



Uma análise das atividades experimentais publicadas em artigos científicos

Shalimar Calegari Zanatta, Doutora em Física da Matéria Condensada pela Universidade Estadual de Maringá, Pós-Doutora em Ensino de Física, Professora de Física do Programa PPIFOR, da Universidade Estadual do Paraná – UNESPAR/ campus de Paranavaí, shalicaza@yahoo.com.br

Talisson Fernando Leiria, Mestre em Ensino: Formação Docente Interdisciplinar pela Universidade Estadual do Paraná – UNESPAR, talisson_leiria@hotmail.com

Resumo: Acredita-se, entre os professores de Ciências, de que as atividades experimentais são recursos metodológicos eficientes para o processo de ensino e aprendizagem, por isso, esse tema merece ser abordado em todos os debates estabelecidos nesta área. Conforme a literatura pertinente, as metodologias empregadas para a execução das atividades experimentais no Ensino de Física se dividem em antes e depois do Physical Science Study Commitee, uma vez que foi a partir deste que elas deixaram de ser demonstrativas e executadas pelos professores, para serem realizadas pelos estudantes, que seguiam um manual de instruções. A execução de atividades experimentais não se mostrou suficiente para promover uma aprendizagem significativa, fato que indica a necessidade de que se promovam mais estudos acerca das metodologias empregadas para este fim. Inserido nesse contexto, este trabalho é parte integrante de uma pesquisa bibliográfica, fundamentada em artigos científicos de três revistas indexadas, Caderno Brasileiro de Ensino de Física, Revista Brasileira de Ensino de Física, e A Física na Escola, que foram selecionadas por abordarem atividades experimentais na área da Física, estabelecendo discussões inerentes ao tema. Os 47 artigos encontrados, de acordo com as condições determinadas, foram categorizados utilizando a “Análise de Conteúdo de Bardin”, que contribuiu para a análise dos fundamentos epistemológicos e metodológicos que embasam nosso objeto de pesquisa. Como resultado, as atividades experimentais foram classificadas como executáveis (atividades experimentais que devem ser executadas pelo aluno) ou demonstrativas (atividades experimentais demonstradas pelo professor), nas subcategorias de reprodução ou inovação, qualitativa ou quantitativa. A maioria dos artigos investigados (21,3%) estão categorizados como demonstrativos e de reprodução qualitativa, sendo que, por outro lado, apenas 4,2% deles foram classificados como executáveis e de reprodução qualitativa. Estes resultados indicam que ocorre a maior valorização dos conceitos, em detrimento dos valores quantitativos, com a visão empirista-indutivista da Ciência ainda sendo verificada na maioria deles.

Palavras-chave: Atividades Experimentais, Ensino de Física, Concepções Epistemológicas, Capacitação do professor de Física.

An analysis of experimental activities published in scientific articles

Abstract: Among the Science teachers, on experimental activities are efficient methodological resources for the teaching and learning process, so this topic deserves to be addressed in all debates in this area. According to the literature, the methodology perform the experimental activities in Physics Teaching are divided before and after the Physical Science Study Committee, since it was from this that they are no longer demonstrative and executed by teachers, to be performed by students who followed an instruction manual. However, the execution of experimental activities wasn't sufficient to promote meaning full learning, which indicates the need of further studies on the methodologies used for this purpose. In this context, this work is an integral part of a bibliographical research, based on scientific articles from three indexed journals, Brazilian Journal of Physics Teaching, Brazilian Journal of Physics Teaching, and Physics in the School, which were selected because they approached experimental activities in the Physics area, establishing discussions inherent to the theme. The 47 articles found, according to the given conditions, were categorized using the "Bardin Content Analysis", which contributed to the analysis of the epistemological and methodological foundations that underlie the research object. As a result, the experimental activities were classified as executable (experimental activities that must be performed by the student) or demonstrative (experimental activities demonstrated by the teacher), in the subcategories of reproduction or innovation, qualitative or quantitative. The most of the articles investigated (21.3%) were categorized as demonstrative and qualitative reproduction, whereas, on the other hand, only 4.2% of them were classified as executable and qualitative reproduction. These results indicate that the highest value of concepts occurs, to the detriment of quantitative values, with the empiricist-inductivist vision of Science still being verified in the most of them.

Keywords: Experimental Activities, Physics Teaching, Epistemological Conceptions, Teacher training in Physics.

Introdução

Em se tratando do processo de ensino e aprendizagem de Física, este é um tema que vem sendo debatido, sistematicamente, desde 1970, quando foi realizado o primeiro Simpósio Nacional de Ensino de Física – SNEF, que reuniu diversos pesquisadores da área, sendo que, desde então, nestes 47 anos de pesquisa formal, a área conseguiu agrupar um corpo significativo de conhecimentos sobre tal assunto (ALVES FILHO, 2000).

Entretanto, ao analisarmos o contexto atual, constatamos que a efetivação desse corpo teórico de conhecimentos, em prol da qualidade do referido processo de ensino e aprendizagem, configura-se como um desafio, pois, existe uma lacuna entre o conhecimento produzido pelos pesquisadores e o saber efetivo do professor, que atua em sala de aula. No sentido de minimizar este obstáculo, a ampla divulgação dos resultados

de pesquisas, em torno de tal tema, por revistas indexadas, disponíveis na rede mundial de computadores, constitui-se como uma das possíveis pontes, que pode ser estabelecida entre estes diferentes conhecimentos.

Sendo assim, pode-se afirmar que discutir e apontar melhorias nas metodologias didático-pedagógicas, empregadas pelos professores de Física, para o desenvolvimento das aulas experimentais, é um importante recurso para a consolidação do processo de ensino e aprendizagem; sendo necessário, ainda, que se discuta sobre as concepções epistemológicas destes profissionais, no que se refere à natureza da Ciência, investigando-se quais são as suas crenças sobre as percepções de aprendizagem. Nesse sentido, Hashweh (1996) atesta que as crenças epistemológicas do professor estão diretamente correlacionadas com as suas metodologias didático-pedagógicas.

Muitos professores, conscientes ou não, acreditam em uma Ciência positivista, desenvolvida em torno de bases empíricas e indutivistas (HASHWEH, 1996). Isso equivale a admitir que existe uma verdade, independente da nossa existência, e que nossos sentidos, por meio da observação sistemática, afixam seu descobrimento. Nessa perspectiva, pode-se apontar que a Ciência é o resultado de leis, obtidas sistematicamente pelo Método Científico, que fornece o comportamento da natureza *ad infinitum*.

Notamos, portanto que, de acordo com esta premissa, o observador é destituído de uma cultura ideológica, que seja capaz de interferir na interpretação dos resultados observados, podendo-se compreender, então, que a observação é neutra (CHALMERS, 1993). Segundo esta percepção, o professor empirista-indutivista considera o aluno como uma tábula rasa, que deve se apropriar das verdades absolutas, produzidas pelos gênios da Ciência, em um processo diretivo professor-aluno, ao qual nos referimos como ensino tradicional.

De acordo com Moreira (2000), para este tipo de professor, as atividades experimentais se configuram como práticas pedagógicas que melhor se adequam ao processo de ensino e aprendizagem de Ciências, uma vez que desempenham um papel de comprovação, memorização e reprodução do conhecimento.

Conforme Higa e Boaventura de Oliveira (2012), as diferentes concepções das atividades experimentais envolvem diferentes concepções de aprendizagem, pressupondo diferentes papéis para os agentes envolvidos: o estudante, o professor e o conhecimento; ou

seja, as metodologias empregadas nas atividades experimentais revelam as concepções que o professor tem da Ciência e do processo de ensino e aprendizagem.

Na visão de Séré, Coelho e Nunes (2003, p. 31): “A maneira clássica de utilizar o experimento é aquela em que o aluno não tem que discutir; ele aprende como se servir de um material, de um método; a manipular uma lei fazendo variar os parâmetros e a observar um fenômeno”. Entretanto, discordando desta ideia, Gaspar (2004) indica que o problema é que, desta forma, as atividades experimentais não promovem uma aprendizagem significativa¹. Para Ricardo e Freire (2007), elas se mostram tão ineficientes quanto a resolução de exercícios, com manipulações matemáticas, tão duramente criticadas.

Diante das discussões até aqui estabelecidas, como parece haver um consenso sobre o papel motivador das atividades experimentais, torna-se relevante discutir as metodologias didático-pedagógicas empregadas em sua execução, visando à promoção da aprendizagem significativa, já que os experimentos realizados, por si só, não garantem que a aprendizagem aconteceu de fato.

Sendo assim, algumas questões se apresentam como pertinentes: - Levando-se em conta que os artigos científicos servem como ponte entre a lacuna do conhecimento produzido pelos pesquisadores e o conhecimento efetivo do professor, que atua em sala de aula, como as atividades experimentais vêm sendo propostas nestes textos? -Que epistemologia das Ciências vem sendo apresentada neste material? Afinal, os artigos científicos auxiliam na capacitação do professor?

Este trabalho apresenta os resultados das características de artigos que abordam atividades experimentais, a partir da seleção de três revistas indexadas, sendo que a primeira é o *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, ISSN 1677-2334, Qualis B1, que é uma revista com publicações quadrimestrais, voltada para a Formação de Professores, segundo revela seu escopo. Sua principal tônica consiste na abordagem de experimentos de física, que podem ser utilizados em sala de aula, tanto no Ensino Médio, quanto no Ensino Superior.

A segunda é a *Revista Brasileira de Ensino de Física*, ISSN 1806-9126, na versão Online, Qualis B2, que publica, anualmente, quatro fascículos, podendo ser observado na

¹ A Aprendizagem Significativa, como definida por David Paul Ausubel, estabelece que aprender é um processo de interação entre as informações recentes com as que já estão na estrutura cognitiva do aprendiz, modificando-as.

própria descrição da revista, que seus temas estão focados em discussões de conteúdos pedagógicos.

A terceira revista é *A Física na Escola*, ISSN 1983-6430, também na versão Online, com Qualis B4, que publica dois fascículos por ano. Seu principal foco é a divulgação da Física e seu ensino.

A escolha das revistas citadas seguiu os critérios abaixo elencados:

- i- serem qualificadas pela Comissão de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES);
- ii- serem acessíveis - estarem disponíveis, gratuitamente, na rede mundial de computadores;
- iii- serem direcionadas para o Ensino de Física.

Além dos critérios anteriormente mencionados, foi observado que todos os 47 artigos deveriam indicar o público alvo ao qual a atividade experimental descrita deveria ser destinada. Os textos que não fizeram esse direcionamento não foram analisados.

A metodologia de análise dos artigos foi conduzida pelos preceitos teóricos da investigação de conteúdo de Bardin (2009), sendo que as atividades experimentais foram classificadas nas seguintes categorias: executável (atividade executada pelo aluno), ou demonstrativa (atividade executada apenas pelo professor); com as subcategorias: atividades de reprodução (experimentos, conforme admitidos pelos autores, já descritos na literatura), ou inovação (atividades experimentais, consideradas, pelos autores, como propostas inovadoras); qualitativa (com ênfase nos conceitos, sem análises quantitativas; ou seja, a atividade experimental prioriza somente o conceito físico, que está sendo estudado), ou quantitativa (com ênfase nas medidas e valores obtidos).

Prosseguindo com a análise em curso, buscando fundamentar teoricamente nossas reflexões, será apresentada uma discussão acerca da epistemologia das Ciências.

A epistemologia das ciências

A epistemologia é um campo da Filosofia, que estuda como o conhecimento é construído (MARQUES, 2013; MASSONI, 2005). Dessa forma, procura-se estudar a origem e os métodos utilizados para a validação do conhecimento que foi construído,

sendo que as principais questões que a epistemologia procurar responder são: - O que conhecemos? - Como conhecemos? -Quais são os métodos confiáveis para o desenvolvimento da Ciência?

As respostas a estes questionamentos foram mudando ao longo dos séculos, primeiramente, em uma disputa em torno de duas correntes filosóficas, aparentemente antagônicas: o empirismo e o racionalismo. Essas duas escolas de pensamento se opõem quanto aos métodos de elaboração do saber, uma vez que os racionalistas privilegiam a razão em detrimento da experiência do mundo sensível, como via de acesso ao conhecimento; ou seja, a razão deve antever à observação empírica, sendo a dedução matemática indicada como método superior de investigação filosófica (MARQUES, 2013).

Em se tratando dos empiristas, estes se baseiam, primeiramente, na experiência, acreditando na observação ingênua, em que os sentidos humanos afixam o descobrimento das leis, que são consequências da indução daquilo que se observa. Nessa perspectiva, considera-se que as teorias (exclusivamente oriundas dos dados empíricos) estão livres de pressupostos, ou preconceitos, do observador, que consegue extrair da natureza sua essência, exorcizando qualquer ingrediente, que possa interferir nas suas interpretações.

Críticas a esses dois paradigmas levaram os estudiosos a buscar em outro método, que se mostrasse infalível para a construção do saber – o Método Científico - que se caracterizasse por um roteiro descritivo de ações, que devem ser conduzidas, rigorosamente, para validar um conhecimento. Estes princípios foram estabelecidos pelo Círculo de Viena, em 1922, por meio do Positivismo lógico, que representou um ideário filosófico, propondo uma diferenciação entre o que é ou não metafísico.

Para um conhecimento receber o *status* de “científico”, ele deve alcançar um conjunto de postulados, que envolve práticas específicas. Sendo assim, para o Círculo de Viena, as teorias que podem ser definidas como científicas são aquelas que foram submetidas à Lógica e ao Planejamento Empírico, notando-se, portanto, que a verificação empírica e a indução são os principais critérios de demarcação para o científico e o não científico (LUZ, 2003).

Apesar de as teorias epistemológicas mais recentes não concordarem com a ideia de que o Método Científico é o único infalível para o desenvolvimento da Ciência, esse

enfoque positivista das Ciências alcançou as práticas pedagógicas, principalmente, no que se refere às atividades experimentais. Sendo assim, o que se pode observar é a crença, muitas vezes implícita, de que a Ciência se constrói linearmente, por meio da observação de alguns “gênios”, que utilizam, adequadamente, o Método Científico.

Apesar do empirismo-indutivista ser considerado uma teoria do conhecimento ultrapassada, sendo visto, desta forma, por epistemólogos, filósofos e historiadores da ciência, ele ainda tem sobrevivido, quando tratamos do Ensino de Física. Tal afirmação se baseia no fato de que o pensamento docente espontâneo inclui uma visão ingênua de Ciência, apoiada pelos documentos oficiais e pelos livros didáticos.

A situação anteriormente descrita pode ser exemplificada ao se analisar as concepções veiculadas nas Orientações Curriculares do Estado da Bahia (2005, p. 98), pois, estas ressaltam a importância do empirismo, como método de validação do conhecimento, e atestam que “A experimentação é imprescindível durante a apresentação dos conteúdos das disciplinas da área de Ciências da Natureza e Matemática. No caso particular da Física, é um recurso utilizado para materializar um conceito, tornando-se um facilitador da abstração”. Em face deste pensamento, pode-se enfatizar a relevância dos artigos científicos, pois, estes podem contribuir para a desmistificação do pensamento docente incauto.

Confirmando a problemática apontada, a primeira versão da Base Nacional Comum Curricular –BNCC (BRASIL, 2015) apresentou como justificativa para o agrupamento das áreas de conhecimento Química, Física e Biologia, que receberam a denominação de “Ciências da Natureza”, o fato de as mesmas terem caráter empírico, uma característica que é comum a todas elas. De acordo com este documento:

A base comum é a observação sistemática do mundo material, com seus objetos, substâncias, espécies, sistemas, fenômenos e processos, estabelecendo relações causais, fazendo e formulando hipóteses, propondo modelos e teorias e tendo o questionamento como base da investigação e a experimentação como critério de verificação (BRASIL, 1ª versão da BNCC, 2015, p. 148).

Esta visão positivista foi severamente criticada por grupos de pesquisadores, fato que conduziu a uma reformulação do texto, na segunda versão da BNCC, no sentido de se ampliar o foco e a metodologia, das áreas de Ciências da Natureza e Matemática.

Fazer ciência envolve observações e inferências, coleta, interpretação, análise e avaliação de dados, formulação de hipótese, realização de previsões e testes, modelagem matemática, verificação sistemática; portanto, aprender ciência envolve as mesmas práticas. Não se trata de uma sequência rígida ou linear, mas de uma diversidade de procedimentos que dependem, entre outros fatores, dos objetos de estudo, equipamentos disponíveis e níveis de precisão pretendida (BRASIL, 2ª versão da BNCC, 2015, p. 145, p. 588).

Se por um lado a Ciência positivista interfere nas metodologias didático-pedagógicas, analisando por outra perspectiva, alguns epistemólogos, do século XX, como Popper (1975), Kuhn (1978) e Feyerabend (1993), dentre outros, apontam novas estruturas para o desenvolvimento da Ciência. E, apesar de não haver consenso sobre essas estruturas, eles concordam que a Ciência faz parte de um processo de construção humana, que sofre influências de fatores históricos, sociais, políticos, econômicos, religiosos e culturais. A partir desta ideia, podemos compreender que as leis são provisórias e resultantes de uma interpretação impregnada de valores externos ao fenômeno observado.

Refletindo sobre tal pensamento, é possível notar, então, que a Ciência é um processo, uma tentativa, dentre muitas, de explicar os fenômenos naturais, sendo que não há mecanismos que nos possibilite identificar as possíveis verdades, se é que elas existem. É significativo observar que imaginação, especulação, intuição e criatividade são elementos relevantes para o desenvolvimento da Ciência, mas, estes não são contemplados pelo Método Científico.

Contextualizando o uso das atividades experimentais no ensino de física

As atividades experimentais se fortaleceram como metodologia didático-pedagógica para o Ensino de Ciências devido à influência do *Physical Science Study Committee - PSSC*², que foi desenvolvido nos Estados Unidos, no final da década de 50, em um contexto de disputas pela vanguarda da corrida tecnológica, entre a antiga União Soviética e os Estados Unidos. A ideia por trás deste projeto é considerar o aluno como um

² Os primeiros projetos desenvolvidos no Brasil utilizaram a instrução programada, baseada nas teorias comportamentalistas de Burrhus Frederic Skinner. Formado em Biologia, com doutorado em Psicologia, em 1931, Skinner fez longa carreira como pesquisador, professor e escritor, particularmente, atuando em Harvard. Ficou conhecido por dizer que podemos ensinar qualquer assunto para qualquer pessoa, desde que utilizamos os recursos instrucionais adequados.

cientista, um sujeito que deve buscar o conhecimento por si³, sendo que, nesse caso, o professor passa a desempenhar o papel de gerenciador do processo e não o de transmissor do conhecimento (MOREIRA, 2000). A base teórica deste projeto estava alicerçada na aprendizagem do Método Científico como garantia de aprendizagem da Física.

O fracasso verificado para o PSSC, e para os demais projetos que vieram a partir dele, não foi suficiente para dissipar a crença de que a atividade experimental é motivadora e facilitadora da aprendizagem. Araújo e Abib (2003, p. 02) afirmam que:

[...] de modo convergente a esse âmbito de preocupações, o uso de atividades experimentais como estratégia de ensino de Física tem sido apontado por professores e alunos como uma das maneiras mais frutíferas de se minimizar as dificuldades de aprender e de se ensinar Física de modo significativo e consistente.

A respeito das atividades experimentais, Séré, Coelho e Nunes (2003) apontam que estas são importantes, porque propiciam ao estudante sua interação com o mundo científico. Já na visão de Henry (1998 apud Alves Filho, 2000, p. 150), no que se refere à experimentação, ela se apresenta como

[...] um fazer elaborado, construído, negociado historicamente, que possibilita através de processos internos próprios estabelecer “verdades científicas”. “Assim (...) passaram [os investigadores] a dar importantes contribuições para a nova tendência ao experimentalismo, pois um dos traços característicos da revolução científica é a substituição da “experiência” evidente por si mesma que formava a base da filosofia natural escolástica por uma noção de conhecimentos especificamente concebidos para esse propósito”.

Segundo Amaral (1997), as atividades experimentais desenvolvidas, juntamente com outras práticas metodológicas, vão desempenhar um papel significativo para o aperfeiçoamento dos conceitos científicos, proporcionando, assim, uma melhoria na compreensão e no entendimento das ciências que dependem da assimilação destes. Ainda de acordo com Amaral (1997, p. 14), as atividades assim planejadas, auxiliam o aluno a entender:

[...] as possibilidades e os limites do raciocínio e procedimento científico, bem como suas relações com outras formas de conhecimento; criar situações que agucem os conflitos cognitivos no aluno, colocando em questão suas formas prévias de compreensão dos fenômenos estudados; representar, sempre que

³ Essa crença está de acordo com a teoria de Jean Piaget. Para ele, o aluno não deveria estar apenas no centro do processo de aprendizagem, mas, também, no centro do processo de ensino. Ou seja, o desenvolvimento cognitivo do aluno deveria afiançar sua aprendizagem.

possível, uma extensão dos estudos ambientais quando se mostrarem esgotadas as possibilidades de compreensão de um fenômeno, em suas manifestações naturais, constituindo-se em uma ponte entre o estudo ambiental e o conhecimento formal.

É vasta a literatura que defende o uso de atividades experimentais como recurso metodológico eficiente para o Ensino de Ciências, em geral, sejam elas realizadas dentro ou fora de um espaço específico, como um laboratório, por exemplo. A respeito desta questão, Gaspar e Monteiro (2005, p. 232) assinalam que:

A atividade de demonstração experimental, em sala de aula, particularmente quando relacionada a conteúdos de Física, apesar de fundamentar-se em conceitos científicos, formais e abstratos, tem por singularidade própria a ênfase no elemento real, no que é diretamente observável e, sobretudo, na possibilidade de simular no micro-cosmo formal da sala de aula, a realidade informal vivida pela criança no seu mundo exterior. Grande parte das concepções espontâneas, senão todas, que a criança adquire, resultam das experiências por ela vividas no dia-a-dia, mas essas experiências só adquirem sentido quando ela as compartilha com adultos ou parceiros mais capazes, pois são eles que transmitem a essa criança os significados e explicações atribuídos a essas experiências no universo sócio-cultural em que vivem.

É relevante lembrar que o professor positivista apresenta resistência em executar um experimento didático que não reproduza o resultado esperado, ou que admita fazer adaptações em seu procedimento. Isso porque ele acredita que a reprodução do experimento, pelo aluno, promoverá a sua aprendizagem.

Em se tratando dos conhecimentos prévios dos alunos, Silveira e Ostermann (2002) alertam que toda observação é precedida por uma teoria prévia que, muitas vezes, pode até ter sido formulada pela observação ingênua, ou embasada no conhecimento do senso comum. Sendo assim, Delizoicov e Angotti (1991) indicam uma solução para tal problema:

[...] a todo e qualquer momento do diálogo didático da sala de aula, a atividade experimental poderá ser solicitada para configurar os conhecimentos prévios dos estudantes, para gerar conflitos de interpretação acerca de uma dada situação ou ainda como decorrência de uma problematização inicial.

É possível observar que, segundo os autores, as atividades experimentais, assim como outras metodologias de ensino, devem permitir a abertura de um diálogo entre professor e aluno, inclusive, entre os próprios alunos. De acordo com as teorias construtivistas, o processo de aprendizagem deve levar em consideração o conhecimento

prévio dos alunos, pois estes não são uma “tábula rasa”, como atestam as teorias pedagógicas tradicionais.

Diante das considerações, constata-se que utilizar uma atividade experimental, no âmbito das teorias pedagógicas construtivistas (que deram um novo papel às atividades experimentais) e, de acordo com as concepções epistemológicas atuais, significa produzir uma conversação para promover conflitos entre os conceitos pré-existentes dos alunos e os conceitos compartilhados pela comunidade científica.

No que concerne aos saberes que o aluno já detém, antes deste ter acesso ao conhecimento formal, as Diretrizes Curriculares da Educação Básica do Estado do Paraná (2008, p. 71), para a disciplina de Física, reconhecem a importância destes saberes e alegam que estes devem ser levado em consideração pelo professor.

[...] é fundamental que o professor compreenda o papel dos experimentos na ciência, no processo de construção do conhecimento científico. Essa compreensão determina a necessidade (ou não) das atividades experimentais nas aulas de física. Um experimento deve ser planejado após uma análise teórica. A ideia ingênua de que devemos ir para o laboratório com a “mente vazia” ou que “os experimentos falam por si” é um velho mito científico (DCE, 2008, p. 71).

Para Ausubel, “[...] o fator mais importante que influencia a aprendizagem é aquilo que o aluno já sabe. Descubra isso e ensine-o de acordo” (AUSUBEL apud MOREIRA, 1999, p. 163). Percebe-se, portanto, que, de acordo com a teoria de Ausubel, a atividade experimental deve levar em consideração os conhecimentos existentes na estrutura cognitiva do indivíduo, de tal forma que os conceitos não devam ser decorados, mas, sim, relacionados.

De acordo com Mortimer (1992), as atividades experimentais devem promover um conflito cognitivo, a fim de que o aluno possa repensar suas concepções alternativas. O autor afirma, ainda, que: “A aprendizagem em sala de aula, a partir dessa perspectiva, é vista como algo que requer atividades práticas bem elaboradas que desafiem as concepções prévias do aprendiz, encorajando-o a reorganizar suas teorias pessoais” (MORTIMER, 1992, p. 31).

Observa-se, portanto, que esta metodologia didático-pedagógica está em consonância com os novos princípios da Ciência, porque levam em consideração as

concepções alternativas dos alunos que, de alguma forma, estão relacionadas a uma ciência ingênua, já produzida no passado da história da humanidade.

Procedimentos Metodológicos

Conforme já foi exposto, os artigos analisados neste trabalho foram publicados nas revistas: i) *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*; ii) *Revista Brasileira de Ensino de Física* (ambas no intervalo entre 2011 a 2015); e iii) *Física na Escola* (para o intervalo entre 2010 a 2012). Esta última revista teve apenas uma única publicação, em 2012, por isso, seu período de investigação foi diferenciado. É importante indicar que, atendendo aos critérios pré-estabelecidos, as referidas revistas são gratuitas, de fácil acesso e indexadas.

Nossa pesquisa se iniciou pela busca de artigos que abordavam atividades experimentais, observando-se o título, o resumo e, por último, as palavras-chave. Posteriormente, todos os artigos pré-selecionados foram lidos na íntegra, com exceção daqueles que não explicitaram o público alvo ao qual a atividade experimental estava direcionada. Estes não foram categorizados, conforme a teoria de “Análise de Conteúdo de Bardin”, que assim pode ser definida:

Um conjunto de técnicas de análise das comunicações, visando obter, por procedimentos sistemáticos e objetivos de descrição do conteúdo das mensagens, indicadores (quantitativos ou não) que permitam a inferência de conhecimentos relativos às condições de produção/recepção (variáveis inferidas) destas mensagens (BARDIN, 2002, p. 42).

Quando se utiliza a referida Análise de Conteúdo, ela permite compreender, de forma crítica, o que está sendo descrito dentro das comunicações, buscando entender o seu conteúdo e as suas significações, o que possibilita a categorização e a uniformização dos dados, que são retirados da produção textual, proporcionando a acessibilidade nas análises das repostas e em suas interpretações. Chizzotti (1991, p. 98) revela que “[...] o objetivo da análise de conteúdo é compreender criticamente o sentido das comunicações, seu conteúdo manifesto ou latente, as significações explícitas ou ocultas”.

Resultados da Pesquisa

O *Caderno Brasileiro de Ensino de Física* traz inúmeros relatos de aplicação de atividades experimentais direcionadas para o Ensino Médio e Superior, sendo que a ênfase é dada aos experimentos que podem ser realizados em sala de aula, utilizando materiais acessíveis e de baixo custo. Nesse periódico, encontramos 14 artigos referentes ao período investigado, 2011 a 2015, dentro dos critérios anteriormente descritos.

A *Revista Brasileira de Ensino de Física* publica 04 fascículos por ano, com o objetivo de discutir diferentes temas ligados à área da Física, com foco na abordagem pedagógica. Para o período estabelecido na pesquisa, entre 2011 e 2015, foram analisados 24 artigos relacionados a atividades experimentais.

A revista *Física na Escola* tem publicado 02 fascículos por ano, sendo que, conforme seu escopo, seu objetivo envolve a formação dos professores e a divulgação da Física e o seu Ensino, com ênfase na sala de aula. Percebeu-se que ela procura estabelecer um diálogo com os professores do Ensino Médio, bem como, com todos que queiram contribuir para o Ensino desta disciplina. No período investigado, de 2010 a 2012, foram analisados 09 artigos sobre o tema, que é objeto deste artigo.

Buscando oferecer uma melhor apresentação dos resultados, os 47 artigos analisados para o nosso estudo estão identificados na tabela 1, com a letra ‘C’ representando os artigos do *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*; a letra ‘R’ representando a *Revista Brasileira de Ensino de Física*; e a letra ‘F’, a revista *Física na Escola*.

É importante ressaltar que para a elaboração da tabela 1, encontramos dificuldades para identificar a(s) justificativa(s) e os procedimentos didático-metodológicos, apresentados pelos autores, para fundamentar as atividades experimentais, uma vez que estes nem sempre foram expostos explicitamente nos textos.

Em um primeiro momento, os artigos foram classificados de acordo com uma das duas categorias estabelecidas: E (Atividade Experimental Executada pelo aluno) ou D (Atividade Experimental Demonstrada pelo professor), entendendo-se que estas podem dar pistas sobre o papel metodológico e epistemológico atribuído à atividade experimental, conforme aponta Hashweh (1996) e Higa e Boaventura de Oliveira (2012).

Tabela 1 – Identificação de artigos que descrevem atividades experimentais.

“continua”

Título do artigo	Ano	Conteúdos abordados	Metodologia	Principal justificativa	Público alvo
C1: Professor por que meu Termômetro não funciona?	2011	Termologia	E	Conceitual e crítico (erros).	E. M.
C2: História da Ciência e o uso da Instrumentação: construção de um transmissor de voz como estratégia de ensino.	2011	Física Geral (relacionar Ciência e Tecnologia).	E	Motivacional	E. M.
C3: Localizando pedacinhos do céu: constelações em caixa de suco.	2012	Astronomia	E	Conceitual	E. F. e E. M.
C4: Física Moderna no ensino médio: um experimento para abordar o efeito fotoelétrico.	2012	Conceitos de Efeito Fotoelétrico.	D	Motivacional com ênfase na interação social	E. M.
C5: Medindo a massa de um ímã durante sua queda.	2012	Lei de Faraday, Lenz, campo eletromagnético, campo magnético e corrente elétrica.	D	Conceitual.	E. M.
C6: Determinação do Teor Alcoólico da Cachaça: uma discussão sobre o conceito de tensão superficial em uma perspectiva interdisciplinar.	2012	Tensão Superficial e força de ligação entre as moléculas.	E.	Promover a interdisciplinaridade	E. M.
C7: Física para o Ensino Médio usando simulações e experimento de baixo custo: um exemplo abordando dinâmica da rotação	2012	Dinâmica das Rotações.	D.	Concretização – empirismo.	E. M.
C8: Faça você mesmo: produção e detecção de pulsos eletromagnéticos	2012	Conceitos de Eletricidade e Eletromagnetismo.	D.	Conceitual	E. M.
C9: Espelhos Esféricos confeccionados com materiais acessíveis para demonstração de formação de imagens em sala de aula	2013	Formação de imagens em espelhos esféricos.	D.	Conceitual.	E. M.

Tabela 1 – Identificação de artigos que descrevem atividades experimentais.

“continua”

C10: Pensando a natureza da Ciência a partir de atividades experimentais investigativas numa escola de formação profissional.	2014	Energia Solar; Questão Ambiental; Termodinâmica; Eletricidade; Eletrônica; Astronomia.	E.	Faça você mesmo.	E. M.
C11: Acelerômetro eletrônico e a placa Arduino para o Ensino de Física em tempo real.	2014	Conceitos de Eletrônica.	D.	Faça você mesmo	E. M. e E. S.
C12: Globo de plasma: uma montagem simples com amplo potencial para as discussões em sala de aula.	2014	Plasma.	D.	Conceitual com ênfase na discussão.	E. M.
C13: A câmara de nuvens: uma abordagem integrada entre a Física Clássica e a Física Moderna	2015	Estados físicos da matéria; temperatura; Processos de transferência de calor; Radiações ionizantes; Raios cósmicos; Radiação natural.	D.	Conceitual com ênfase na interação	E. F. e E. M.
C14: Câmera escura estéreo: construção e atividades experimentais	2015	Formação de imagens.	D.	Motivacional com ênfase no faça você mesmo.	E. M.
R1: Vendo o invisível”. Experimentos de visualização do infravermelho feitos com materiais simples e de baixo custo	2011	Espectro eletromagnético;	D.	Empirismo.	E. M.
R2: Uma abordagem experimental das propriedades dos corpos deformáveis no ensino de física geral para os cursos de engenharia	2011	Lei de Hooke		Conceitual.	E. S.
R3: Medida da velocidade de fase da luz em linhas de transmissão	2011	Ondas eletromagnéticas.	D	Conceitual.	E. M.
R4: Uso de ressonância em cordas para ensino de física	2011	Ondas Estacionárias em cordas vibrantes.	D.	Empirismo.	E. M. e E. S.
R5: Estudo do amortecimento do pêndulo simples: uma proposta para a aplicação em laboratório de ensino	2011	Força peso Forças de atrito Amortecimento da amplitude de oscilação.	D.	Motivacional, empirismo e conceitual.	E. M.

Tabela 1 – Identificação de artigos que descrevem atividades experimentais.

“continua”

R6: Medidas de elétrons livres no vácuo e estatística de Fermi-Dirac	2011	Mecânica Estatística de Fermi-Dirac	D.	Conceitual.	E. S.
R7: Observando o céu, quantificando as nuvens e praticando modelagem: um exercício de apoio ao aprendizado das ciências atmosféricas	2012	Modelos Matemáticos.	E.	Motivacional com ênfase no faça você mesmo.	E. S.
R8: Da Física Clássica à Moderna: o simples toque de uma sirene	2012	Quantização de energia; Modelo corpuscular da luz; Condução de eletricidade em sólidos.	D.	Conceitual com ênfase na interação social.	E. M.
R9: Vazão de grãos em um silo cilíndrico: uma atividade experimental	2012	Fluídos.	D	Conceitual	E. S.
R10: O uso do “Espelho de Lloyd” como método de ensino de óptica no ensino médio	2012	Interferência.	D. E.	Motivacional	E. M.
R11: Planejamento e produção de um criostato de baixo custo para caracterização elétrica de materiais.	2012	Lei dos gases ideais; Termodinâmica.	D.	Motivacional	E. M. e E. S.
R12: Indução eletromagnética em laboratório	2012	Conceitos de Indução eletromagnética.	D.	Conceitual com ênfase no faça você mesmo.	E. M.
R13: Um experimento para ensino de conceitos de transferência de calor em laboratório de física.	2013	Transporte de energia; Lei de Fourier.	D.	Conceitual; Motivacional.	E. S.
R14: Ensinando a natureza estática da segunda lei da termodinâmica no ensino médio	2013	2ª Lei da Termodinâmica	D.	Motivacional.	E.M.
R15: Ilustração de incertezas em medidas utilizando experimentos de queda livre	2013	Queda livre; Tempo de queda;	D. E	Contextualização teoria-prática.	E. M. e E. S.

Tabela 1 – Identificação de artigos que descrevem atividades experimentais.

“continua”

R16: Ouvido Mecânico: um dispositivo experimental para o estudo da propagação e transmissão de uma onda sonora.	2014	Ondulatória	D.	Motivacional	E. M.
R 17: Observando as marés atmosféricas: uma aplicação da placa Arduino com sensores de pressão barométrica e temperatura	2014	Maré Atmosférica e Maré oceânica.	D. E.	Conceitual	E. M. e E. S.
R18: Vídeo-análise de um experimento de baixo custo sobre atrito cinético e atrito de rolamento	2014	Força de Atrito Estático; Força de Atrito Dinâmico; Força de Atrito de Rolamento.	E.	Empirismo	E. M.
R19: Construção geométrica e demonstração experimental da formação da “imagem ciclópica” em uma associação de dois espelhos planos	2014	Formação de imagens; Imagem Ciclópica.	D.	Empirismo.	E. M.
R20: Determinação experimental da constante de Boltzmann a partir da curva característica corrente-voltagem de um diodo	2015	Constante de Boltzmann.	D.	Conceitual.	E. M. e E. S.
R21: Estudo de ondas estacionárias em uma corda com a utilização de um aplicativo gratuito para smartphones.	2015	Ondas Estacionárias	D. E.		E. M.
R22: Uma atividade experimental sobre sombras inspiradas em um cartum.	2015	Óptica Geométrica;	E.	Motivacional	E. M.
R23: Sensores digitais de temperatura com tecnologia one-wire: um exemplo de aplicação didática na área de condução térmica.	2015	Formas de propagação da Energia.	D.	Empirismo.	E. M.

Tabela 1 – Identificação de artigos que descrevem atividades experimentais.

“Conclusão”

R24: Discutindo a natureza ondulatória da luz e o modelo da óptica geométrica através de uma atividade experimental de baixo custo	2015	Óptica Física; Natureza Ondulatória da Luz; Difração da Luz.	E.	Motivacional	E. M.
F1: Calculando o coeficiente de atrito entre superfícies com material alternativo.	2010	Coeficiente de Atrito; Conservação da quantidade de movimento e energia	D.	Motivacional	E. M.
F2: O Pêndulo de Newton: uma abordagem desafiadora para os alunos de Ensino Médio.	2010	Pêndulo de Newton	D.	Inovação e Complemento	E. M.
F3: Princípios básicos de imagens ultra-sônicas e a determinação da velocidade do som no ar através do eco	2011	Ondas Sonoras	D.	Conceitual e complemento	E. M.
F4: Enxergando no escuro: a física do invisível	2011	Eletromagnetismo	E.	Conceitual	E. M.
F5: Decodificando o código de barras	2011	Física Moderna	D. E.	Promover a interdisciplinaridade.	E. M.
F6: Princípio de Arquimedes: uma abordagem experimental	2011	Empuxo	D.	Motivacional e interdisciplinar	E. M.
F7: Material didático de baixo custo para laboratórios de ensino: construção de uma fonte para banco óptico.	2012	Formação de Imagens	D.	Conceitual com ênfase no faça você mesmo.	E. M.
F8: Atividades experimentais sobre conservação da energia mecânica	2012	Conservação de Energia	D.	Conceitual com ênfase no faça você mesmo.	E. M. e E. S.
F9: Construção de um termômetro para fins didáticos.	2012	Termodinâmica; Eletricidade.	D.	Conceitual com ênfase no faça você mesmo.	E. M.

Legenda: E, Atividades executáveis pelos alunos; D, Atividades demonstradas pelo professor; E. M., Ensino Médio; E. F., Ensino Fundamental; E. S., Ensino Superior.

Fonte: Desenvolvido pelos pesquisadores.

Após uma primeira leitura, atribuímos subcategorias para os artigos listados na tabela 1, classificando-os como artigos de reprodução, qualitativos ou quantitativos; ou artigos de inovação, quantitativos ou qualitativos.

Os trabalhos categorizados como artigos de reprodução, descrevem atividades experimentais já conhecidas entre os professores de Física, do Ensino Médio, conforme é anunciado pelos seus autores. Diversamente, os trabalhos classificados como artigos de inovação, representam trabalhos que, segundo seus autores, descrevem atividades experimentais inéditas.

Ambas as categorias, citadas anteriormente, receberam mais uma classificação: atividades experimentais de cunho quantitativo (atividades experimentais que enfatizam a importância de se obter resultados precisos) ou qualitativo (atividades experimentais que enfatizam a importância das discussões conceituais).

Na sequência, será apresentada a tabela 02, que exibirá a distribuição dos artigos, conforme as categorias em que foram classificados, utilizando-se a unidade de registro para identificar o referido material, de acordo com a tabela 01, sendo que discorreremos sobre cada uma das classificações, que foram organizadas de “I” a “VIII”.

I - Executável, de reprodução, qualitativo. Conforme a tabela 02, esses artigos representam aproximadamente 13% do total dos artigos investigados, estando todos direcionados para o Ensino Médio. Excepcionalmente, o artigo F8, pode ser direcionado para o Ensino Médio, como também, para o Ensino Superior.

Em relação às justificativas dos autores, para a realização das práticas experimentais, os mesmos alegam que estas envolvem a motivação, a necessidade de observação dos fenômenos da Física pelos alunos, a contextualização com o seu cotidiano e, em um deles, argumenta-se que a apresentação da atividade experimental ocorre devido à escassez de conteúdo. Neste caso específico, os autores justificam que a ausência dos conteúdos de óptica geométrica, no Ensino Médio, deve-se à ausência de atividades experimentais.

Em um dos artigos, no C6, os autores discutem a importância da interdisciplinaridade como metodologia de aprendizagem da Ciência, definindo-a como a intersecção entre os saberes de Química, Física e Biologia. Já no artigo C10, é possível

identificar a valorização da pesquisa, em detrimento da simples utilização do Método Científico, questão que não foi abordada em outros textos.

Tabela 02 – Categorização dos Artigos Analisados

Categoria	Subcategoria 1	Subcategoria 2	Unidade de Registro	Porcentagem (%)
Executável	Reprodução	Qualitativo	C6; C9; C10; C14; R19; F8.	13
		Quantitativo	C1; R10.	4,2
	Inovação	Qualitativo	C3; R1; R13; R22.	8,5
		Quantitativo	R2; R7; R12; R21; F6.	10,6
Demonstrativo	Reprodução	Qualitativo	C2; C4; C5; C8; C12; C13; F1; F2; F5; F7.	21,3
		Quantitativo	R5; R11; R14; R20; R23.	10,6
	Inovação	Qualitativo	C7; C11; R4; R8; R16; F3; F4; F9.	17
		Quantitativo	R3; R6; R9; R15; R17; R18; R24.	15

Fonte: Elaborado pelos Autores.

II - Executável, de reprodução, quantitativo. Esse grupo de textos representa o menor percentual (4,2) dentre todos, com 02 artigos apenas, sendo que ambos são direcionados para o Ensino Médio. O baixo percentual indica que, ao desenvolver uma atividade experimental, as análises quantitativas ficaram à margem do processo de ensino e aprendizagem e a preocupação com a transmissão dos conceitos se sobrepôs a esta metodologia, na maioria dos artigos investigados. Talvez a explicação para tal ocorrência

sejam as severas críticas que as metodologias tradicionais, baseadas na resolução de exercícios, vêm recebendo por parte dos pesquisadores da área de Ensino.

Apesar de os artigos (C1 e R10) não esclarecerem as bases teóricas que justifiquem a importância do processo de construção de equipamentos ou aparatos, os textos de ambos sugerem que a aprendizagem é favorecida quando o aluno participa do processo.

III - Executável, de inovação, qualitativo – Temos 04 artigos neste grupo, representando 8,5% do total, sendo que, dentre eles, 01 é direcionado para o Ensino Fundamental e Médio, 02 para o Ensino Médio e 01 para o Ensino Superior. Os argumentos utilizados pelos autores para a produção desses trabalhos passam por questões motivacionais, a ausência de laboratórios e de materiais disponíveis nas escolas, e a necessidade de contextualização dos conceitos envolvidos com o cotidiano dos estudantes. Em um dos artigos analisados (R1), foi possível observar, de forma explícita, o caráter empírico da atividade experimental proposta. Os autores relataram, ainda, que a demonstração é um método que possibilita a apresentação dos conceitos de uma maneira ilustrativa. Já no artigo R22 é ressaltada a importância de se desenvolver o caráter investigativo dos alunos para a construção do conhecimento.

IV - Executável, de inovação, quantitativo – Esse grupo representa 10,6% do total dos artigos analisados, dos quais 03 são direcionados para o Ensino Médio e 02 para o Ensino Superior. Nos artigos R7 e R21 os autores argumentam que as atividades experimentais devem ser desenvolvidas em conjunto com os alunos, defendendo-se a importância desta estratégia para que se possibilite a construção dos saberes.

V - Demonstrativo, de reprodução, qualitativo – Os artigos analisados e classificados nessa categoria representam 21,3% da amostra total, sendo que as atividades experimentais são essencialmente direcionadas para o Ensino Médio, com exceção do artigo C13, que são voltados para o Ensino Médio e Fundamental. Em geral, as justificativas dos autores desses artigos, para a utilização de atividades experimentais, envolvem a necessidade de contextualização do conhecimento científico com o cotidiano dos alunos; a importância da observação para a apropriação dos conceitos envolvidos; além de questões que abarcam aspectos motivacionais.

Nos artigos que estão enquadrados nesta categoria, observa-se que os autores parecem enfatizar mais a importância do empirismo para o processo de ensino e

aprendizagem e que a ausência de laboratórios e/ou de materiais atrapalha o referido processo no que tange à Física.

VI - Demonstrativo, de reprodução, quantitativo – Os 05 artigos que compõem essa categoria representam aproximadamente 10,6% do total. Em todos eles, os autores defendem o uso de atividades experimentais devido ao seu valor motivacional, sendo que 03 deles são direcionados para o Ensino Médio, e 02 foram desenvolvidos para o Ensino Médio e Superior.

VII - Demonstrativo, de inovação, qualitativo – Esse grupo representa 17% do total de artigos analisados e são virtualmente direcionados para o Ensino Médio. Porém, segundo os autores dos artigos C11 e R4, as atividades experimentais descritas também podem ser desenvolvidas com alunos do Ensino Superior. Em 04 deles, os autores salientam a importância de se abordar os conceitos, contextualizando teoria e prática, como princípio facilitador do processo de ensino e aprendizagem. Os autores também apontam a falta de equipamento como um impedimento para o processo de aprendizagem da Física.

VIII - Demonstrativo, de inovação, quantitativo – 15% dos artigos estão classificados nesta categoria, sendo que 03 deles apresentam atividades experimentais direcionadas para o Ensino Médio, 02 diretamente para o Ensino Superior, e 02 direcionadas tanto para o Ensino Médio, quanto para o Ensino Superior.

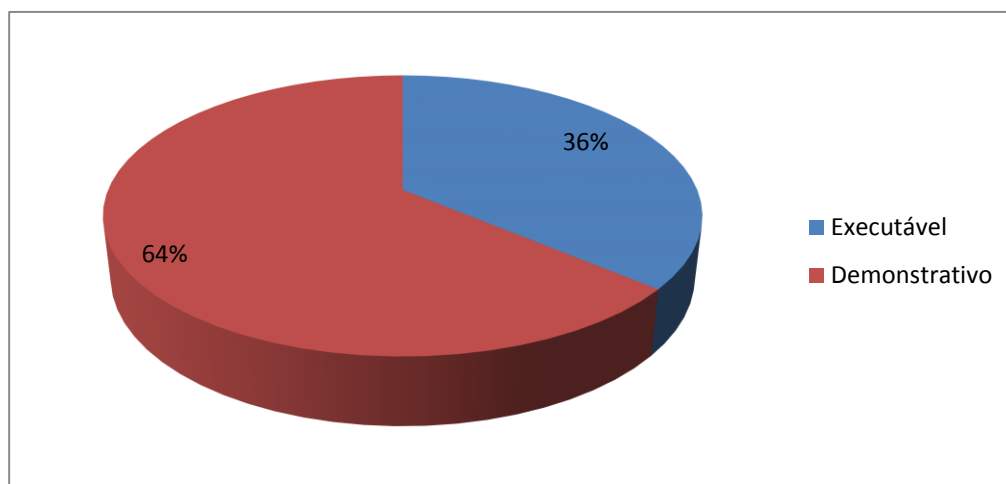
Pela análise dos artigos, observa-se a preocupação dos autores em apresentar uma proposta de atividade experimental que enfatize algum conceito da Física, que é pouco explorado em sala de aula. Outra preocupação evidente entre eles é o desenvolvimento de atividades experimentais que podem ser reproduzidas sem a necessidade de equipamentos especiais. Os autores do artigo R6 ressaltam a importância de se demonstrar os conceitos discutidos, teoricamente, em sala de aula, indicando que a atividade experimental é um meio de comprovação.

Análise dos resultados

A análise do gráfico 1 mostra que 36,2% dos artigos investigados relatam atividades experimentais executáveis, em oposição a 63,8% das atividades demonstrativas. Pode-se destacar, ainda, que na categoria “executável” temos 47% dos artigos relatando

experimentos considerados já conhecidos, enquanto 53% relatam experimentos vistos como inovadores.

Gráfico 01 – Classificação das Atividades Experimentais dos artigos investigados.



Fonte: Elaborado pelos Autores

Na categoria de experimentos demonstrativos, 50% são considerados já conhecidos e 50% considerados inovadores. Esse resultado demonstra que ainda é forte, mesmo entre os pesquisadores, a concepção empirista, com a valorização da observação como recurso metodológico para a aquisição dos conceitos da Física. Outro dado evidente é a crença de que a Física deve ser abordada, essencialmente, no Ensino Médio (consultar tabela 03), sendo possível comprovar tal fato ao verificarmos que 70,2% dos artigos analisados, dentre os três periódicos, estão direcionados, exclusivamente, para o Ensino Médio, e nenhum deles para o Ensino Fundamental.

Constatou-se, também, por meio desta pesquisa, que a ausência de atividades experimentais direcionadas para o Ensino Fundamental revela o descaso com o ensino dos conteúdos de Física para esse nível, sendo que tal situação acarreta preocupação, uma vez que, apesar desta disciplina ser ofertada apenas no Ensino Médio, muitos conceitos que envolvem essa Ciência poderiam ser trabalhados desde o Ensino Fundamental, inclusive, nas primeiras séries.

Se por um lado, a execução de uma atividade experimental não é suficiente para promover um ensino de qualidade, por outro, a eficácia das referidas é exaltada pelos artigos. Desse modo, é possível afirmar que o docente ingênuo poderá vir a acreditar que, para ser um bom professor de Física, é preciso “apenas” conhecer e realizar práticas experimentais.

Tabela 03 – Relação de Artigos direcionados para cada Nível de Ensino

Nível de Ensino					
Nível	Superior	Médio	Fundamental	Superior e Médio	Médio e Fundamental
Quant.	5	33	0	7	2
%	10,6	70,2	0	14,9	4,3
Artigos	R2; R6; R7; R9; R13.	C1; C2; C4; C5; C6; C7; C8; C9; C10; C12; C14; R1; R3; R5; R8; R10; R12; R14; R16; R18; R19; R21; R22; R23; R24; F1; F2; F3; F4; F5; F6; F7; F9.		C11; R4; R11; R15; R17; R20; F8.	C3; C13.

Fonte: Elaborado pelos Autores.

Dando continuidade à análise dos resultados, observou-se que a maioria dos artigos descreve a atividade experimental sem abordar os conteúdos teóricos envolvidos, as possíveis complexidades que envolvem o processo de ensino e aprendizagem da Física, e tão pouco as possíveis concepções alternativas que os alunos apresentam para aquele dado conteúdo, ou suas relações históricas, filosóficas, culturais.

Existe um consenso de que as práticas experimentais são importantes para a motivação dos alunos e para o bom desenvolvimento do processo de ensino e aprendizagem, como aclarado pelos autores, mas, é relevante lembrar que estas servem para fundamentar a construção do pensamento científico do educando, sendo assim, elas são apenas parte de um processo que vem se mostrando bem complexo.

Conclusão

Como resultado de nossos estudos, podemos apontar a necessidade de que pesquisadores e professores se empenhem em abordar a temática aqui apresentada, discutindo mais profundamente sobre as metodologias que envolvem as atividades experimentais. Evidenciou-se, também, que ainda existe uma forte conotação empírica nas atividades experimentais, que reforçam a problemática epistemológica, alimentando a crença de que, se os alunos apresentam baixo desempenho no processo de aprendizagem, a culpa é da ausência de laboratórios ou equipamentos para a realização de experimento. Esta convicção é perigosa, porque ela não expõe toda a complexidade que envolve o processo de ensino e aprendizagem.

De modo geral, os artigos analisados não levam em consideração os conhecimentos prévios dos alunos, geralmente, não abordando os conteúdos envolvidos de forma contextualizada, além de não discutirem a possibilidade de a atividade experimental apresentar um erro, seja na execução ou na obtenção dos dados.

A nosso ver, seria mais adequado que os artigos não apresentassem apenas algumas receitas metodológicas para o desenvolvimento da atividade experimental, mas, que também discutissem questões do processo de ensino e aprendizagem, bem como fossem propostas indagações, que argumentassem sobre a construção do conhecimento científico, cabendo às revistas motivarem e permitirem essa abordagem. Essa lacuna não colabora com a capacitação dos professores e alimenta uma vacância, já observada por alguns pesquisadores, sobre o desenvolvimento da área de pesquisa em Ensino de Física e as práticas metodológicas empregadas pelos professores na sala de aula.

Considera-se que qualquer que seja a atividade experimental proposta, ela não deve ser encarada como a única responsável para a promoção da aprendizagem. De fato, ela deve ser vista como uma metodologia motivadora, devendo estar presente sempre que possível, como um meio de abrir espaço para discussões, como uma prática didático-pedagógica, assim como um livro-texto, um filme, um artigo, ou qualquer outro meio, que se mostre eficiente para promover o diálogo entre o professor e o estudante, no sentido de que ocorra uma negociação de significados e conceitos.

É possível indicar que o fracasso das práticas pedagógicas tradicionais levou os professores a acreditarem nas teorias pedagógicas negativas, conhecidas por “teorias construtivistas”, que se desenvolveram a partir do movimento escolanovista. De modo geral, estas ideias foram interpretadas como aquelas que defendem o pensamento de que o aluno é responsável pela construção do seu próprio conhecimento, o que é um equívoco epistemológico. Estas concepções estão impregnadas de conceitos neoliberais, que interferem, diretamente, na organização do currículo e nas metodologias utilizadas pelos professores.

De fato, 36% dos artigos categorizados como executáveis sugerem, implicitamente (porque não discutem metodologias ou teorias de aprendizagem), uma conotação metodológica embasada em uma pedagogia construtivista, na qual o aluno é protagonista do seu conhecimento.

Efetivamente, podem-se afirmar que a utilização e o desenvolvimento de atividades experimentais vão muito além dos aspectos demonstrativos, ou reforçadores, das Leis Físicas, ou até mesmo da aprendizagem do Método Científico. De modo geral, o fato de o aluno observar ou manusear os materiais, montar e medir, com ou sem precisão, não lhe permite, necessariamente, aprender Física.

Deveras, a experimentação pode ser contextualizada como uma atividade problematizadora, que possibilita aos alunos pensarem e refletirem sobre os conceitos que estão sendo, ou serão, desenvolvidos, sistematicamente, na sala de aula. Quando contextualizadas, elas podem proporcionar esclarecimento e entendimento aos indivíduos sobre os conceitos científicos, fazendo com que os mesmos transitem do mundo abstrato para uma interação com o mundo científico.

Referências

ALVES FILHO, José de Pinho. **Atividades Experimentais: do método à prática construtivista**. 2000. 312 f. Tese (Doutorado em Educação) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis. Disponível em: <https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/123909/mod_resource/content/0/tese_-_capitulo_1_historico_dos_projetos.pdf>. Acesso em: 11.Maio. 2017.

AMARAL, Ivan Amorosino do. Conhecimento formal, experimental e estudo ambiental. **Ciência & Ensino**, Campinas, n. 3, dez. 1997.

ARAÚJO, Mauro Sérgio Teixeira de; ABIB, Maria Lúcia Vital dos Santos. Atividades Experimentais no Ensino de Física: diferentes enfoques, diferentes finalidades. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v. 25, n. 2,p. 176-194, 2003. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbef/v25n2/a07v25n2.pdf>>. Acesso em: 15. Mar. 2017.

BARDIN, Laurence. **Análise de Conteúdo**. Lisboa: Edições 70, 2002. 229p.

_____. **Análise de Conteúdo**. Lisboa: Edições 70, 2009. 281 p.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria da Educação Básica. Base Nacional Comum Curricular. (1ª versão). Brasília, 2015. Disponível em: <<http://historiadabncc.mec.gov.br/documentos/BNCC-APRESENTACAO.pdf>>. Acesso em: 24. Abr. 2017.

_____. Ministério da Educação. Secretaria da Educação Básica. Base Nacional Comum Curricular. (2ª versão). Brasília, 2015. Disponível em: <<http://historiadabncc.mec.gov.br/documentos/bncc-2versao.revista.pdf>>. Acesso em: 24 Abr. 2017.

CHALMERS, Alan Francis. **O que é Ciência afinal?** São Paulo: Ed. Brasiliense, 1993. 225p.

CHIZZOTTI, Antonio. **Pesquisa em Ciências Humanas e Sociais.** São Paulo: Cortez, 1991. 164p.

DELIZOICOV, Demétrio; ANGOTTI, José André Perez. **Física.** Coleção Magistério - 2º Grau. São Paulo/BRA: Cortez, 1991.

ESTADO DA BAHIA. Orientações Curriculares Estaduais para o Ensino Médio. Área de Linguagem, Código e suas Tecnologias. 2005. Disponível em: <http://file:///C:/Users/usuario/Downloads/orientacoes-gerais.pdf>. Acesso em: 18 de Mar. 2017.

FEYERABEND, Paul. **Contra o Método.** Lisboa: Relógio D' Água, 1993. 364p.

GASPAR, Alberto. **Cinquenta Anos de Ensino de Física:** muitos equívocos, alguns acertos e a necessidade do resgate do papel do professor. Educação, v. 13, n. 21, p. 71-91, 2004. Disponível em: <<http://www.if.ufrgs.br/public/enas/Gaspar.pdf>>. Acesso em: 25. Mar. 2017.

GASPAR, Alberto; MONTEIRO, Isabel Cristina de Castro. Atividades Experimentais de Demonstração em Sala de Aula: uma análise segundo o referencial da teoria de Vygotsky. **Investigações em Ensino de Ciências,** Porto Alegre, v. 10, n. 2, p. 227-254, 2005. Disponível em: <<https://www.if.ufrgs.br/cref/ojs/index.php/ienci/article/view/518/315>>. Acesso em: 10. Abr. 2017.

HASHWEH, Maher Z. Effects of Science Teachers' Epistemological Beliefs in Teaching. **Journal of Research in Science Teaching,** ed. 33, n. 1, p. 47-63, 1996.

HIGA, Ivanilda; BOAVENTURA DE OLIVEIRA, Odisséa. A Experimentação nas Pesquisas sobre o Ensino de Física: fundamentos epistemológicos e pedagógicos. **Educar em Revista**, Curitiba, v. 28, n. 44, p. 75-92, 2012. Disponível em: <<http://revistas.ufpr.br/educar/article/view/27873/18479>>. Acesso em: 05. Maio. 2017.

KUHN, Thomas Samuel. **A Estrutura das Revoluções Científicas**. Perspectiva. São Paulo, 1978. 264 p.

LUZ, Vladimir de Carvalho. Neopositivismo e Teoria do Puro Direito: notas sobre a influência do verificacionismo lógico no pensamento de Hans Kelsen. **Revista Sequência**, Florianópolis, v. 24, n. 47, p. 11-31, 2003. Disponível em: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/sequencia/article/view/15276/13880>>. Acesso em: 10. Jun. 2017.

MARQUES, Nelson Luiz Reyes. **Epistemologia do Século XX**. Trabalho de Conclusão de Curso. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Sul-Rio-Grandense. Pelotas, 2013.

MASSONI, Neusa Teresinha. Epistemologias do século XX. **Textos de apoio ao professor de física**, v.16, n. 3. Porto Alegre: UFRGS, Instituto de Física, Programa da Pós-Graduação em Ensino de Física, 2005. 96 p. Disponível em: <https://www.if.ufrgs.br/tapf/v16n3_Massoni.pdf>. Acesso em: 18. Abr. 2017.

MOREIRA, Marco Antônio. **Teorias da Aprendizagem**. São Paulo: EPU, 1999. 195p.

_____. Ensino de Física no Brasil: retrospectiva e perspectivas. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, Porto Alegre, v. 22, n. 1, p. 94-99, 2000. Disponível em: <<http://www.sbfisica.org.br/rbef/pdf/v22a13.pdf>>. Acesso em: 05. Maio. 2017.

MORTIMER, Eduardo Fleury. Pressupostos Epistemológicos para uma Metodologia de Ensino de Química: mudança conceitual e perfil epistemológico. **Química Nova**, São

Paulo, v. 15, n. 3, p. 242-249, 1992. Disponível em: <http://quimicanova.sbq.org.br/imagebank/pdf/Vol15No3_242_v15_n3_%2814%29.pdf>. Acesso em: 08. Maio. 2017.

PARANÁ. Secretaria de Estado da Educação do Paraná. Departamento de Educação Básica. Diretrizes Curriculares da Educação Básica: Física. Paraná, 2008.98 p. Disponível em: <http://www.educadores.diaadia.pr.gov.br/arquivos/File/diretrizes/dce_fis.pdf>. Acesso em: 20. Abr. 2017.

POPPER, Karl Raimund. **Conhecimento Objetivo**. São Paulo: EDUSP, 1975. 394p.

RICARDO, Élio Carlos; FREIRE, Janaína C. A. A Concepção dos Alunos sobre a Física do Ensino Médio: um estudo exploratório. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v. 29, n. 2, p. 251-266, 2007. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbef/v29n2/a10v29n2.pdf>>. Acesso em: 27. Maio. 2017.

SÉRÉ, Marie-Geneviève; COELHO, Suzana Maria; NUNES, António Dias. O Papel da Experimentação no Ensino da Física. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Porto Alegre, v. 20, n.1, p.30-42, abr. 2003.

SILVEIRA, Fernando Lang da; OSTERMANN, Fernanda. A Insustentabilidade da Proposta Indutivista de “descobrir a lei a partir de resultados experimentais”. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 19, n. especial, p. 7-27, 2002.

VASCONCELOS, Clara; PRAIA, João Félix; ALMEIDA, Leandro S. Teorias de Aprendizagem e o Ensino/aprendizagem das Ciências: da instrução à aprendizagem. **Psicologia Escolar e Educacional, Campinas**, v. 7, n. 1, p. 11-19, 2003. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1413-85572003000100002&script=sci_abstract&tlng=pt>. Acesso em: 12. Maio. 2017.