um fundo reflexivo (PRAIA, CACHAPUZ E GIL-PÉREZ, 2002).

Em face do exposto, o livro eletrônico aqui apresentado tem como objetivo servir como material didático de apoio aos professores que ministram aulas de Ciências da Natureza na educação básica, com o intuito de reorientar as práticas de ensino em sala de aula. Visa

também contribuir para a disseminação do Ensino de ciências por Investigação e a Epistemologia de Gaston Bachelard na comunidade escolar, que são partes integrantes das estratégias educativas nele contidas.

Metodologia

O presente estudo foi desenvolvido durante o ano letivo de 2019 em uma escola municipal na cidade de Campos dos Goytacazes – RJ, cujo público-alvo foi 03 turmas do 6º ano do Ensino Fundamental, totalizando 60 educandos, com faixa etária entre 11 e 17 anos. Vale ressaltar, que uma turma era formada por educandos oriundos de um programa de aceleração de estudos, denominado Correção de Fluxo, justificando a extensa faixa etária.

Inicialmente, o projeto da pesquisa foi submetido ao Comitê de Ética e Pesquisa do Hospital Universitário Clementino Fraga Filho – HUCF da Universidade Federal do Rio de Janeiro e aprovado sob o número CAAE: 35442920.7.0000.5257.

Após a aprovação pelo CEP/HUCFF/UFRJ, o primeiro questionário foi aplicado com a autorização dos responsáveis legais. O questionário aplicado aos educandos continha 06 perguntas fechadas e 04 abertas que abordavam o lixo em seu cotidiano, separação dos

resíduos, como ocorre o descarte em sua residência e o destino do lixo no seu município, para saber se o tema fazia parte do cotidiano do educando.

Entende-se que este foi o instrumento de coleta de dados que mais se adaptava a este momento da pesquisa, pois garantiu, da melhor maneira possível, o anonimato das respostas e, pela pesquisadora ser a professora das turmas, procurou-se o maior distanciamento possível, evitando uma maior influência nas respostas obtidas. Contudo, como se trata de uma pesquisa qualitativa, de caráter exploratório, é possível o envolvimento da autora, pois, segundo Vergara (2011), quando ocorre esse tipo de abordagem o pesquisador é parte da pesquisa.

Tendo como objetivo pedagógico identificar e superar os obstáculos epistemológicos dos estudantes, quanto aos conceitos científicos referentes a resíduos sólidos urbanos, a abordagem metodológica adotada está pautada nos quatro pontos fundamentais para o planejamento das atividades investigativas (CARVALHO, 2013). Dessa forma, a metodologia utilizada foi dividida em quatro etapas consecutivas: 1) Relevância de um problema para início da construção do conhecimento científico; 2) Sistematização dos conhecimentos elaborados nos grupos; 3) Da ação manipulativa para a ação intelectual; contextualização social do conhecimento e 4) Atividade de avaliação.

Na etapa 1 é apresentado o objeto de conhecimento ao educando, que se constitui em um problema, que pode ser experimental ou não, porém deve favorecer a contextualização necessária para envolvê-lo na procura de uma solução, permitindo elaborar e testar suas hipóteses.

Na etapa 2 foram criadas, pelo professor, condições nas quais os educandos são estimulados a contar como resolveram o problema. Essa etapa tem como objetivo a sistematização dos conteúdos discutidos.

Na etapa 3, foram discutidos os procedimentos convencionais e alternativos de destino e tratamento dos resíduos sólidos como: (lixão, aterro sanitário, aterro controlado, queimadas, incineração) mostrando o impacto ambiental de cada um deles, através de imagens e vídeos, projetados de forma dialogada.

Por fim, a etapa 4 consistiu em uma avaliação formativa, para que todas as partes envolvidas durante o desenvolvimento dessa SEI confirmem se estão ou não alcançando o aprendizado dos conceitos científicos, das atitudes e valores relacionados à cultura científica. A avaliação foi desenvolvida em 02 (duas) atividades diferentes: produção de desenho e produção de paródia.

Dependendo da complexidade dos conteúdos curriculares, faz-se necessário um planejamento de vários

ciclos dessas atividades. Logo, o professor está livre para desenvolver mais etapas da SEI, de acordo com o contexto escolar.

Através da realização das etapas da SEI, foi possível organizar as ideias, de forma lógica e estruturadas, no *e-book*.

Resultados e discussões

Considerando que a superação de obstáculos não é um fato mensurável, é importante ressaltar o fato de nossa análise não ter objetivos quantitativos e definitivos, pois se trata de uma análise epistemológica e, conforme assegura LOPES (1993, p. 130) – os obstáculos epistemológicos não são objetos contabilizáveis.

Segundo Bachelard (1994), as experiências pessoais, recusas e conquistas vividas ao longo da vida são acomodadas em forma de convicções, muitas vezes de foro afetivo, que dificultam a objetivação.

Não haveria melhor maneira de determinar a dimensão psicológica de um conceito particular do que descrever a conceptualização ao longo da qual ele se formou. Ora, essa conceptualização é mais a história de nossas recusas que de nossas adesões. Um conceito nítido deve trazer a

marca de tudo o que recusamos incorporar a ele (BACHELARD, 1994, p. 23).

Assim, para a construção do cenário de investigação (ETAPA ZERO) os educandos foram orientados a responder a um questionário com 10 (dez) questões. Sendo que para uma das perguntas “O que é reciclagem?”, algumas respostas foram:

- E1 *“quando alguém faz um carrinho de caixa de leite isso é reciclagem”* (sic);
- E2 *“É a separação do lixo cada um no seu lugar”* (sic);
- E3 *“E recicla os materiais que podem ser usados”* (sic);
- E4 *“É reciclar tudo que nós já usamos e vamos jogar no lixo”* (sic);
- E5 *“Reciclagem e quando você separa o lixo para cada lixeira”* (sic).

Outra pergunta pertinente foi “Qual é o destino do lixo da sua cidade?”, sobre a qual algumas respostas foram:

- E6 *“O destino e que ele vai para o lixão”* (sic);
- E7 *“para deposito de lixo”* (sic);
- E8 *“Caminhão de lixo”* (sic);
- E9 *“Deposito de lixo”* (sic);
- E10 *“O destino dele é sempre ir para o lixão”* (sic).

Analisando as respostas acima, constatamos que o tema escolhido fazia parte da cultura dos educandos.

Seguramente, como afirma Bachelard (1996), o educando chega à aula com conhecimentos empíricos já constituídos, com uma cultura experimental, sendo necessária a mudança dessa cultura, derrubar os obstáculos já acumulados pelo cotidiano.

Resta, então, a tarefa mais difícil: colocar a cultura científica em estado de mobilização permanente, substituir o saber fechado e estático por um conhecimento aberto e dinâmico, dialetizar todas as variáveis experimentais, oferecer enfim à razão razões para evoluir. (BACHELARD, 1996, p.24)

Bachelard (1996) é um defensor do descontinuísmo da razão. Ele considera que a racionalidade do conhecimento científico não é um aperfeiçoamento da racionalidade do senso comum, porém, o oposto, rompe com suas concepções, exige uma nova compreensão que é construída na medida em que são superados os obstáculos epistemológicos. O educando só irá aprender se lhe derem motivos para confrontar seus conhecimentos prévios. Para que isso ocorra, o professor, no decorrer das suas aulas, precisa fornecer condições ao educando, resultando na ruptura do conhecimento comum.

Analisando as respostas dos educandos, foi possível observar que os mesmos não sabem o que é reciclagem, confundem com reaproveitamento, como

observado na fala do E1 “*quando alguém faz um carrinho de caixa de leite isso é reciclagem*”; e nem qual é o destino adequado dos resíduos sólidos produzidos como verificado na fala do E6 “*O destino e que ele vai para o lixo*”. Vale ressaltar, que o destino do lixo da cidade de Campos dos Goytacazes é o aterro sanitário, e os resíduos sólidos urbanos encaminhados a cooperativas.

Assim sendo, constatamos a necessidade de planejar uma SEI que trouxesse questões capazes de mobilizarem as ações dos educandos, permitindo explicitarem seus pontos de vista, levando-os a construir o conhecimento científico – “*o homem movido pelo espírito científico deseja saber, mas para, imediatamente, melhor questionar.*” (BACHELARD, 1996, p.21). E a partir dos resultados, criar um *e-book* com os exemplos, de como identificar e caracterizar obstáculos epistemológicos, através da aplicação da SEI.

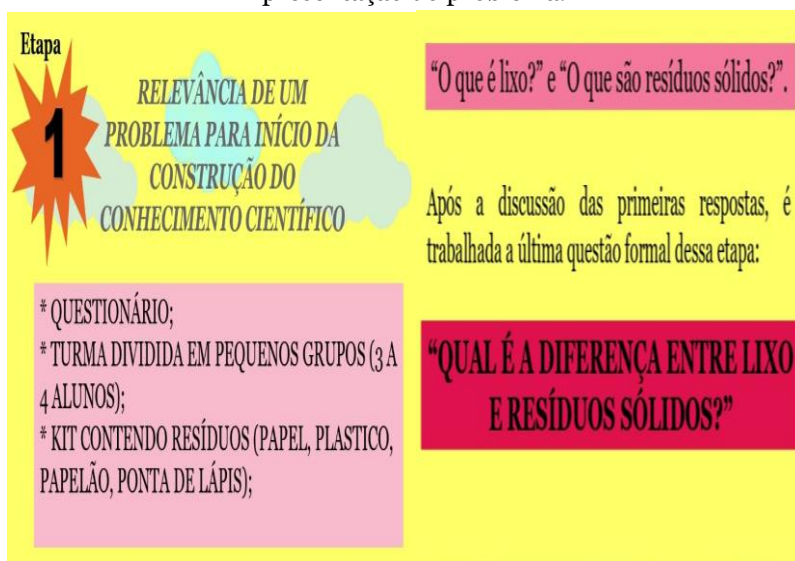
As atividades apresentadas na SEI, possuem como objetivo, promover condições em sala de aula que vão além da construção do conhecimento científico, buscando levar os educandos a apoderarem-se de práticas científicas para resolverem os problemas relativos aos conteúdos científicos e aos relacionados ao seu cotidiano (SOLINO; GEHLEN, 2014).

Construção do e-book através da aplicação da SEI

Uma sequência de ensino investigativo (SEI) precisa ser planejada visando conduzir os educandos a uma reflexão que edifique o seu conhecimento e compreensão do mundo em que vivem, baseando-se essencialmente numa relação dialógica, para além do intercâmbio de ideias e trabalhos com conceitos científicos. Nesse contexto, o professor precisa planejar suas aulas sem imposições dogmáticas, a dinâmica do racionalismo, fazendo compreender ou, no estágio mais avançado, fazer compreender melhor (LOPES, 1993). Daí a necessidade de que os professores tenham consciência dos obstáculos que se impregnam em suas práticas docentes.

No *e-book* foram apresentadas estratégias para a realização da primeira etapa da SEI. (Veja Figura1). Nessa etapa, foram desenvolvidas condições na sala de aula, para os educandos poderem participar sem medo de errar, dando-lhes liberdade intelectual. Os questionamentos incentivaram os educandos a discutirem os conhecimentos advindos do cotidiano, os conceitos que já possuíam a respeito dos resíduos sólidos, obtidos em casa, escola ou na internet.

Figura 1: Estratégias para o desenvolvimento da ETAPA 1 da SEI - Apresentação do problema.



Fonte: Autores, 2022.

Vale ressaltar que nesse momento o educando expressa o que ele sabe, o que ele traz de conhecimento para aula, a sua cultura experimental (BACHELARD, 1996).

Sabendo que a racionalidade do conhecimento científico não é um aperfeiçoamento da racionalidade do conhecimento comum, porém o oposto, romper com suas concepções exige uma nova compreensão, que é construída na medida em que são superados os obstáculos epistemológicos. Cabe ao professor, no decorrer das suas aulas, fornecer condições para o

educando confrontar seus conhecimentos prévios, promovendo a transição de um conhecer estático por um dinâmico, para que ocorra essa ruptura.

Na formação do espírito científico, a experiência primeira é a manifestação mais forte de conhecimento. Esse obstáculo inicial recebe lições do dado concreto, que parece claro, nítido, seguro, constante. Está apoiado nas sensações empíricas e no sensualismo. E coloca-se acima de qualquer crítica. É carregado pela observação das manifestações, sem controle, do cotidiano e tem como ponto de partida para uma atividade cognitiva opiniões e sensações, sem propor análises mais profundas, mais gerais ou mais abstratas e sem apresentar novas ideias.

Para Bachelard (1996)

[...] a experiência primeira ou, para ser mais exato, a observação primeira é sempre um obstáculo inicial para a cultura científica. De fato, essa observação primeira se apresenta repleta de imagens: é pitoresca, concreta, natural, fácil. Basta descrevê-la para se ficar encantado. Parece que a compreendemos. (BACHELARD, 1996, p. 25)

Por sua vez, o conhecimento geral é o obstáculo genuinamente racionalista. Sucede às primeiras observações, quando já não há mais nada a observar.

Segundo Bachelard (1996) a falsa doutrina do geral, “[...] que dominou de Aristóteles a Bacon, inclusive, e que continua sendo, para muitos, uma doutrina fundamental do saber [...]” (p.69) em muito prejudicou o progresso do conhecimento científico. Sendo “possível constatar que essas leis gerais bloqueiam atualmente as ideias”; e nelas “estacam os espíritos de pouco fôlego” (p.71).

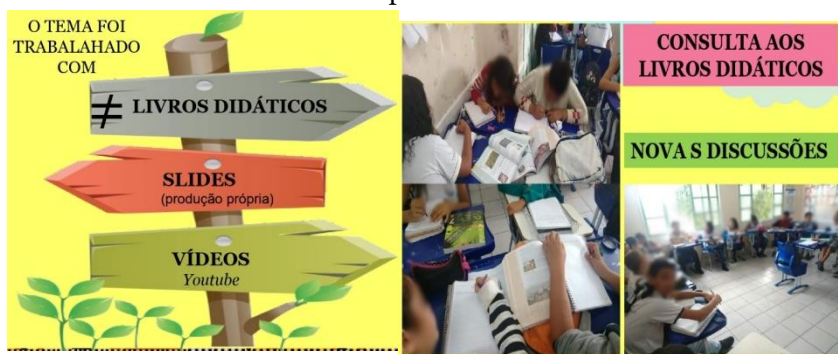
O obstáculo verbal (os “hábitos de natureza verbal”) consiste em hábitos verbais, remete a uma falsa explicação, obtida a partir de palavras ou conceitos que se constituem em sólidos empecilhos ao desenvolvimento das ciências. Solidificam-se palavras que se apresentam como inadequadas para exprimir os novos conceitos, ou nela inexistindo termos apropriados.

[...] o obstáculo verbal, isto é, a falsa explicação obtida com a ajuda de uma palavra explicativa, por essa estranha inversão que pretende desenvolver o pensamento ao analisar um conceito, em vez de inserir um conceito particular em uma síntese racional. (BACHELARD, 1996, p.86).

Vale destacar que a identificação dos obstáculos não é sistemática, existindo uma relação de continuidade apenas entre o obstáculo da experiência primeira e do conhecimento geral, mas não entre os demais (MOTA, 2010).

Dessa forma, os participantes vão tomando consciência das suas ações no desenvolvimento da atividade e construindo, através das interações verbais, atitudes científicas, como a compreensão dos fenômenos imbricados no problema, como mostrado na Figura 2.

Figura 2: Etapa 2 Resolução do problema pelos educandos – ações manipulativas.



Fonte: Autores, 2022.

Nessa etapa os educandos participaram de forma diferente, uns mais tímidos, outros mais convictos, sendo a professora a mediadora dos diálogos, solicitando quando necessário mais informações ou esclarecimentos. Nessa atividade, o papel do professor é muito importante, pois cabe a ele proporcionar espaço e tempo para a sua realização (CARVALHO, 2013).

Segundo Ferraz e Sasseron (2017) o professor, para proporcionar um ambiente de troca de ideias e consonância de significados, precisa compreender a

necessidade dos educandos de terem espaço para fornecerem e elaborarem múltiplas explicações e que a argumentação é um processo interativo e colaborativo na assimilação dos conceitos científicos. Corroborando, Carvalho (2018) afirma que *“isto é dar liberdade intelectual para os educandos”* (p.767). Contudo, o problema deve estar relacionado ao contexto teórico estudado (CARVALHO, 2018).

De acordo com Ana Maria Pessoa de Carvalho *“Essa sistematização é praticada de preferência por meio da leitura de um texto escrito quando os educandos podem novamente discutir, comparando o que fizeram e o que pensaram ao resolver o problema, com relato no texto.”* (CARVALHO, 2013, p.9)

Os educandos trocaram ideias, tiraram suas dúvidas no livro e no diálogo com a turma, o que permitiu melhor entendimento do tema, auxiliando na condução de uma explicação sobre a diferença dos resíduos sólidos urbanos produzidos.

A terceira etapa da SEI é uma decorrência das etapas anteriores, na qual o educando reorganiza suas ideias, mediante as novas informações, levantamentos de dados e hipóteses, a chamada tomada de consciência,

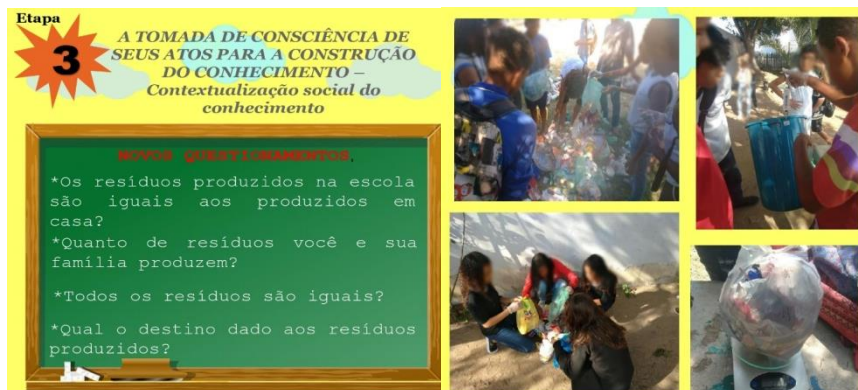
⁵ Para saber mais ler “CARVALHO, Anna Maria Pessoa de et al. Ensino de ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula. **São Paulo: cengage learning**, v. 164, 2013.”

demandando mais tempo de execução. De acordo com Sasseron e Duschl (2016) a tomada de consciência não ocorre espontaneamente. A intenção foi levar os educandos a uma reflexão sobre seus hábitos e responsabilidades no consumo e geração de resíduos sólidos.

Essa etapa é fundamental para que haja aprofundamento do conhecimento. É preciso promover a contextualização do tema trabalhado, levar o educando a observar a importância da aplicação do conhecimento, construído no seu cotidiano. O seu planejamento buscou contemplar as questões propostas para investigação, promover uma reflexão crítica sobre os hábitos de consumo e descarte e as responsabilidades sobre a geração de resíduos sólidos.

A etapa 3 é essencial para saber se todos os educandos entenderam o objetivo do problema, momento no qual o professor precisa fazer o uso de uma linguagem mais formal, a fim de nomear os fenômenos, associando todo o processo da solução do problema e o conceito científico, como pode ser visualizado na Figura 3.

Figura 3: Etapa 3: A tomada de consciência de seus atos para a construção do conhecimento.



Fonte: Autores, 2022.

Nessa etapa foi possível trabalhar os conceitos de doenças, constituição dos materiais, construção de gráficos, conceito de porcentagem e unidades de massa.

A capacidade do educando de escrever sobre um determinado tema é considerada fundamental para atividade científica e conseqüentemente para o ensino de ciências (YORE, BISANZ E HAND, 2003). Corroborando, Carvalho (2013) afirma que o uso da escrita se apresenta como instrumento de aprendizagem que realça a construção pessoal do conhecimento.

Por outro lado, Bachelard (1996) afirma que é negando as experiências anteriores que uma experiência vai se firmar como nova, demonstrando que o espírito

científico deve dialetizar todas as formas de conhecimento, sem dar privilégio às explicações generalizantes. A sensação plena de que alcançou uma verdade só é possível quando o conhecimento é visto como um tecido de erros positivos, o que implica a correção de erros subjetivos, de forma que o espírito científico somente pode ser construído destruindo o espírito não científico.

Sob o ponto de vista pedagógico, as atividades desenvolvidas possibilitaram trabalhar os conceitos de doenças, constituição dos materiais, construção de gráficos, conceito de porcentagem e unidades de massa, de forma contextualizada com o tema resíduos sólidos. De acordo com Carvalho (2011) para fazer, falar, ler e escrever ciência é necessário combinar de várias maneiras o discurso verbal, as expressões matemáticas e as representações gráficas. É fundamental desenvolver essas habilidades e competências no educando, pois assim será possível converter a linguagem comum, utilizada no dia a dia da sala de aula, em linguagem científica.

Na expectativa da formação integral do educando, através de uma educação transformadora, que supere não só os déficits educacionais, mas também os sociais, foram discutidas com os estudantes formas responsáveis de acondicionamento dos resíduos sólidos.

Bachelard (1996) propõe que o desenvolvimento do pensamento científico, é construído em etapas, abrangendo teorizações, experimentos, erros, retificações, recomeços. De acordo com Carvalho (2013), ao final do ciclo, ou dos vários ciclos da (SEI), é importante planejar uma avaliação.

No entanto, não deve ter o caráter de uma avaliação somativa, que visa a classificação dos educandos, mas, sim, uma avaliação formativa que seja instrumento para que educandos e professor confirmem se estão ou não aprendendo. E tais instrumentos de avaliação precisam ter as mesmas características que o ensino proposto (CARVALHO, 2013, p.18).

Como a proposta da SEI utilizada nessa pesquisa está voltada para proporcionar uma relação mais sustentável e responsável dos indivíduos com o meio, na qual seus objetivos concentram-se tanto no aprendizado dos conceitos, como no aprendizado de ações, atitudes e valores próprios da cultura científica, e para isso utilizamos atividades lúdicas como ferramentas da avaliação da aprendizagem dos educandos no final do ciclo da SEI.

De acordo com Carvalho (2011) o professor, além de ensinar ciências, precisa avaliar seus educandos. Dessa forma, a última etapa dessa SEI é a avaliação, na qual foi observado o comportamento do educando no pequeno

grupo, verificando que houve aprendizagem atitudinal (aos conteúdos relacionados a valores, atitudes e normas) e da aprendizagem processual do grupo (os educandos conseguiram assimilar o conteúdo trabalhado nas aulas) em vários momentos da realização das etapas da SEI.

Para tal, consideramos que os educandos são diferentes, que nem todas as pessoas têm os mesmos interesses e habilidades, que nem todos aprendem da mesma maneira, logo não podem ser avaliados da mesma forma (MORAN, 2021).

Dessa forma, no empenho de compatibilizar os objetivos de ensino, desenvolvidos pelas etapas da SEI, com a avaliação da aprendizagem dos educandos, desafiamos os mesmos a produzirem desenhos sobre a destinação dos resíduos sólidos até a disposição final do lixo, uma vez que o processo de desenhar está interligado a capacidade de percepção, tornando as aulas mais dinâmicas, facilitando a assimilação e a conservação dos conceitos discutidos (EDWARDS, 2005).

Esses momentos de livre produção dos estudantes são sustentados pela fenomenologia⁶ de Bachelard, ao afirmar que a criação é um ato feliz sobre a

⁶ Para Bachelard a fenomenologia consiste “... num estudo do fenômeno da imagem poética no momento em que ela emerge na consciência como um produto direto do coração, da alma, do ser do homem tomado na sua atualidade”. (BACHELARD, 1974 p.342)

qual a razão não pode explicar, pois é um instante único do indivíduo (BACHELARD, 1996).

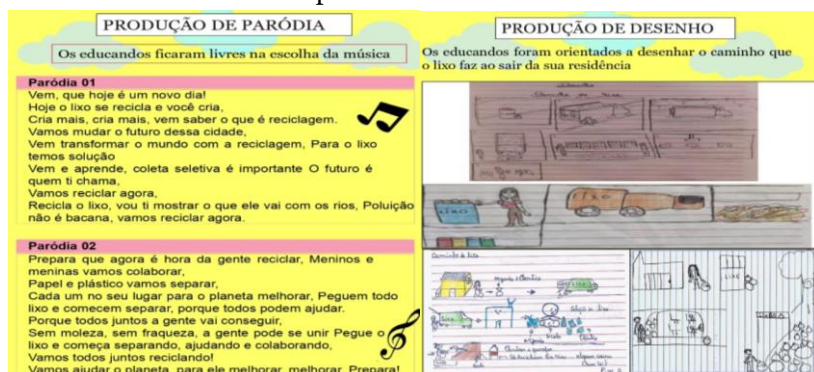
Os desenhos (veja Figura 4) expressaram as percepções dos educandos sobre a coleta seletiva e a reciclagem dos resíduos sólidos, apontando uma das ações discutidas nas etapas da SEI – a necessidade do descarte adequado dos resíduos para garantir a sobrevivência do meio ambiente. Dessa forma, podemos considerar essa postura dos estudantes como uma ruptura com a experiência primeira.

Outro ponto de destaque no processo de produção dos desenhos foi observar que trabalhar com a liberdade de criação dos educandos proporciona uma mudança na visão desses e do professor no que compete às relações estabelecidas, no progresso de socialização e na evolução de competências e habilidades, destacando uma forma prazerosa de aprendizagem.

Nesse contexto, pode-se afirmar que a exploração do cotidiano, unida a problematizações provocativas e coerentes, tende a contribuir com êxito na assimilação de conceitos. É dentro desta perspectiva que as paródias (veja Figura 4) podem ser utilizadas como ferramentas pedagógicas de avaliação, já que as mesmas possibilitam o desenvolvimento da criatividade, além de favorecer e estimular o processo de aprendizagem. Ao desafiarmos os estudantes à produção das paródias, inseridos em um

processo interativo de troca de ideias, observamos resultados individuais importantes, como a criatividade, a autonomia do pensar e a defesa de seus posicionamentos (ABRANTES, et al. 2016).

Figura 4: Alguns exemplos dos desenhos e paródias produzidos pelos educandos.



Fonte: Autores, 2022.

Vale ressaltar que os grupos de educandos ficaram livres para escolher a paródia, podendo criar uma nova ou adaptar alguma já existente. Alguns grupos apresentaram dificuldades no início da atividade, porém afirmou-se a eles que era normal, mas que deveriam fazer um esforço e relembrar das discussões iniciais e de uma música que eles gostavam muito, não existindo certo ou errado. Era para expressar o que eles entenderam no decorrer das atividades. Ao final, quando todos já haviam terminado, os grupos expressaram de forma criativa a assimilação e a conservação dos conceitos discutidos,

através das suas paródias. Nesse *e-book*, também é possível encontrar dicas de livros, vídeos e outros materiais para a utilização em sala de aula.

O desenvolvimento das atividades proporcionou aos educandos reflexões sobre a importância do descarte adequado e do consumo consciente. Embora eles apresentem uma faixa etária entre 11 e 17 anos, debateram de forma participativa para onde deve ir o lixo produzido pelas suas famílias, quando tomaram conhecimento dos diferentes destinos para os resíduos sólidos, no intuito de minimizar os danos ao meio ambiente.

Observamos que uma atividade experimental é capaz de possibilitar que o educando desenvolva recursos cognitivos para aprender, desde que o professor não utilize experiências capazes apenas de contribuir para um falso interesse pela ciência, defendendo o estudante do simbolismo afetivo que cerca certos fenômenos (BACHELARD, 1996). Contudo, cabe ressaltar que, ao abordar os conteúdos, é necessário ter cuidado com a utilização de imagens e analogias, para que não seja considerada como completa ou definitiva a explicação apresentada sobre o fenômeno em estudo. Por fim, que o contexto apresentado não esteja desvinculado do conhecimento científico, limitando-se a uma simples comparação (BACHELARD, 1996).

Em suma, observa-se necessária a elaboração de mais etapas da SEI, a fim de construir a problematização, o planejamento e efetivação de uma reflexão mais crítica dos educandos, referentes ao consumo consciente e produção de resíduos sólidos, além da importância da coleta seletiva nas suas residências.

Em vista do exposto, há indicativos de que os resultados corroboram com o ensino de ciências por investigação, cujo objetivo não é apenas ensinar os conhecimentos científicos, mas levar os educandos a apropriarem-se de práticas científicas para resolverem problemas que envolvem situações diversas do seu cotidiano.

Considerações finais

Baseado no contexto atual de que parte do sucesso dos estudantes é consequência do trabalho do professor (CUNHA, 2012), cabendo a ele o desafio de desenvolver situações motivadoras que estimulam o interesse dos educandos, para, dessa forma, proporcionar a aprendizagem dos conceitos científicos, o presente trabalho abordou o ensino de ciências por investigação como ferramenta didática, através de uma (SEI), pautada no tema resíduos sólidos.

A aplicação da sequência de ensino investigativo nas turmas de 6º ano da E.M. Frederico Paes Barbosa ocorreu através de uma associação sistêmica entre o pluralismo das ciências e a fenomenologia, que fundamentam epistemologicamente o pensamento de Bachelard. Dessa forma, os educandos mantiveram-se motivados, sendo possível demonstrar que a utilização de um modelo didático que incentiva a autonomia do estudante, no ato de conhecer, contribui para a interação da classe, proporcionando afetividade expressiva, favorecendo a cooperação entre os envolvidos, contribuindo para um processo de ensino–aprendizado dinâmico e construtivo dos conceitos relacionados aos resíduos sólidos urbanos.

Neste trabalho, deparamo-nos com a existência de duas concepções que se constituíam como primeiras impressões sobre o conceito e o destino adequado do lixo doméstico: o lixo entendido como um elemento único e o processo de reciclagem sendo igualado a reaproveitamento e reutilização dos resíduos. Outra concepção dos estudantes era que *a coleta seletiva é realizada pelos catadores de lixo, no lixão*. Estas formas de conceber os conceitos eram organizadas como grandes obstáculos epistemológicos, que dificultavam a aceitação da versão científica dos conceitos e, portanto, comprometiam a compreensão dos mesmos.

Considerando os pressupostos apresentados, a SEI foi planejada e desenvolvida a fim de propiciar a superação desses obstáculos epistemológicos (BACHELARD, 1996), causando uma ruptura no pensamento do educando, assegurando momentos de investigação e argumentação, garantindo assim, a compreensão dos conceitos científicos, em um movimento gradativo, referentes a temática dos resíduos sólidos.

Nesse sentido, observamos indicadores que apontam que os obstáculos epistemológicos e pedagógicos foram diagnosticados, porém não foram totalmente superados, apenas “enfraquecidos”. Bachelard (1996) afirma que “*É impossível anular, de um só golpe, todos os conhecimentos habituais.*” (p.18) Portanto, se faz necessária a inserção do ENCI nas aulas de forma contínua, rompendo de vez com o modo tradicional de ensino.

Desse modo, é preciso proporcionar maior liberdade intelectual aos educandos, não só nas aulas de ciências, mas nas demais disciplinas, através de atividades que incentivam a proposição de hipóteses, tomada de decisões e proposição de alternativas relacionadas à poluição ambiental, meio ambiente, impacto ambiental/poluição, qualidade de vida, desenvolvimento sustentável, saúde e cidadania.

Foi observado que o aprendizado em ciências propicia ao educando a compreensão tanto dos processos científicos em si, quanto suas implicações ambientais, sociais, políticas e econômicas, através da proposta didática Ensino de Ciências por Investigação – ENCI. É possível trabalhar vários conceitos durante o desenvolvimento das etapas da SEI, havendo maneiras distintas de se desenvolver atividades investigativas com os educandos.

No decorrer do desenvolvimento da SEI os educandos foram motivados a participarem das atividades, facilitando a aprendizagem, além de contribuir na sua formação e exercício da cidadania. Junto com essas características, percebemos uma parceria entre a professora e os educandos, na qual a professora procurou falar com os estudantes e não aos estudantes, possibilitando o papel ativo dos mesmos na construção de sua autonomia. Conforme mostra Carvalho (2018) “*A interação professor/educando, que é base para a liberdade intelectual do educando, [...]*” (p.789)

Não podemos deixar de ressaltar que o uso das atividades lúdicas como ferramentas de avaliação da aprendizagem, por exemplo, a livre produção de desenhos como parte da atividade da SEI e a produção de paródias, possibilitou um envolvimento maior do educando com os conceitos apresentados, o que tornou a avaliação da aprendizagem mais dinâmica.

Podemos, então, concluir que, através do ENCI, o conceito de resíduos sólidos apresentado pelos educandos foi desmistificado, uma vez que essa estratégia de ensino permite e promove a aprendizagem dos conceitos e também dos conteúdos procedimentais que envolvem a construção do conhecimento científico. Com isso, os educandos desenvolvem uma noção mais crítica, individual e intelectualmente, e fazem uso destas noções para a solução de problemas diários.

Buscamos com esse trabalho mostrar que o *e-book* apresenta as atividades desenvolvidas em sala de aula, em que as potencialidades do ENCI foram aplicadas como uma ferramenta de formação de sujeitos críticos, pensantes e autônomos. Em associação aos pressupostos de Bachelard, as concepções prévias dos educandos foram confrontadas. Apoiadas no debate e na livre expressão artística, tais concepções foram trabalhadas de forma não linear, não contínua e por sucessivas retificações. Espera-se que esse material didático auxilie aos docentes nos seus desafios diários na sala de aula.

Ademais, o produto educacional em suporte digital, ou seja, o *e-book* propõe sua utilização como prática integradora e interdisciplinar, e traz como contribuição a possibilidade de formação humana para a transformação, emancipação e aquisição da visão crítica e de mundo pelos educandos.

Referências

ABRANTES, K. N. C. *et al.* ♪CANTANDO LIGAÇÃO QUÍMICA♪. Anais da Semana de Licenciatura, Jataí, GO, p. 312-322, out. 2016. Disponível em: <http://revistas.ifg.edu.br/semlic/article/view/559/354>. Acesso em: 31/01/2022.

ARAÚJO, E. N. O. *O e-book animado e interativo recontando contos, reescrevendo pontos: um produto educacional que utiliza as novas TICS para o desenvolvimento da leitura e produção textual*. Dissertação de Mestrado, LETRAS – UFRN, Rio Grande do Norte, 2019.

BACHELARD, G. *A dialética da duração*. São Paulo: Ática, 1994.

_____. *A epistemologia*. O Saber da Filosofia. Edições 70. Rio de Janeiro. 1971.

_____. *A formação do espírito científico: contribuição para uma psicanálise do conhecimento*. Rio de Janeiro: Contraponto. 1996.

CARVALHO, A. M. P. *ENSINO DE CIÊNCIAS POR INVESTIGAÇÃO*: Condições para implementação em sala de aula. São Paulo: Cengage, 2013.

CARVALHO, A. M. P. Ensino e aprendizagem de Ciências: referenciais teóricos e dados empíricos das sequências de ensino investigativas (SEI). In: LONGHINI, M. D. (Org.). *O uno e o diverso na educação*. Uberlândia: EDUFU, 2011. p. 253-266.

CARVALHO, A. M. P. Fundamentos Teóricos e Metodológicos do Ensino por Investigação. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*. 18(3), 765–94, 2018.

CUNHA, M.B. Jogos no ensino de química: considerações teóricas para sua utilização em sala de aula. *Química Nova na Escola*, v. 34, n. 2, p. 92-98, 2012.

DUARTE, M. *E-Book: desvendando os livros feitos de pixels*. Brasília/DF: Pagelab, 2011.

EDWARDS, B. *Desenhando com o lado direito do cérebro*. Rio de Janeiro: Ediouro, 2005.

FERRAZ, A. T.; SASSERON, L. H. Espaço interativo de argumentação colaborativa: condições criadas pelo professor para promover argumentação em aulas investigativas. *Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências*, 19, p. 1–25, 2017.

FONSECA, D. M. da. A pedagogia científica de Bachelard: uma reflexão a favor da qualidade da prática e da pesquisa docente. *Educação e pesquisa*, v. 34, p. 361-370, 2008.

FREIRE, G. G.; GUERRINI, D.; DUTRA, A. *O Mestrado Profissional em Ensino e os Produtos Educacionais: a pesquisa na formação docente*. Porto das Letras, v. 2, n. 1, p. 100-114, 2016.

GONÇALVES, C.E.L.C.; OLIVEIRA, C.S.; MAQUINÉ, G.O.; MENDONÇA, A.P. (Alguns) desafios para os produtos educacionais nos mestrados profissionais nas áreas de Ensino e Educação. *Revista de Estudos e Pesquisas sobre Ensino Tecnológico*, v. 5. n. 10, p.74-87, mar. 2019.

LAYRARGUES, P. P. O cinismo da reciclagem: o significado ideológico da reciclagem da lata de alumínio e suas implicações para a educação ambiental. In: LOUREIRO, C.F.B., LAYRARGUES, P.P. & CASTRO, R. de S.

(Orgs.). *Educação ambiental: repensando o espaço da cidadania*. São Paulo: Cortez. p. 179-219. 2002.

LEMOS A.; LÉVY, P. *O futuro da internet: em direção a uma ciberdemocracia planetária*. São Paulo: Ed. Paulus, 2010.

LIMA, E.; BIDARRA, J. A Produção e a Utilização de e-books Interativos e Multimídia em EaD. In: *Anais dos Workshops do Congresso Brasileiro de Informática na Educação*. 2015. p. 712.

LOPES, A. R. C. *Contribuições de Gaston Bachelard ao ensino de ciências*. Enseñanza de las ciencias. Barcelona, Universidade Autônoma de Barcelona, v. 11, n. 3, 324-330, 1993.

MORAN, J. M. *Novos caminhos do ensino à distância*. Informe CEAD - Centro de Educação à Distância, Ano 1, n. 5, out/nov./dez. Rio de Janeiro: SENAI, 1994.

MORAN, J. *Metodologias ativas de bolso: como os educandos podem aprender de forma ativa, simplificada e profunda*. Editora do Brasil, 2021.

MOTA, M. A teoria dos obstáculos epistemológicos: Bachelard entre a epistemologia e a hermenêutica. In: SANT'ANNA, C. (Org.). *Gaston Bachelard: Ciência e Arte*. Bahia: Editora UFBA, 2010.

PEREZ, M. S. *Alice do livro impresso ao e-book: adaptação de Alice no país das maravilhas e de Através do espelho para ipad*. 2012.

PRAIA, J.; CACHAPUZ, A.; GIL-PÉREZ, D. A Hipótese e a Experiência em Educação em Ciência: Contributos para uma

reorientação epistemológica. *Ciência & Educação*, v. 8, n.2, 253-262, 2002.

REIGOTA, M. Desafios à educação ambiental escolar. In: JACOBI, P. et al. (orgs.). *Educação, meio ambiente e cidadania: reflexões e experiências*. São Paulo: SMA, 1998. p.43-50.

ROCHA, C. A. F. da. *Gerenciamento dos resíduos sólidos em Ambiente Portuário–Porto do Recife/PE*. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Pernambuco. 2016.

SASSERON, L. H.; DUSCHL, R. A. Ensino de ciências e as práticas epistêmicas: o papel do professor e o engajamento dos estudantes. *Investigações em ensino de ciências*, v. 21, n. 2, p. 52-67, 2016.

SILVA, C. M. A. da. *A epistemologia de Gaston Bachelard e o Ensino de Ciências por Investigação: possíveis relações epistemológicas e pedagógicas na abordagem de Resíduos Sólidos Urbanos*. Dissertação de mestrado, PEQUI – UFRJ, Rio de Janeiro, 2022.

SILVA, F. de S.; SERAFIM, M. L. *Redes sociais no processo de ensino e aprendizagem: com a palavra o adolescente*. Teorias e práticas em tecnologias educacionais, p. 67, 2016.

SILVA, R. O.; NASCIMENTO-E-SILVA, D.; FERREIRA, J.A.O.A.; SOUZA, S.S. Aspectos relevantes na construção de produtos educacionais no contexto da educação profissional e tecnológica. *REPPE*, v.3, n.2, p.105-119, 2019.

SOLINO, A. P.; GEHLEN, S. T. A conceituação científica nas relações entre a abordagem temática freireana e o ensino de ciências por investigação. Alexandria: *Revista de educação em ciência e tecnologia*, Florianópolis, v. 7, n. 1, p. 75 -101, 2014.

SPINELLI, W. *Os objetos virtuais de aprendizagem: ação, criação e conhecimento. Aprendizagem Matemática em Contextos Significativos: Objetos Virtuais de aprendizagem e Percursos Temáticos*. São Paulo:–Faculdade de Educação da USP–2005, 2007.

STRIPHAS, T.G. *The late age of print: everyday book culture from consumerism to control*. New York: Columbia University Press, 2009.

VERGARA, S. C. *Projetos e relatórios de pesquisa em administração*. 13. ed. São Paulo: Atlas, 2011. 94 p.

YORE, L. D.; BISANZ, G. L.; HAND, B. M. Examining the literacy component of science literacy: 25 years of language arts and science research. In: *Internacional Journal of Science Education*. v.25, n.6, p.689-725, 2003.