



OBSTÁCULOS EPISTEMOLÓGICOS EM ATIVIDADES EXPERIMENTAIS RELACIONADAS A CONCEITOS DE FÍSICA DA REVISTA *CIÊNCIA HOJE DAS CRIANÇAS*

Epistemological obstacles in experimental activities related to physics concepts of the Ciência Hoje das Crianças magazine

Jéssica Taynara Martins [martinsjessica56709@gmail.com]
Secretária Municipal de Educação de Humaitá (SEMED)
Rua 5 de setembro, s/n., Humaitá, Amazonas, AM, Brasil

Viviane Florentino de Melo [vivianefm@ufba.br]
Faculdade de Educação, Departamento de Educação II
Universidade Federal da Bahia (UFBA)
Avenida Reitor Miguel Calmon, s/n, Canela, Salvador, Bahia, Brasil

Elrismar Auxiliadora Gomes Oliveira [elrismaroliveira@ufam.edu.br]
Instituto de Educação, Agricultura e Ambiente (IEAA)
Universidade Federal do Amazonas (UFAM)
Rua 29 de Agosto, 786, Humaitá, Amazonas, Brasil

Resumo

Neste artigo, apresentamos os resultados de uma pesquisa que se propôs a identificar atividades experimentais relacionadas a conceitos de Física da revista *Ciência Hoje das Crianças* (CHC), que podem suscitar obstáculos epistemológicos. O aporte teórico bachelardiano foi adotado por seu potencial para provocar reflexões críticas para a análise de materiais que publicam informações sobre Ciência. Assim, com base na metodologia da análise de conteúdo, analisamos atividades experimentais da CHC das edições do período de 2009 a 2020. Os resultados mostram que, de 66 propostas experimentais de Física da revista, 20 podem suscitar obstáculos epistemológicos. O obstáculo epistemológico mais identificado foi o obstáculo verbal e o de menor frequência foi o realista. Os obstáculos quantitativo e pragmático não foram encontrados nas atividades experimentais analisadas. Compreendemos, a partir dos resultados, que essas atividades necessitam da intervenção do professor na identificação e na superação dos obstáculos epistemológicos, para que a sua realização possa ser potencializada.

Palavras-chave: Ensino de Ciências; Divulgação científica; Conceitos de Física.

Abstract

In the present paper, we present the results of a research that aimed to identify experimental activities, related to the concepts of Physics from the *Science Today for Children* magazine (*Ciência Hoje das Crianças* (CHC), in Portuguese), which can raise epistemological obstacles. The Bachelardian theoretical contribution was adopted due to its potential to raise critical reflections for analyzing materials that publish information about Science. Thus, based on the content analysis methodology, the experimental activities of CHC from 2009 to 2020 were analyzed. The results show that 20 can raise epistemological obstacles from 66 experimental proposals of Physics from CHC magazine. The most identified epistemological obstacle was the verbal obstacle, and the one with the lowest frequency was realistic. The quantitative and pragmatic obstacles were not found in the experimental activities analyzed. The results show that such activities need the teacher's intervention to both identify and overcome the epistemological obstacles, so its realization can be enhanced.

Keywords: Science education; Scientific divulgation; Physics concepts.

INTRODUÇÃO

A revista *Ciência Hoje das Crianças* (CHC), distribuída às escolas públicas brasileiras pelo Programa Nacional Biblioteca da Escola (PNBE)/Programa Nacional do Livro e do Material Didático (PNLD) desde o ano de 1991, é um dos principais veículos de Divulgação científica para o público infantil no Brasil. A incorporação de textos de DC no ensino é importante porque produz um contexto capaz de favorecer a compreensão da ciência e de estimular a curiosidade e a participação dos alunos nas atividades realizadas. Pesquisadores da área de ensino de Ciências têm afirmado que textos de DC são potenciais recursos para contribuir com o processo de ensino-aprendizagem nas salas de aula, uma vez que complementam os recursos tradicionais (Ferreira & Queiroz, 2012).

Autores salientam também que a utilização da DC pode ser uma importante estratégia, desde que seu uso seja mediado por professores que proporcionem discussões consistentes a partir de leituras críticas realizadas em sala de aula (Rocha, 2012; Souza & Rocha, 2018), visto que os textos de DC não foram escritos com a pretensão de serem utilizados nesse espaço, ou seja, não têm objetivos didático-pedagógicos (Nascimento, 2005; Rocha, 2012). Essa característica dos textos de DC torna necessário que os professores reflitam criticamente sobre esses materiais antes de utilizá-los, para que estes não se tornem obstáculos à cultura científica.

Alves-Brito, Massoni e Guimarães (2020) discutem a influência da pós-verdade na educação e na DC. Os autores consideram que, devido a um sistema de educação e de divulgação da ciência frágeis, ainda temos muitos desafios relacionados a essas questões e que a educação científica deve propiciar o pensamento crítico, principalmente porque convivemos com *“meios de comunicação de massa e fake news em uma estrutura de pós-verdade que confunde, ilude e persuade as pessoas”* (Alves-Brito, Massoni, & Guimarães, 2020, p. 1615).

Ferreira e Queiroz (2012) explicam que, em termos de gênero, o discurso da DC caracteriza-se essencialmente por: i) ser composto de temática que fala sobre conteúdos próprios da ciência além de abarcar o escopo da ciência e da tecnologia; ii) ter um estilo que permite o emprego de simplificações, visto que se destina ao público leigo; e iii) ser composto de formas de estruturação que permitem o uso em conjunto de vários procedimentos discursivos, dentre eles a interlocução direta com o leitor.

Algumas dessas características devem ser motivo de atenção por parte de professores que pretendem se valer desse material em suas aulas, por exemplo, a questão das simplificações. Não raras vezes, esse procedimento apresenta o conhecimento científico como uma continuação do conhecimento de senso comum, descaracterizando, assim, a natureza do conhecimento científico, que é a noção de ruptura com esse conhecimento (Bachelard, 1996). Como nos alerta Valério (2005, p. 8), *“na ânsia de tornar a ciência fácil e acessível, abusa-se de metáforas e banalizam-se os conceitos. Acaba-se por afastar o aprendiz do racional, tornando todo e qualquer conceito visível e palpável”*. Nesse sentido, concordamos com Bachelard (1996) no que se refere às adequações que devem ser feitas de modo a permitir que as crianças se aproximem dos conceitos científicos, entretanto, como bem alerta o autor, essa não é uma tarefa simples.

A apropriação de conceitos científicos por parte das crianças é importante por permitir que elas adquiram maior consciência e domínio sobre seus processos mentais (Marranghello, Lucchese, & Hartmann, 2020). De acordo com a psicologia histórico-cultural (Vigotski, 2009), os conceitos se formam e se desenvolvem na criança a depender de sua origem. Com isso, conceitos cotidianos que são aprendidos de forma não sistematizada são chamados conceitos espontâneos e aqueles advindos da cultura escolar e ensinados de forma sistematizada, os científicos. O aprendizado desses últimos, devido ao seu sistema hierárquico de inter-relações, possibilita a transferência e a generalização para outras áreas, culminando em raciocínios científicos, algo cada vez mais demandado na sociedade atual.

Magalhães, Villagrà e Greca (2022) realizam uma ampla revisão de literatura procurando compreender o ensino de Ciências desenvolvido com crianças dos anos iniciais do ensino fundamental. A partir da análise dos trabalhos, os autores evidenciam que a realização de atividades experimentais, de caráter investigativo, favorece o interesse para a participação ativa dos estudantes dessa faixa etária,

contribuindo com a interação social e a dialogicidade nas aulas, mas que seria necessária a realização de pesquisas que não se limitassem a curtos prazos, como uma ou duas aulas. Para pesquisas futuras, os autores indicam que sejam consideradas “as variáveis a serem observadas em cada área de aprendizagem, a fim de melhor compreensão de como elas se desenvolvem ou podem ser favorecidas nos anos iniciais. Em relação aos aspectos conceituais, considerar quais as relações conceituais devem ser aprendidas em cada faixa etária [...]” (Magalhães, Villagrà, & Greca, 2022, p. 101).

Devido à sua importância no contexto brasileiro, a revista CHC foi objeto de estudo em diversas pesquisas, a maioria delas analisa a natureza do discurso científico, presumindo o potencial da CHC no ensino de conteúdos específicos. Em alguns desses estudos, pesquisadores relatam fragilidades da revista, tais como: a utilização de analogias que não fazem correspondências entre o análogo e o conceito (Silva, Pimentel, & Terrazzan, 2011), a imagem estereotipada do cientista como alguém que já se manifesta como tal desde a infância (Almeida & Lima, 2016) e as características empírico-indutivistas das propostas experimentais da CHC, marcadas por uma visão rígida da ciência (Martins & Oliveira, 2020).

Diante da importância da revista CHC para a divulgação da ciência para as crianças no nosso país e dos resultados das pesquisas que se debruçaram sobre esse material, consideramos que este é um potencial objeto de estudo. A fim de trazer um novo olhar para o periódico, utilizamos como lente teórica a epistemologia de Bachelard, mais especificamente a noção de obstáculos epistemológicos, para investigar as atividades experimentais da CHC.

Nesse contexto, temos como objetivo deste trabalho identificar atividades experimentais, relacionadas a conceitos de Física da revista *Ciência Hoje das Crianças* (CHC) das edições do período de 2009 a 2020, que podem suscitar obstáculos epistemológicos. Consideramos que esse recorte temporal nos permitirá observar limites e possibilidades das propostas da revista para a construção de conceitos científicos.

REFERENCIAL TEÓRICO

Gaston Bachelard foi um dos principais epistemólogos da ciência, dedicou-se ao estudo da Física, da Química e da Filosofia da Ciência, publicando livros sobre poesia e epistemologia da ciência. Dentre suas obras, podemos destacar o livro *A formação do espírito científico: contribuição para uma Psicanálise do conhecimento*, publicado em 1938. Nessa obra, o autor realiza a psicanálise do conhecimento científico e, a partir das suas reflexões, descreve os percalços que impedem um espírito pré-científico de se tornar um espírito científico. É a partir da análise da ciência do século XVI ao XX que ele expõe como o conhecimento científico e o próprio ato de conhecer podem ser limitantes para o desenvolvimento e para a compreensão da ciência.

Junto a outros pesquisadores (Martins & Pacca, 2005; Carvalho Filho, 2006; Buscatti Junior, 2020; Melo & Amantes, 2021), corroboramos a importância da interpretação de Bachelard sobre o processo de construção do conhecimento científico, porque se dedica a analisar, de forma crítica, os mecanismos pelos quais esse conhecimento foi sendo historicamente construído. Nesse sentido, destacamos os trabalhos de Buscatti Junior (2020), em que o autor investigou como docentes de Física deveriam lidar com o crescente número de alunos adeptos do chamado modelo da “Terra Plana”, e o estudo desenvolvido por Melo e Amantes (2021), no qual as autoras se valeram da noção de perfil epistemológico para mapear o entendimento de estudantes de nível médio e superior sobre densidade. Ademais, a característica versátil e contemporânea do pensamento bachelardiano permite também que ele fundamente pesquisas diversas na área da educação. Como exemplo, podemos citar: o trabalho de Pessanha (2018) que discute contribuições da epistemologia de Bachelard para pesquisas na área da educação matemática e o estudo de Oliveira, Fireman, & Bastos Filho (2017), no qual os autores abordam a construção do conhecimento científico no ensino de Ciências, trazendo para o debate a epistemologia de Gaston Bachelard e a teoria sociointeracionista de Vigotski.

No que se refere à experimentação, cabe ressaltar que Bachelard não elimina as possibilidades da utilização de atividades de natureza empírica, assim como de analogias e metáforas, porém ele fala

diretamente ao professor sobre o seu papel, intervindo para que as atividades não permaneçam na fantasia, no pitoresco:

“no ensino elementar, as experiências muito marcantes, cheias de imagens, são falsos centros de interesse. É indispensável que o professor passe continuamente da mesa de experiências para a lousa, a fim de extrair o mais depressa possível o abstrato do concreto. Quando voltar à experiência, estará mais preparado para distinguir os aspectos orgânicos do fenômeno” (Bachelard, 1996, p. 50).

No célebre livro *A formação do espírito científico*, Bachelard (1996) disserta sobre os obstáculos epistemológicos que impedem a formação do espírito científico, como as primeiras ideias e os preconceitos que dificultam a compreensão dos fenômenos.

“E não se trata de considerar os obstáculos externos, como a complexidade e a fugacidade dos fenômenos, nem de incriminar a fragilidade dos sentidos e do espírito humano: é no âmago do próprio ato de conhecer, que aparecem, por uma espécie de imperativo funcional, lentidões e conflitos. É aí que mostraremos causas de estagnação e até de regressão, detectaremos causas de inércia às quais daremos o nome de obstáculos epistemológicos” (Bachelard, 1996, p. 17).

De acordo com o autor, os obstáculos epistemológicos que impedem a formação do espírito científico são: 1) obstáculos do conhecimento geral; 2) obstáculo substancialista; 3) obstáculo verbal; 4) obstáculos do conhecimento unitário e pragmático; 5) obstáculo realista; 6) obstáculo animista; e 7) obstáculo quantitativo. Salientamos que os obstáculos epistemológicos foram elencados por Bachelard (1996) a partir de casos históricos da construção do conhecimento científico, de modo que o autor não exclui a possibilidade da existência de outros obstáculos. Para esse trabalho, foram considerados os sete obstáculos originalmente propostos pelo autor. Discorreremos a seguir sobre cada um deles de modo sucinto.

Obstáculo do conhecimento geral

Para Bachelard (1996, p. 71), as generalizações feitas apressadamente podem ser mal-empregadas, sem estabelecimento das abstrações fundamentais para explicação do fenômeno, e paralisam o pensamento, *“bloqueiam atualmente as idéias. Respondem de modo global, ou melhor, respondem sem que haja pergunta”*. As generalizações apressadas sobre os fenômenos são, para o autor, características do espírito pré-científico, que, como consequência, *“definem palavras e não as coisas”* (op. cit.). Assim, para o epistemólogo, o obstáculo epistemológico do conhecimento geral está relacionado às generalizações realizadas sem reflexão, que ocorrem precipitadamente a partir da experiência imediatamente concluída. Bachelard (1996, p. 69) afirma que *“[n]ada prejudicou tanto o progresso do conhecimento científico quanto a falsa doutrina do geral, que dominou de Aristóteles a Bacon, inclusive, e que continua sendo, para muitos, uma doutrina fundamental do saber”*. Nesse aspecto, quando, com a experiência primeira, fazem-se generalizações, temos um ensino com características empírico-indutivistas.

O autor admite que, em certos casos, as leis gerais foram eficazes em relação às teorias que lhes precederam; contudo, a doutrina do geral, instituída pelo positivismo lógico, é criticada em sua obra. Ele reconhece as contribuições da atividade empírica, mas condena o indutivismo ingênuo da mesma forma que o racionalismo ingênuo. Assim, o autor valoriza as contribuições tanto do empirismo quanto do racionalismo, reconhecendo as contribuições e os limites das duas vertentes.

Obstáculo verbal

O obstáculo verbal ocorre quando os fenômenos são explicados a partir de uma única imagem ou palavra. *“Tratar-se-á de uma explicação verbal com referência a um substantivo carregado de adjetivos, substituto de uma substância com ricos poderes”* (Bachelard, 1996, p. 91). Esse impedimento à formação do pensamento científico é uma marca do empirismo ingênuo, pois gera ideias que substituem os conceitos e se tornam suficientes para explicar o fenômeno.

Bachelard (1996, p. 101) cita que *“[o] perigo das metáforas imediatas para a formação do espírito científico é que nem sempre são imagens passageiras; levam a um pensamento autônomo; tendem a completar-se, a concluir-se no reino da imagem”*. Entretanto, a utilização de metáforas, imagens e analogias no ensino de Ciências não é condenada pelo autor. Ele ressalta que, quando utilizadas, devem ser capazes de contribuir para alcançar a racionalização e a abstração dos conceitos estudados, de forma que o pensamento científico possa afastar-se das imagens ingênuas dos fenômenos. Bachelard destaca: caso *“essa metáfora não fosse interiorizada, o mal não seria tão grande; sempre é possível afirmar que ela não passa de um meio de traduzir, de expressar o fenômeno. Mas, no fundo, não se limita a descrever com uma palavra; quer explicar por meio de um pensamento”* (Bachelard, 1996, pp. 128-129).

Obstáculo substancialista

O obstáculo substancialista procura explicar um fenômeno a partir de suas características evidentes, ocultas e manifestas, que simplificam e minimizam a sua carga abstrata. Bachelard (1996) explica que a substancialização é para o pensamento científico um entrave, já que sua explicação é dogmática, na qual se atribuem às substâncias poderes e virtudes que impedem o questionamento. O autor cita, como exemplos, a crença do senso comum de que o remédio eficaz é sempre amargo e que os *“corpos leves se prendem num corpo eletrizado”* (Bachelard, 1996, p. 128). Esses dois exemplos são formados pela imagem imediata, que generaliza e explica o fenômeno de forma incompleta.

O obstáculo verbal está intimamente relacionado com o obstáculo substancialista, já que a ideia formada pela imagem simplista pode ser utilizada para agregar qualidades substantivas a um objeto *“quanto menos precisa for uma idéia, mais palavras existem para expressá-la”* (Bachelard, 1996, p. 140). O autor cita que esse obstáculo confere *“à substância qualidades diversas, tanto a qualidade superficial como a qualidade profunda, tanto a qualidade manifesta como a qualidade oculta. Seria possível falar de um substancialismo do oculto, de um substancialismo do íntimo, de um substancialismo da qualidade evidente”* (Bachelard, 1996, p. 121).

Obstáculo do conhecimento unitário e pragmático

O obstáculo do conhecimento unitário e pragmático surge das generalidades do pensamento, que eliminam o erro e não permitem pensamentos contraditórios em busca da homogeneidade e de uma unidade criadora. O autor explica que é uma tendência do espírito pré-científico atribuir ao conhecimento uma utilidade, um *“princípio geral da natureza”*, que busca a perfeição dos fenômenos, relacionando-os com a unidade criadora.

Segundo Bachelard: *“[é] fácil encontrar exemplos em que a crença nessa unidade harmônica do mundo leva a estabelecer uma sobredeterminação bem característica da mentalidade pré-científica”* (Bachelard, 1996, p. 110). Bachelard é enfático ao se referir à sedução do pensamento pré-científico à generalidade, à unidade e à utilidade da ciência, *“uma utilidade não caracteriza um traço particular, parece que este aspecto não fica explicado. Para o racionalismo pragmático, um aspecto sem utilidade é um irracional”* (Bachelard, 1996, p. 115). São aspectos sedutores, pois se buscam vantagens que podem oferecer à realidade, como uma espécie de justificação, uma razão explicativa e útil para a realidade.

Obstáculo realista

Podemos observar a estreita relação entre o obstáculo utilitário e o realista quando Bachelard cita que *“o verdadeiro deve ser acompanhado do útil. O verdadeiro sem função é um verdadeiro mutilado. E, quando se descobre a utilidade, encontra-se a função real do verdadeiro. Esse modo de ver utilitário é, porém, uma aberração”* (Bachelard, 1996, p. 117).

Bachelard explica que o obstáculo realista é característico de um pensamento preso à observação primeira. E esta, por si só, é suficiente para explicar os fenômenos, visto que o pensamento realista não permite a construção de um pensamento científico abstrato, mantendo-se no plano macroscópico. O autor explica que o realista está tão convicto do que vê e sente, que não critica suas observações.

O realismo caracteriza-se pela procura da homogeneidade, da pureza oculta no núcleo das substâncias. A realidade de suas observações é, para o aprendiz, um obstáculo difícil de ser superado, pois o fato observado pode ser experimentado por ele diversas vezes. *“As imagens virtuais que o realista forma, desse modo, admirando as mil variações de suas impressões pessoais, são as mais difíceis de afugentar”* (Bachelard, 1996, p. 184).

Obstáculo animista

Outro obstáculo referenciado por Bachelard é o animista, que se refere à interpretação ingênua de objetos e fenômenos da natureza, na qual são atribuídas a eles características de seres vivos. O animismo é um obstáculo à construção de conceitos científicos por acarretar interpretações equivocadas e excessos interpretativos. Nesse obstáculo, a característica vital de uma substância é supervalorizada. *“A vida marca as substâncias que anima com um valor indiscutível. Quando uma substância deixa de ser animada, perde algo de essencial”* (Bachelard, 1996, p. 192), o autor afirma que essa propriedade é dotada de força generalizada e convence facilmente o espírito pré-científico.

Quando se caracteriza um fenômeno físico a partir das questões biológicas, observa-se uma tendência em individualizar o fenômeno, não considerando os diversos fatores que influenciam a explicação de uma teoria científica. O pensamento pré-científico busca minimizar a abstração/explicação dos conceitos estudados de uma teoria. *“Como se vê, longe de dirigir-se para o estudo objetivo dos fenômenos, a tentação maior é de — pelas intuições animistas — individualizar os fenômenos e acentuar o caráter individual das substâncias marcadas pela vida”* (Bachelard, 1996, p. 206).

Obstáculo quantitativo

O último obstáculo citado pelo autor é o quantitativo. Bachelard (1996, p. 261) caracteriza esse obstáculo pela supervalorização de uma abordagem quantitativa, em que há precisão em excesso, *“no reino da quantidade, corresponde exatamente ao excesso de pitoresco, no reino da qualidade”*. Bachelard tece suas críticas ao conhecimento quantitativo ao referir-se a ele como um conhecimento imediato, e todo conhecimento imediato é marcado por impressões subjetivas que entram o conhecimento objetivo e dificultam o aprendiz.

As explicações matemáticas imediatas sobre um fenômeno são para o conhecimento um obstáculo, por dificultar o aprendiz. A crítica de Bachelard está em aparentar-se um conhecimento objetivo, real, excepcionalmente medido, testado, verificado em que não existe espaço para o erro. Ainda convém ressaltar outro equívoco cometido pelo espírito pré-científico, as generalizações em que se aplicam ao microscópico e ao macroscópico as mesmas condições experimentais.

METODOLOGIA

Esta pesquisa tem abordagem qualitativa e consta de análise documental do periódico *Ciência Hoje das Crianças* (CHC). Nosso material de análise é composto de atividades experimentais das edições da CHC do período de 2009 a 2020, que tratam de conceitos relacionados à Física. Utilizamos os procedimentos metodológicos da análise de conteúdo de Bardin (2011) para a análise do material. Essa metodologia sistematiza o conteúdo das mensagens através de cinco fases: preparação; unitarização; categorização; descrição e interpretação. A preparação é uma fase de organização. Essa fase se caracteriza por análise fluente, estabelecida por um contato inicial com os textos que serão analisados. Para análise das revistas, a preparação foi o primeiro contato com os exemplares analisados, buscando identificar os conteúdos da área da Física nas atividades experimentais. A unitarização é o momento da desmontagem do texto no qual identificamos e destacamos as unidades de análise. Nossas unidades de análise são recortes dos textos da revista que representam a temática desta pesquisa: as atividades experimentais de Física. Nessa etapa, além de destacar as atividades que tratam de temas da Física, procuramos reconhecer elementos que possam suscitar obstáculos epistemológicos nessas propostas. No processo de categorização, organizamos os dados coletados e classificamos-os por seus aspectos de semelhança, observados no decorrer da análise. Nossas categorias referem-se aos obstáculos epistemológicos de Bachelard; nesse sentido, foi feita uma interpretação do texto das atividades

experimentais analisadas para evidenciar trechos que pudessem suscitar tais obstáculos nos leitores. A última fase da análise de conteúdo é a interpretação, momento da exegese dessas informações. A partir da fundamentação teórica, apresentamos nossa interpretação sobre os obstáculos reconhecidos nas atividades analisadas.

A análise da revista CHC foi feita em dois estágios. O primeiro está apresentado na seção “Atividades experimentais por componente curricular/área na CHC”, na qual descrevemos os critérios utilizados para identificar os temas dos diferentes componentes curriculares/áreas do conhecimento. No segundo estágio, a partir da epistemologia de Gaston Bachelard, apresentada na seção do referencial teórico, procuramos identificar os obstáculos epistemológicos que essas atividades experimentais de Física, propostas pela CHC, podem suscitar em seus leitores.

No tópico a seguir, descrevemos como foi realizada a identificação das áreas de conhecimento de cada atividade experimental.

Atividades experimentais por componente curricular/área na CHC

Foram analisadas 196 atividades experimentais da revista CHC e para identificação das atividades relacionadas à temas relacionados à Física, dentre as diferentes áreas de conhecimento, em nosso primeiro estágio de análise, utilizamos dois critérios: i) autointitulação e ii) conceitos ou expressões específicas das áreas. Consideramos a autointitulação quando o texto da atividade experimental explicita a área de conhecimento a que se refere. Quando não havia explicitação da área, recorremos à análise do encaminhamento escolhido pela atividade, e à identificação de conceitos ou expressões específicas que apareciam no texto. Esses critérios nos permitiram identificar atividades que tratam temas relacionados aos seguintes campos do conhecimento: Matemática, Física, Química, Biologia, Astronomia, Educação Física, Português e Geografia.

Identificamos como atividades de Biologia, por exemplo, propostas que trazem conceitos relacionados à reciclagem, aos seres vivos e DNA. Na Química, ácidos e bases, reações. Na Educação Física, atividades de movimentos corporais. Em Português, propostas que incentivam a escrita (construção de revistas, jogos com palavras). Em Matemática, propostas que abordam operações fundamentais, formas geométricas. As atividades que tratam de Astronomia trazem conceitos relacionados aos astros e aos fenômenos celestes. As atividades de Geografia abordam a construção de mapas. Na Física, atividades com ímãs, processos de eletrização, propagação de calor, energia.

Vale ressaltar que a separação não foi rígida e excludente, de modo que uma mesma atividade pode integrar assuntos de vários componentes curriculares/áreas, por isso o total geral no Quadro 1, a seguir, é de 205 propostas experimentais. Esse quadro mostra, de forma geral, as atividades experimentais propostas nas diversas áreas do conhecimento.

Observamos que as atividades experimentais da revista CHC tratam de diversos temas das Ciências Naturais e Humanas. Porém, os temas da área de Ciências Naturais (Física, Biologia, Química) são os mais abordados. Podemos observar, no Quadro 1, que a Biologia (69) e a Física (66) apresentam o maior número de atividades, seguidas da Química (47) e da Matemática (10). A menor quantidade de atividades propostas está nos componentes Português (3) e Geografia (2). Vale ressaltar que a análise de obstáculos epistemológicos foi realizada, para esse trabalho, somente nas atividades que abordam conteúdos da área da Física.

No segundo estágio, identificamos e contabilizamos os obstáculos nas atividades experimentais relacionadas à Física. As atividades experimentais da CHC abordam diversos conteúdos, mas cada uma delas se dedica somente a um assunto. Em algumas atividades, um mesmo obstáculo foi identificado em mais de um momento na abordagem do conteúdo, porém eles foram contabilizados uma única vez. Por exemplo, na Figura 1, foram identificadas características que podem provocar no leitor o obstáculo animista e o verbal, contabilizando, assim, dois obstáculos diferentes na mesma atividade. O obstáculo animista foi identificado mais de uma vez nessa proposta; nas repetidas vezes em que o texto menciona que o “pão pula”, ele foi, todavia, contado uma única vez.

Quadro 1 – Atividades experimentais por componente curricular/área na CHC (2009-2020)

Componente curricular/área	Seções				Total
	Experimento	Atividade	Mão na massa	Outras seções	
Biologia	19	26	14	10	69
Física	43	9	8	6	66
Química	31	4	8	4	47
Matemática	-----	6	2	2	10
Astronomia	2	1	-----	1	4
Educação física	-----	4	-----	-----	4
Português	-----	-----	1	2	3
Geografia	-----	2	-----	-----	2
Total	95	52	33	25	205

Fonte: Martins (2021)

ATIVIDADE EXPERIMENTAL 20

Pão pula-pula



Que pipoca pula dentro da panela você já sabe. Mas que pão pode pular dentro de um copo d'água, aposto que você nunca ouviu falar. Prepare-se, então, para um experimento simples e curioso!

Você vai precisar de:

- ▶ um copo;
- ▶ pedacinhos de pão;
- ▶ água com gás.

Modo de fazer:

Encha um pouco mais da metade do copo com a água com gás. Depois, coloque um pedaço de pão e observe... Pulou? Não? Então, tente com um pedacinho menor... E agora? Se não pulou, tente com um menor ainda... Agora vai!

Veja que o **pão fica subindo e descendo, saltitando dentro do copo!**

Como isso aconteceu?

A água com gás é uma bebida que contém gás carbônico sob pressão. É este gás que forma as pequenas bolhinhas de ar que você vê na água. Quando o pão mergulha na água, as bolhinhas ficam agitadas e querem logo se aproximar das moléculas do pão. E quando acontece essa união das bolhinhas com o pão, **o pão fica mais leve e sobe** para a superfície da água, como se estivesse sendo levado por uma bóia. Ao chegarem à superfície, as bolhas estouram e o pão desce. Ai, novas bolhas se juntam a ele e começa tudo de novo. Resultado: parece que o pão pula dentro do copo!

A Redação.



18

Figura 1 – Exemplo de contagem dos obstáculos epistemológicos (extraído de CHC, 2016, ed. 275, p. 18, grifo nosso).

RESULTADOS DAS ANÁLISES

No componente curricular Física, área que nos propomos a analisar, identificamos 66 atividades experimentais que tratam de todas as áreas tradicionais dessa ciência. Nesta seção, apresentamos nossa interpretação dos obstáculos epistemológicos encontrados a partir do referencial bachelardiano, apresentando, também, um exemplo (ilustração e texto) dessas atividades na CHC. Outros exemplos são mostrados a partir de excertos das atividades.

Obstáculo geral

Consideramos que as atividades experimentais da CHC que fazem generalizações mal colocadas (ou generalizações duvidosas) que culminam em um conhecimento vago (confuso/inexato) podem provocar em seus leitores o obstáculo geral. Evidencia-se esse obstáculo em situações em que a generalização foi realizada a partir de uma explicação equivocada.

Assim, quando a revista CHC atribui explicações particulares de um fenômeno a outro, de forma universal, ela pode se tornar um obstáculo geral, porque a explicação que originou a generalização partiu de uma ideia de senso comum e/ou a partir de uma relação de causa e consequência.

Embora a generalização seja comum na atividade científica, ela pode se tornar um obstáculo se for realizada a partir de uma compreensão equivocada dos fenômenos. Identificamos que o obstáculo do conhecimento geral pode ser suscitado em 4 das 66 propostas experimentais de Física. As atividades referem-se aos assuntos: densidade, refração da luz, efeito estufa e empuxo.

A seguir, apresentamos e comentamos a atividade sobre densidade na Figura 2, e discorremos sucintamente sobre a atividade referente ao conteúdo de refração da luz.



Viajando no submarino de plástico

Você tem uma banheira? Uma piscina montada no quintal? Tudo bem, uma bacia grande serve para colocar o seu submarino em ação. O quê? Não tem um submarino? Mas a gente vai ensinar a construir um agora mesmo! Assim você vai descobrir como essas embarcações fazem para flutuar e afundar. Mão na massa!

Você vai precisar de:

- uma garrafa de plástico vazia de 600 mililitros;
- uma bola de encher;
- um canudo;
- fita adesiva;
- um pouco de massinha;
- uma bacia;
- água.

Para fazer o submarino:

Fegue o canudo e prenda a boca da bola de encher em uma de suas extremidades com a fita adesiva. Depois, com a

ajuda de um adulto, faça alguns furos na garrafa de plástico. Ponha o canudo com a bola de encher dentro da garrafa, deixando parte do canudo para fora. Para vedar a boca da garrafa e prender o canudo, use um pouco de massinha. Seu submarino já está pronto! Agora, é só colocá-lo dentro da bacia cheia de água, com a extremidade do canudo para fora, e ver o que acontece!

O mistéério!

Note que o submarino se enche de água e afunda, mas se você sopra o canudo e enche a bola, ele flutua. Isso acontece porque o ar da bola de encher empurra a água para fora da garrafa, deixando-a mais leve. O mesmo acontece com os submarinos de verdade. Quando estão cheios de água, ficam pesados e afundam. Já quando suas comportas se abrem e expulsam a água, eles ficam mais leves do que a água e flutuam.

A Redação.

Figura 2 – Exemplo de obstáculo geral nas atividades experimentais da revista CHC (extraído de CHC, 2010, ed. 211, p. 17, grifo nosso).

Como podemos observar, na Figura 2, a atividade experimental intitulada “Viajando em um submarino de plástico” apresenta o funcionamento de um submarino a partir da observação particular da experimentação. O trecho grifado pode acarretar o obstáculo de conhecimento geral, pois a generalização é realizada a partir de uma ideia de senso comum, a de que o pesado afunda e o leve flutua, podendo ocasionar um entrave à compreensão do conhecimento científico sobre densidade. Reforçar essas ideias desencadeia no estudante o entendimento inadequado do conceito de densidade, fomentando uma barreira à compreensão do conhecimento científico, uma vez que aprender Ciências pressupõe romper com o conhecimento de senso comum.

Embora os estudantes possam apresentar a concepção de que “leve flutua” e “pesado afunda”, o professor deve questioná-las durante a realização do experimento para que os discentes compreendam que essa forma de explicação não é razoável do ponto de vista científico.

Assim, o uso de termos dessa seara para explicar fenômenos sob a ótica científica pode impedir que o estudante se aproprie corretamente dos conceitos científicos.

Já o conteúdo de refração da luz, abordado na atividade “Arco-íris dentro de casa!”, apresenta o obstáculo do conhecimento geral, uma vez que faz uma generalização partindo de uma afirmação de causa e consequência. O texto da atividade dá a entender que, todas as vezes que chove em dias ensolarados, há a formação de um arco-íris. Além disso, na atividade, a explicação foi simplificada, levando a uma compreensão incompleta e inadequada do fenômeno, já que o fenômeno do arco-íris envolve os conceitos de refração e reflexão da luz, os quais não foram considerados. Como pode ser visto no trecho da atividade: “*Isso é o que acontece na natureza: quando chove, em dias ensolarados, os raios luminosos que vêm do Sol passam através das gotas de água e formam um lindo arco-íris!*” (CHC, 2012, ed. 234, p. 20).

Segundo Bachelard (1996, p. 71), o conhecimento geral é, para muitos, a doutrina basilar do saber, que prevaleceu de Aristóteles a Francis Bacon e constitui um obstáculo à construção dos conceitos científicos. Esse obstáculo leva a explicações gerais nas quais “*tudo fica claro; tudo fica identificado. Mas, a nosso ver, quanto mais breve for o processo de identificação, mais fraco será o pensamento experimental!*”.

Para o epistemólogo, o obstáculo do conhecimento geral é para a construção dos conceitos científicos um fracasso da experiência científica por responder, de modo geral, questionamentos não realizados na experimentação.

Obstáculo verbal

Nas atividades experimentais da CHC, encontramos esse obstáculo em explicações que geram ideias que substituem os conceitos e se tornam suficientes para explicar o fenômeno. Essas explicações fazem uso inadequado de metáforas e analogias e/ou utilizam termos que trazem explicações do senso comum que tendem a reforçar as observações primeiras e/ou construir novas concepções inadequadas no imaginário do estudante. Visto que é imediatamente compreendido pelo leitor, devido à significação cotidiana da palavra, impede a compreensão correta do conceito científico.

Nas nossas análises, identificamos a possibilidade de suscitar o obstáculo verbal em 9 das 66 atividades experimentais, que se referem aos seguintes conteúdos: eletrização, densidade, empuxo, propriedades da matéria, refração da luz e campo magnético. A seguir, mostramos e comentamos a atividade sobre eletrização por atrito na Figura 3, e discorreremos resumidamente sobre a atividade referente ao conteúdo de densidade.



Figura 3 – Exemplo de obstáculo verbal nas atividades experimentais da revista CHC (extraído de CHC, 2020, ed. 307, p. 16, grifo nosso).

Na abordagem do conteúdo eletrização, as atividades utilizam analogias inadequadas e termos da linguagem cotidiana na explicação dos conceitos científicos em vez de familiarizar os estudantes com os novos conhecimentos. Termos cotidianos, como grudar e pular, foram utilizados para abordar o fenômeno. Como podemos observar na Figura 3, a atividade experimental utiliza o termo “grudar” no título e na explicação dos resultados.

Embora a atividade explique o processo de eletrização, esse termo é retomado, tornando-se uma palavra explicativa que constitui toda a interpretação do fenômeno. Essa expressão permanece no imaginário do estudante e dificilmente será superada. Assim, futuramente, ao ser questionado sobre o fenômeno, provavelmente o aluno usará a explicação simplificada sobre o que foi observado a partir desses termos: “o orégano grudou no balão”.

Ademais, a atividade exemplificada na Figura 3 também apresenta problemas conceituais. Ao apresentar o balão e o orégano carregados positivamente, o texto se contradiz, uma vez que a explicação dada na atividade é a de que eles seriam atraídos.

De modo análogo à ocorrência do obstáculo geral, apresentado anteriormente, a explicação inadequada do conceito de densidade na CHC incorre também no obstáculo verbal. Utilizando o termo “leve” e “pesado” (CHC, 2010, ed. 211, p. 17; CHC, 2011, ed. 225, p. 16; CHC, 2016, ed. 275, p. 18; CHC, 2010, ed. 214, p. 19) em detrimento dos termos científicos “mais denso” e “menos denso”, as explicações reforçam a ideia de senso comum: objetos leves flutuam e pesados afundam. Vale ressaltar que esse obstáculo não foi predominante nas atividades experimentais da CHC, uma vez que a maioria delas utiliza adequadamente o conceito de densidade dos fluidos (CHC, 2011, ed. 223, p. 19; CHC, 2012, ed. 239, p. 18; CHC, 2016, ed. 283, p. 17; CHC, 2013, ed. 244, p. 8; CHC, 2013, ed. 246, p. 18; CHC, 2014, ed. 257, p. 18; CHC, 2014, ed. 262, p. 18; CHC, 2016, ed. 276, p. 17; CHC, 2012 ed. 241, p. 18). A utilização dessas

expressões reforça impressões imediatas oriundas da experiência primeira. Essas expressões possuem várias interpretações, o que ocasiona um obstáculo verbal por afastar o leitor do conhecimento científico relacionado ao fenômeno estudado.

Na tentativa de facilitar a linguagem das atividades experimentais e apresentá-las de forma contextualizada, algumas atividades acabam por afastar os estudantes do pensamento abstrato quando utilizam analogias incoerentes, ocasionando um conhecimento distorcido. Segundo Bachelard, *“numa experiência mais abafada, mais subjetiva, mais íntima, que reside a verdadeira inércia espiritual. É aí que encontraremos as verdadeiras palavras-obstáculo”* (BACHELARD, 1996, p. 102). As palavras-obstáculo são termos utilizados nas explicações que induzem uma compreensão equivocada do fenômeno.

Compreendemos que a linguagem científica possui um formalismo e significados próprios que diferem dos utilizados no cotidiano dos estudantes, porém Bachelard (1996) enfatiza que deve haver ruptura entre esses conhecimentos. Embora algumas analogias nos permitam partir desses referenciais concretos, outras podem dificultar a construção dos conceitos científicos.

Obstáculo substancialista

Nas atividades da CHC, encontramos esse obstáculo em explicações que atribuem adjetivos e poderes especiais a objetos e substâncias, *“tanto a qualidade manifesta como a qualidade oculta”* (Bachelard, 1996, p. 121). Busca-se explicar o interior oculto para chegar ao íntimo/interior das substâncias.

Em nossas análises, identificamos que o obstáculo substancialista pode ser suscitado em 8 das 66 atividades experimentais. As atividades referem-se aos seguintes conteúdos: tensão superficial da água, calor específico, refração da luz, efeito estufa e energia. Cabe ressaltar que todas as atividades da CHC que abordam os conteúdos de tensão superficial da água, calor específico, efeito estufa e energia têm potencial para suscitar o obstáculo substancialista.

A seguir, apresentamos e comentamos a atividade sobre tensão superficial na Figura 4, e discorreremos brevemente sobre as atividades referentes aos conteúdos de efeito estufa e refração da luz.

A atividade experimental da Figura 4 aborda o conceito de tensão superficial. Apresenta, no título e nos resultados, trechos que podem suscitar nos estudantes o obstáculo substancialista, por atribuir ao sabão uma qualidade oculta, um superpoder que lhe permitiria diminuir a tensão superficial. Assim, o sabão teria “propriedades especiais” com as quais “quebraria” a tensão superficial da água, constituindo-se em um obstáculo substancialista do oculto.

O fenômeno da tensão superficial da água é observado em situações cotidianas, o que faz com que os estudantes possam apresentar explicações a partir do senso comum. Na atividade, a explicação de que as interações de atração entre as moléculas de água foram enfraquecidas (diminuídas) porque o sabão tem essa “capacidade” não caracteriza adequadamente as propriedades do sabão e pode fomentar no leitor o obstáculo substancialista ao substituir a explicação científica pela atribuição de poderes ao sabão.

Embora os conteúdos tenham passado por rupturas e retificações ao longo do processo de construção do conhecimento científico, essa abordagem ainda está presente nos materiais que chegam às escolas. Obstáculos epistemológicos em materiais didáticos são objetos de estudo da Química, uma ciência que historicamente apresenta o traço do obstáculo substancialista (Lopes, 1993). Bachelard (1978, p. 31) cita que *“[s]ob a sua forma elementar, nas suas experiências primeiras, no enunciado das suas descobertas, a Química é evidentemente substancialista”*.

No que se refere ao conteúdo efeito estufa, a atividade (CHC, 2010, ed. 214, p. 20) traz a ideia de calor como substância que pode ser aprisionada, que não conseguiria sair dos arredores do planeta Terra. Como pode ser observado no trecho seguinte:

“A água do copo da caixa esquentou mais! Isso porque o ar do interior da caixa foi aquecido pela luz que passou pelo filme plástico e o calor não conseguiu sair, ficou preso lá dentro. A mesma coisa acontece com o nosso planeta! É o

que chamamos de efeito estufa: a luz do Sol atravessa a atmosfera e aquece a superfície do planeta, mas **o calor não consegue sair para o espaço porque os gases de efeito estufa que envolvem a Terra não deixam**” (CHC, 2010, ed. 214, p. 20, grifo nosso).

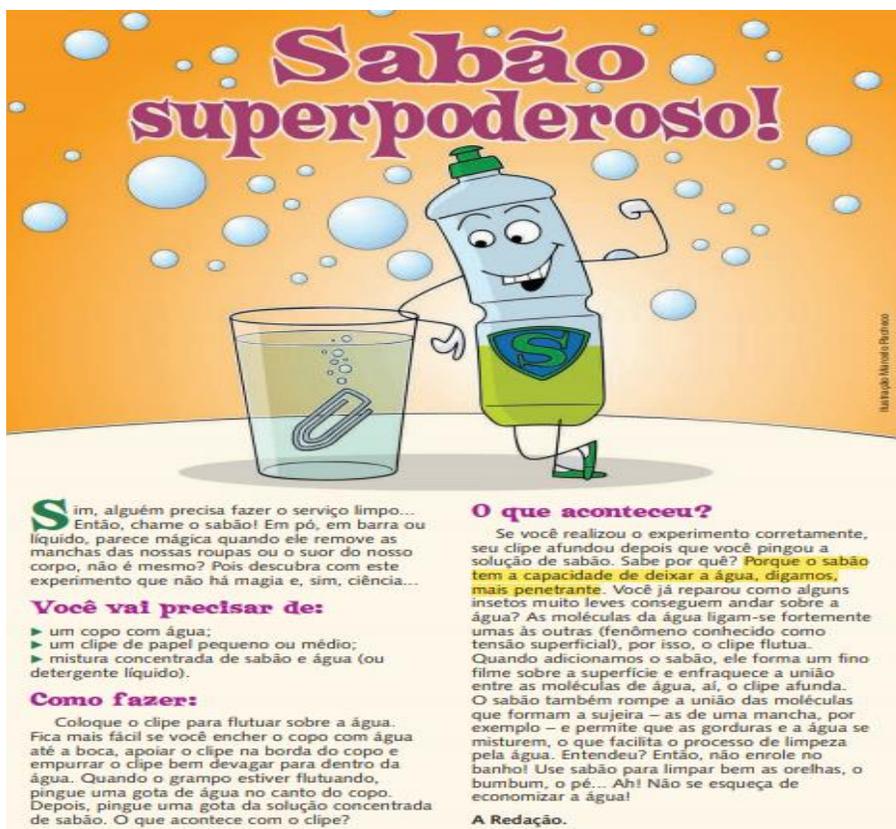


Figura 4 – Exemplo de obstáculo substancialista nas atividades experimentais da revista CHC (extraído de CHC, 2010, ed. 216, p. 20, grifo nosso).

Consideramos que essa explicação pode levar à compreensão inadequada do conceito, pois parte de uma explicação equivocada do conceito de calor, reforçando a ideia de calor como substância que pode estar contida em um corpo.

Essa forma de abordagem constitui-se em um obstáculo substancialista do íntimo, pois, segundo Bachelard (1996, p. 123), “[a] *idéia substancialista quase sempre é ilustrada por uma simples continência. É preciso que algo contenha, que a qualidade profunda esteja contida*”. Explicações com base na teoria do calórico, que consideram o calor uma substância fluida, encontradas nas atividades experimentais da CHC, mostram que essa ideia continua presente em textos atuais de DC. Esse conteúdo possui historicamente a marca desse obstáculo, as primeiras explicações sobre fenômenos relacionados às ideias de calor apresentavam explicações substancialistas. Segundo Amaral e Mortimer (2011, p. 6), “*isso pode ser comprovado historicamente quando se verifica a resistência que a ideia de calor como substância apresentou às diversas contestações feitas por estudiosos em vários momentos*”. Esses autores citam também, a partir de revisão de literatura realizada por Chi (1992), que os estudantes tratam os conceitos de luz e calor como entidades características das substâncias.

Já no conteúdo de refração da luz (CHC, 2014, ed. 260, p. 18), a revista CHC explica que “*tanto a água quanto o vidro têm a capacidade de desviar os raios de luz, se atingidos no ângulo certo*”, essa forma de explicação pode suscitar um obstáculo substancialista da qualidade evidente por explicar os desvios da

trajetória da luz pela simples menção de que a água e o copo possuem essa capacidade. Essa forma de explicação entrava a construção dos conceitos científicos ao abordar os fenômenos de forma breve e peremptória, por *“satisfazer-se apenas com ligar os elementos descritivos de um fenômeno à respectiva substância, sem nenhum esforço de hierarquia, sem determinação precisa e detalhada das relações com outros objetos”* (Bachelard, 1996, p. 127).

Nesse obstáculo, as qualidades são tidas como virtudes das substâncias, deixando de se considerar que são as interações, por exemplo, entre a luz e o meio material que produzem os fenômenos observados. Sabe-se que tanto o ar quanto a água e o vidro são meios transparentes à propagação da luz, e, quando a luz incidente atravessa a interface existente entre esses materiais, sua velocidade de propagação e trajetória inicial modificam-se devido à sua interação com as diferentes estruturas das substâncias que possuem índices de refração distintos. Assim, são as interações entre a luz, o ar, a água e o vidro que produzem o fenômeno observado.

Com efeito, para a construção dos conceitos científicos, o obstáculo substancialista é um dos mais difíceis de serem retificados pelos estudantes (Bachelard, 1996). *“Referimo-nos ao substancialismo, à explicação monótona das propriedades pela substância”* (Bachelard, 1996, p. 27), e posteriormente o autor argumenta que *“[a] origem substancial é sempre muito difícil de exorcizar”* (Bachelard, 1996, p. 132).

Obstáculo realista

Consideramos como obstáculo realista, nas atividades experimentais da revista CHC, explicações de fenômenos científicos abstratos realizadas a partir de interpretações subjetivas que os relacionam a algo concreto utilizando comparações. O obstáculo realista pode ser suscitado em 2 das 66 atividades experimentais da CHC, de acordo com nossas análises. As atividades referem-se aos conteúdos: processos de eletrização e deformação do espaço-tempo.

A seguir, mostramos e comentamos a atividade sobre deformação do espaço-tempo na Figura 5, e tratamos concisamente sobre a atividade referente ao conteúdo de eletrização.

Na atividade experimental apresentada na Figura 5, o fenômeno da deformação de espaço-tempo é abordado por meio de uma situação concreta. Para tanto, é utilizado um lençol para representar o “tecido” espaço-tempo, uma bola de bilhar para fazer referência ao planeta Terra e uma bola de gude para simbolizar objeto que cai nas proximidades do planeta. Essa forma de explicação pode fomentar um obstáculo realista, dificultando a abstração desse conceito pelos estudantes, pois eles podem entender que o tecido espaço-tempo é algo palpável, assim como o tecido do lençol.

Essa explicação já recebe crítica de pesquisadores da área há bastante tempo, entre eles, Martins (1998) aponta dificuldades de discutir corretamente conceitos científicos nas obras de DC. Sobre os conceitos de deformação do espaço-tempo abordados nessa atividade, o autor afirma que esse tipo de analogia, com a superfície elástica, passa uma ideia muito incorreta. Quando, a esse sistema, é acrescentado outro corpo para explicar o seu movimento para perto da bola mais pesada, a analogia “fica pior ainda”. O autor explica que, nesse exemplo da superfície elástica, a força gravitacional, objeto do estudo, é a própria causa da deformação da superfície e da movimentação das esferas.

“No entanto, já que se quer explicar exatamente a força gravitacional, é inválido utilizar como modelo um fenômeno que só ocorre por causa da própria gravidade. [...] A analogia da deformação causada na cama elástica com aquela que ocorre na geometria do espaço não capta nenhum desses aspectos desvia apenas a atenção do leitor, que pensa ter entendido alguma coisa, mas que não pode assimilar nada de correto sobre a relatividade geral” (Martins, 1998, pp. 287-288).

Em relação ao conteúdo de eletrização, são propostas seis atividades experimentais, uma delas encaminha o obstáculo realista ao utilizar a expressão *“E você sabe o que são átomos? São como tijolinhos que, unidos, formam todo tipo de matéria [...]”* (CHC, 2009, ed. 205, p. 18). Essa forma de explicação apresenta característica que constitui o obstáculo realista ao descrever o átomo como algo concreto, até

possível de ser manuseado, e não abstrato. Ademais, os estudantes associam ao átomo forma e dimensão que são inadequadas a essa partícula.



Figura 5 – Exemplo de obstáculo realista nas atividades experimentais da revista CHC (extraído de CHC, 2015, ed. 273, p. 16).

Referimo-nos ao átomo como uma teoria abstrata, pois o real para o átomo deve ser entendido na perspectiva microscópica: “esse real não é no sentido concreto, mas fruto da fenomenotécnica, ou seja, um real construído a partir de observações indiretas dos fenômenos por meio de instrumentos que operam com base no conhecimento científico” (Reis, Kiouranis, & Silveira, 2015, p. 4).

O conhecimento refletido é fruto da razão polêmica e de retificações. Lopes (1997) critica uma didatização que parte de modelos concretos para chegar à compreensão de conceitos abstratos, uma vez que esses modelos, de base realista e empirista, reforçam a continuidade com o senso comum. “Como a Ciência se constrói em rompimento com o senso comum cotidiano, fatalmente incorremos em distorções do conhecimento científico. Tais distorções, de uma maneira geral, estão associadas à utilização de um sem-número de metáforas e analogias” (Lopes, 1997, p. 564).

O realismo é para a compreensão do conhecimento científico um obstáculo, pois “[a]s imagens virtuais que o realista forma desse modo, admirando as mil variações de suas impressões pessoais, são as mais difíceis de afugentar” (Bachelard, 1996, p. 184). Quando a explicação se prende ao conhecimento real, tem-se a certeza da realidade observada na base da percepção dos nossos sentidos, o que mascara o processo de ruptura entre o senso comum e o conhecimento científico.

Obstáculo animista

Consideramos o obstáculo animista em atividades da revista CHC que atribuem características de seres vivos a objetos e a fenômenos da natureza. Identificamos que esse obstáculo pode ser suscitado em

5 das 66 atividades experimentais da revista CHC. As atividades referem-se aos conteúdos: eletrização por atrito, densidade e persistência retiniana.

A seguir, mostramos e comentamos a atividade sobre eletrização, na Figura 5, e discorremos brevemente sobre as atividades referentes aos conteúdos de densidade e persistência retiniana.



Figura 6 – Exemplo de obstáculo animista nas atividades experimentais da revista CHC (extraído de CHC, 2009, ed. 205, p. 18, grifo nosso).

A atividade experimental da Figura 6, que aborda os processos de eletrização, pode suscitar o obstáculo animista ao explicar o fenômeno de atração e repulsão das cargas elétricas. No título, na contextualização e no texto que explica “O que aconteceu?”, na tentativa de explicar a interação entre os materiais utilizados (papel alumínio, lata de goiabada e o plástico), o texto atribui vida ao papel alumínio, nomeando-o de pulga e dando a ele a capacidade de pular.

O ato de descrever os fenômenos da eletricidade de forma animista já era questionado por Bachelard em 1938. O autor cita exemplos de explicações que atribuem vida ao movimento de corpos eletrizados. Bachelard (1996, pp. 46-47) cita que se define um fenômeno “*por meio de imagens tão simplistas [...] Figurinhas de papel que ‘dançam’ num campo elétrico pareciam, pelo movimento sem causa mecânica evidente, muito próximas da vida*”. Na CHC, a atividade que aborda o conteúdo de eletrização por atrito potencializa esse obstáculo, trazendo expressões que afirmam que “os elétrons dos fios de cabelo ‘pulam’” (CHC, 2014, ed. 263, p. 18).

Já nas atividades que se referem ao conteúdo de densidade (CHC, 2016, ed. 275, p. 18), encontramos expressões como o pão “pula” e “mergulha”. No assunto de persistência retiniana (CHC, 2010, ed. 213, p. 12), o texto utiliza a frase “*um brinquedo incrível que vai enganar a sua visão!*”, atribuindo ao brinquedo a habilidade de “enganar”.

Segundo Bachelard (1996, p. 27), o obstáculo animista é uma marca do espírito pré-científico dos séculos XVII e XVIII e *“foi quase totalmente superado pela Física do século XIX”*. O fato de os materiais de DC do século XXI ainda encaminharem propostas com aspectos animistas evidencia um descompasso entre a DC e a natureza da ciência.

Embora esteja documentada na literatura a presença do obstáculo animista no conteúdo de calor (Amaral & Mortimer, 2011; Araújo, 2014), em nossas análises, não identificamos esse obstáculo nas atividades experimentais analisadas que tratam desse conteúdo.

Obstáculo pragmático

O obstáculo pragmático não foi identificado em nenhuma das 66 atividades experimentais de Física da revista CHC analisada. Esse resultado demonstra que os fenômenos da Física abordados nas propostas de atividades experimentais na revista não são apresentados com aspectos utilitários para a manutenção da vida no planeta Terra.

Obstáculo quantitativo

O obstáculo quantitativo também não foi identificado em nenhuma das 66 atividades experimentais de Física da revista CHC. Esse resultado era esperado, já que o público infantojuvenil ao qual a revista se destina está iniciando o contato com ferramentas matemáticas como um recurso para compreensão das explicações científicas.

DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Como foi ressaltado na contagem, uma mesma atividade experimental pode suscitar mais de um obstáculo epistemológico. Ao todo, foram identificados 28 obstáculos em 20 atividades experimentais diferentes. Assim, das 66 propostas experimentais de Física da revista CHC, 45 não suscitam obstáculos epistemológicos em seus leitores.

Porém, mesmo que o número de atividades que potencializem obstáculos epistemológicos seja inferior a 50% (vinte atividades) do total, esse resultado é preocupante, uma vez que a CHC é uma revista reconhecida e passa por processo de seleção para distribuição pelo PNLD às escolas públicas brasileiras. Além disso, Martins e Oliveira (2020) já destacaram o caráter empírico-indutivista das atividades experimentais da CHC. Nesse sentido, é preciso cautela para que a responsabilidade de superação dos limites do material não fique somente a cargo do professor.

Sem uma constante intervenção do professor, atividades experimentais que ocasionam obstáculos epistemológicos pouco contribuem para a construção dos conceitos científicos, por não possibilitarem a interpretação adequada dos fenômenos observados. Nesse sentido, Bachelard (1996) ressalta a importância do professor na realização das atividades experimentais. O autor salienta que o docente deve continuamente extrair o mais rápido possível a abstração da atividade concreta realizada, procurando estabelecer um equilíbrio entre a reflexão e a experiência, a fim de retificar os obstáculos epistemológicos e (re)construir o conhecimento científico.

Conforme Bachelard (1996), a iniciação à cultura científica é sempre delicada, porém esse epistemólogo acredita que, ao iniciar uma criança na educação científica, as primeiras lições não podem ser um obstáculo à compreensão da ciência. *“Sem dúvida que, para todo o conhecimento, as primeiras lições exigem proezas pedagógicas. Têm o direito de ser incompletas, esquemáticas. Contudo, não devem ser falsas”* (Bachelard, 1996 p. 41).

Outro resultado importante que deve ser enfatizado é o fato de termos identificado o mesmo conteúdo sendo tratado adequadamente em algumas atividades experimentais da revista e com potencial para suscitar obstáculos epistemológicos em outras. Consideramos que essa seja uma evidência de que o problema não seja o conteúdo em si, mas a forma de sua apresentação na atividade.

No que se refere à autoria das atividades experimentais da CHC, a maioria é creditada à redação da revista. Das 66 atividades analisadas, somente 6 têm autoria de pesquisadores, em 6 delas não há dados de autoria e todas as outras são assinadas pela redação da revista. Das 6 propostas creditadas a pesquisadores, 4 referem-se a profissionais que atuam em instituições públicas¹, um atua em instituição privada² e outro não foi identificado. Vale destacar que as atividades assinadas por pesquisadores de instituições públicas não apresentaram explicações que, segundo a análise, podem potencializar obstáculos epistemológicos.

Nesse sentido, consideramos que falta à CHC um apoio de pesquisadores com conhecimentos específicos da área de educação e ensino de Ciências, o que ajudaria a evitar inadequações. Cabe ressaltar que a revista não identifica a equipe de redação.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A *Ciência Hoje das Crianças* (CHC) é uma revista de DC que propõe variadas estratégias para apresentar o conteúdo abordado aos seus leitores, tais como: jogos, desafios, textos, curiosidades, histórias em quadrinhos e atividades experimentais. Neste artigo, propusemos a identificação de atividades experimentais de Física da revista CHC das edições do período de 2009 a 2020, que podem suscitar obstáculos epistemológicos nos leitores.

Em nossa análise, identificamos os obstáculos epistemológicos em 20 das 66 atividades experimentais de Física da revista CHC. O obstáculo verbal foi identificado em 9 atividades; o substancialista, em 8; o animista, em 5; o de conhecimento geral, em 4; e o realista, em 2. Os obstáculos do conhecimento pragmático e quantitativo não foram identificados em nenhum dos experimentos. Esses obstáculos epistemológicos apresentam-se na forma de analogias, generalizações e explicações ingênuas que prejudicam a construção dos conceitos científicos.

É preciso destacar que Bachelard não se opõe, necessariamente, a todo uso de analogias, metáforas, formas de pensamento e generalizações que podem suscitar obstáculos epistemológicos. Bachelard sinaliza que esses obstáculos são parte da construção científica, e o alerta que o epistemólogo faz é sobre ter cautela no uso das formas de construção de conhecimento e que elas não permaneçam nos falsos centros de interesse, uma vez que de nada vale a experiência empírica se ela não se constituir como base das abstrações dos conhecimentos.

Compreendemos, a partir dos resultados, que essas atividades necessitam da intervenção do professor na identificação e na superação dos obstáculos epistemológicos, para que a sua realização possa ser potencializada. Sabemos da importância do professor, como ressaltam diversas pesquisas na área, porém enfatizamos que não se pode atribuir toda a responsabilidade a esses profissionais.

Como foi dito anteriormente, a revista CHC apresenta várias estratégias para abordar os conteúdos das diversas áreas das Ciências; neste trabalho, foram analisadas as atividades que abordam temáticas relacionadas à Física. Acreditamos que os obstáculos epistemológicos podem ser investigados em outras abordagens, nas atividades experimentais de outros assuntos e nos outros conteúdos das outras áreas que a revista se propõe a divulgar. Entendemos também que um ponto essencial a ser investigado em pesquisas futuras refere-se ao uso da revista na escola e, em decorrência do seu uso, quais são os impactos que ela traz para o processo de ensino-aprendizagem.

Conforme apresentado na introdução, autores que tratam da DC relatam que ela pode ser uma estratégia para uso em sala de aula, porém sempre mediada pelos professores (Rocha, 2012; Souza & Rocha, 2018). Uma mediação adequada para uso da revista nas escolas pode possibilitar a construção do pensamento crítico sobre a realidade, principalmente, considerando os dias atuais, em que o fenômeno da

¹ Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ); Instituto Federal da Bahia (IFBA).

² Universidade Metodista de São Paulo (UMESP).

pós-verdade fomenta a divulgação de *fake news* fragilizando a construção do conhecimento científico e sua divulgação (Alves-Brito, Massoni, & Guimarães, 2020).

Por fim, outro desafio, também destacado por Magalhães, Villagrà e Greca (2022), é a importância de pesquisas que possibilitem o diálogo entre teorias do conhecimento científico e teorias de ensino-aprendizagem para que possamos compreender quais estratégias e conceitos são apropriados para o ensino de Ciências nas diversas faixas etárias.

Agradecimentos

À Universidade Federal do Amazonas, à Universidade Federal da Bahia, à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior e à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Amazonas pelo apoio à realização dessa pesquisa. Agradecemos também ao corpo editorial da revista IENCI e aos revisores pelas críticas e sugestões que muito contribuíram para essa publicação.

REFERÊNCIAS

- Almeida, S. A. de, & Lima, M. E. C. de C. (2016). Cientistas em revista: Einstein, Darwin e Marie Curie na Ciência Hoje das Crianças. *Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte)*, 18(2), 29-47. <https://doi.org/10.1590/1983-21172016180202>
- Amaral, E. M. R. do, & Mortimer, E. F. (2011). Uma proposta de perfil conceitual para o conceito de calor. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte)*, 1(3), 01-14. Recuperado de <https://periodicos.ufmg.br/index.php/rbpec/article/view/4154>
- Araújo, A. O. de. (2014). *O perfil conceitual de calor e sua utilização por comunidades situadas*. (Tese de doutorado). Programa de Pós-Graduação em Educação, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG. Recuperado de <https://repositorio.ufmg.br/handle/1843/BUOS-9JHKBE>
- Alves-Brito, A., Massoni, N. T., & Guimarães, R. R. (2020). Subjetividades da comunicação científica: a educação e a divulgação científicas no Brasil têm sido estremecidas em tempos de pós - verdade? *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, 37(3), 1598-1627. <http://dx.doi.org/10.5007/2175-7941.2020v37n3p1598>
- Baalbaki, A. C. F. (2012). Análise discursiva de revista de divulgação científica: o lugar da memória do futuro. *Revista do GEL*, 9(2), 46-66. Recuperado de <https://revistas.gel.org.br/rg/article/view/3>
- Bachelard, G. (1996). *A Formação do Espírito Científico: Contribuição para uma Psicanálise do Conhecimento*. (Tradução: Esteia dos Santos Abreu). Rio de Janeiro, RJ: Contraponto.
- Bardin, Laurence. (2011) *Análise de Conteúdo*. São Paulo, SP: Grupo Almedina.
- Buscatti Junior, D. A. (2020). O debate sobre o formato da Terra em sala de aula: uma análise segundo a Epistemologia de Gaston Bachelard. In *Atas do Encontro de Pesquisa em Ensino de Física*, Florianópolis, SC. Recuperado de <https://sec.sbfisica.org.br/eventos/epenf/xviii/sys/resumos/T0430-2.pdf>
- Ferreira, L. N. A. de., & Queiroz, S. L. (2012). Textos de divulgação científica no ensino de Ciências: uma revisão. *Alexandria: revista de educação em ciência e tecnologia*, 5(1), 3-31. Recuperado de <https://periodicos.ufsc.br/index.php/alexandria/article/view/37695>
- Freire, A. C. C. de M., & Massarani, L. (2012). A cobertura de Ciência para crianças: um estudo de caso em dois jornais brasileiros. *Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia*, 5(3), 101-126. Recuperado de <https://periodicos.ufsc.br/index.php/alexandria/article/view/37738/29161>

- Giordan, M. & Massi, L. (2019). A revista Ciência Hoje das Crianças e o encaminhamento para carreiras científicas: uma análise do cronotopo da seção “Eu li, eu leio”. *Ciência & Educação (Bauru)*, 25(4), 927-944. <https://doi.org/10.1590/1516-731320190040006>
- Lima, G. da S. & Giordan, M. (2017). Propósitos da divulgação científica no planejamento de ensino. *Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte)*, 19 (e2932), 1-23. <http://dx.doi.org/10.1590/1983-21172017190122>
- Lopes, A. R. C. (1993). Livros didáticos: obstáculos verbais e substancialistas ao aprendizado da ciência química. *Revista brasileira de Estudos pedagógicos*, 74(177), 309-334. <http://dx.doi.org/10.24109/2176-6681.rbep.74i177.1196>
- Lopes, A. R. C. (1997). Conhecimento escolar em Química - Processo de Mediação Didática da Ciência. *Química Nova*, 20(5), 563-568. Recuperado de <https://www.scielo.br/pdf/qn/v20n5/4901.pdf>
- Magalhães, A. P. C., Villagrà, J. A. M., & Greca, I. M. (2022). Revisão de literatura sobre ensino e aprendizagem no contexto dos anos iniciais do ensino fundamental. *Investigações em Ensino de Ciências*, 27(1), 85-107. <https://doi.org/10.22600/1518-8795.ienci2022v27n1p85>
- Maranghello, G. F., Lucchese, M. M., & Hartmann, Â. M. (2020). À luz da Ciência na Educação Infantil: Desafiando a imaginação infantil a desvendar fenômenos ópticos. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, 37(2), 807-827. <https://doi.org/10.5007/2175-7941.2020v37n2p807>
- Martins, R. A. (1998). Como distorcer a física: considerações sobre um exemplo de divulgação científica 2 Física Moderna. *Caderno Catarinense de Ensino de Física*, 15(3), 265-300. Recuperado de <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/6887>
- Martins, F. P. A. & Pacca, J. L. de A. (2005). O conceito de tempo entre estudantes de ensino fundamental e médio: uma análise à luz da epistemologia de Gaston Bachelard. *Investigações em Ensino de Ciências*, 10(3), 299-336. Recuperado de <https://www.if.ufrgs.br/cref/ojs/index.php/ienci/article/view/509>
- Martins, J. T. (2021). *Contribuições das atividades experimentais da revista Ciência Hoje das Crianças para a construção de conceitos científicos*. (Dissertação de mestrado). Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências e Humanidades. Universidade Federal do Amazonas, Humaitá, AM. Recuperado de <https://tede.ufam.edu.br/handle/tede/8446>
- Martins, J. T. & Oliveira, E. A. G. (2020). Atividades experimentais de física da revista Ciência Hoje das Crianças. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, 37(2), 455-478. <https://doi.org/10.5007/2175-7941.2020v37n2p455>
- Melo, V. F. & Amantes, A. (2021). Mapeando elementos do perfil epistemológico de densidade. *Amazônia: Revista de Educação em Ciências e Matemáticas*, 17(38), 153-172. <http://dx.doi.org/10.18542/amazrecm.v17i38.9787>
- Nascimento, T. G. (2005). Contribuições da análise do discurso e da epistemologia de fleck para a compreensão da divulgação científica e sua introdução em aulas de ciências. *Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte)*, 7(2), 127-144. <https://doi.org/10.1590/1983-21172005070206>
- Oliveira, C. S., Fireman, E. C., & Bastos Filho, J. B. (2017). Vigotsky, Bachelard e o ensino de ciências. *Revista de Estudios e Investigación en Psicología y Educación*, vol. extr.(04), 70-74. <https://doi.org/10.17979/reipe.2017.0.04.2570>

- Pessanha, M. (2018). Obstáculos cognitivo-epistemológicos e modelos explicativos no estudo sobre a estrutura da matéria nas aulas de física. *Investigações em Ensino de Ciências*, 23(2), 383-405. <http://dx.doi.org/10.22600/1518-8795.ienci2018v23n2p383>
- Reis, J. M. C. dos., Kiouranis, N. M. M., & Silveira, M. P. da. (2015). Conceito de átomo: obstáculos epistemológicos e o processo de ensino e aprendizagem. *Anais do X Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências*. Águas de Lindóia, SP. Recuperado de <http://www.abrapecnet.org.br/enpec/x-enpec/anais2015/resumos/R0636-1.PDF>
- Rocha, M. B. (2012). O potencial didático dos textos de divulgação científica segundo professores de ciências. *Revista Brasileira de Ensino de Ciências e Tecnologia*, 5(2), 47-68. <http://dx.doi.org/10.3895/S1982-873X2012000200005>
- Silva, L. L. da., Pimentel, N. L., & Terrazzan, E. (2011). As analogias na revista de divulgação científica Ciência Hoje das Crianças. *Ciência & Educação(Bauru)*, 17(1), 163-181. <https://doi.org/10.1590/S1516-73132011000100011>
- Souza, P. H. R. & Rocha, M. B. (2018). O caráter híbrido dos textos de divulgação científica inseridos em livros didáticos. *Ciência & Educação (Bauru)*, 24(4), 1043-1063. <https://doi.org/10.1590/1516-731320180040015>
- Valério, M. (2005). Os desafios da divulgação científica sob o olhar epistemológico de Gaston Bachelard. In *Atas do V Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências - SP*. Recuperado de http://abrapecnet.org.br/atas_enpec/venpec/conteudo/artigos/3/pdf/p153.pdf
- Vigotski, L. S. (2009). *A construção do pensamento e da linguagem*. (Tradução de Paulo Bezerra). São Paulo, SP: Martins Fontes.

Referência do material analisado

- CHC. Revista Ciência Hoje das Crianças. Instituto Ciência Hoje. SBPC, São Paulo, edições: 198 de 2009 a 317 de 2020.

Recebido em: 01.12.2021

Aceito em: 17.10.2022