

ANALOGIAS E A APRENDIZAGEM EM CIÊNCIAS: REVISANDO A TEMÁTICA¹

Francisco Alves Santos²
Isabel Cristina Higino Santana³

RESUMO

A presente pesquisa objetiva apresentar uma discussão teórica acerca da linguagem analógica enquanto instrumento de comunicação e aprendizagem em ciências, tendo como modalidade investigativa, o estudo bibliográfico. Por intermédio desta ação evidenciou-se a relevância e prevalência da analogia como recurso na história e divulgação da ciência, sendo utilizada como forma de comunicar e desenvolver concepções e modelos científicos. Contudo, verificou-se ainda o alinhamento deste recurso com as concepções de trabalho construtivistas e de aprendizagem significativa. Compreender esta questão implica no reconhecimento e uso da analogia como instrumento de ensino e comunicação entre professores e alunos. Assim, oportuniza dimensões teóricas e metodológicas para uma ação consciente e crítica deste recurso nas práticas de ensino.

Palavras-chave: Linguagem Analógica, Analogia na História da Ciência, Ensino de Ciências.

INTRODUÇÃO

Comunicar em Ciências demanda para quem fala e quem ouve o envolvimento direto com elementos conceituais, como, leis, conceitos, teorias e modelos para os quais as representações no espaço escolar, nem sempre é viável. Em meio às situações de abstrações que o estudo das Ciências da Natureza tende a determinar observa-se a existência de um pluralismo metodológico que subsidiam a ação de ensino.

Nesse contexto, as analogias têm ganho destaque enquanto instrumento facilitador da aprendizagem em Ciências como indicam os estudo de (DUARTE, 2005; FRANCISCO JUNIOR, 2010; RIGOLON; OBARA, 2010; FERRY; PAULA, 2017). Em função de sua presença recorrente na prática escolar, esse recurso tornou-se alvo de diferentes estudos que avaliam sua presença nos mais diferentes contextos, a exemplo, da utilização e exploração didática (BOZELLI; NARDI, 2010; FERRY; PALULA, 2015); presença em manuais escolares (FRANCISCO JUNIOR, 2009; MONTEIRO; JUSTI, 2000); na prática de professores (FERRAZ; TERRAZAN, 2001; RIVELLI E LEMGRUBER, 2012); e nas concepções de professores (FERRAZ; TERRAZAN, 2002; SANTOS; FEITOSA; SANTANA, 2016).

¹ Esta comunicação é parte do trabalho monográfico do primeiro autor.

² Licenciado em Ciências Biológicas (UECE). Pós-Graduando em Docência em Biologia e Práticas Pedagógicas (FUNIP). falvesantos11@gmail.com

³ Bacharel e Licenciada em Ciências Biológicas (UFC). Mestra em Ciências Marinhas Tropicais (UFC). Doutora em Educação Brasileira (UFC). Pós-Doutorado em Ecologia e Recursos Naturais (UFC). Professora Adjunta na Universidade Estadual do Ceará/Campus Itapipoca. E-mail: isabel.higino@uece.br;

As diferentes formas com que as situações analógicas são exploradas por professores e alunos em aulas de Ciências revelam uma intrincada relação entre a História da Ciência e o seu processo de ensino e aprendizagem. Cabe assim questionar, como a linguagem analógica se relaciona com a Ciência? Que relações podem ser estabelecidas com a aprendizagem e o desenvolvimento conceitual no ensino de Ciências? Entender estas questões incorre no reconhecimento de sua presença nas práticas de ensino, e na validação enquanto instrumento de mediação em ações de aprendizagem conceitual.

Diferentes estudos têm evidenciado a centralidade desse recurso no processo de ensino e aprendizagem, embora para alguns pesquisadores não haja claramente definições entre esses objetos de estudos. Deste modo, discutir sua presença na sala de aula e nas situações de ensino colabora para uma ação consciente quanto suas potencialidades e limitações nos contextos de aprendizagem.

Com esse intuito a pesquisa tem por fim apresentar uma discussão teórica acerca da linguagem analógica enquanto instrumento de comunicação e aprendizagem em ciências. A necessidade de entender a funcionalidade da linguagem analógica no exercício de falar sobre Ciência e sua relação com os processos de ensino tornam este campo de pesquisa pertinente por possibilitar novas formas de relacionar-se com esse instrumento de ensino. Não obstante desta relação, discutir esta temática contribui ainda para clarificar e agrupar os enunciados produzidos na área da pesquisa em Educação em Ciência.

Para a construção deste estudo foi realizado um agrupamento entre diferentes pesquisas que sustenta o entendimento de que o uso de analogias favorece a internalização de conceitos científicos quando utilizados de modo consciente e sistemático. Para tanto, foram elaboradas três seções que aportam o entendimento acima expresso. Dessa maneira, as citadas seções se iniciam com a apresentação de conceitos e terminologias relacionadas ao campo de estudo, por considerar imprescindível a compreensão clara e adequada dos fundamentos e nomenclaturas pertinentes ao campo do saber.

Fundamentado nos aspectos conceituais do campo investigativo, uma abordagem histórica foi realizada para dar as dimensões e a inserção deste recurso linguístico de comunicação e construção em Ciências dentro do desenvolvimento das Ciências da Natureza aqui compreendidas pelas disciplinas curriculares Biologia, Química e Física. Por fim, na última seção, se estabelece os modos como a linguagem analógica se apresenta dentro dos processos construtivos na ciência e suas relações com elementos da História e Filosofia das Ciências – (HFC) à medida que humaniza e reconhece outras formas de produção e modelação de conceitos científicos empregados durante a produção do conhecimento científico.

Ao retratar a inserção da analogia dentro do campo disciplinar das ciências é fundamental ao propósito desta pesquisa distinguir a forma pela qual esse recurso se relaciona com a aprendizagem em ciências. Para isso, foram evidenciados na terceira seção o alinhamento entre as analogias e as concepções construtivistas, de aprendizagem significativa e freiriana, a qual esse recurso está completamente igualado, assim como apresentado as principais metodologias propostas para o emprego adequado deste recurso em aulas de ciências por professores e alunos.

METODOLOGIA

As investigações que primam por conhecer sobre os processos de ensino e aprendizagem em ciências tem se diversificado e avolumado-se ao longo dos anos. Dentro deste grupo de pesquisas os estudos que discutem as estratégias e metodologias de ensino procuram dar conta de temáticas diversas que fazem parte das práticas de ensino e dos instrumentos didáticos que perfazem os trabalhos e discursos de professores em sala de aula.

Com vistas a contribuir com este campo de conhecimento a presente pesquisa caracteriza-se como um estudo bibliográfico, para Marconi e Lakatos (2003 *apud* MANZO, 1971, p. 32), compreende que esta modalidade de pesquisa "oferece meios para definir, resolver, não somente problemas já conhecidos, como também explorar novas áreas onde os problemas não se cristalizaram suficientemente". Desse modo, os estudos de natureza bibliográfica possibilitam diagnosticarem os alcances e lacunas existentes no campo teórico. Segundo Gil (2002) o estudo bibliográfico oportuniza ao pesquisador abordar uma gama de fenômenos muito maior do que a que ele poderia pesquisar de forma direta. Sob esse aspecto Marconi e Lakatos (2003) chamam a atenção para a necessidade de adequação durante a análise e manipulação dos dados. Ainda sobre essa questão, Prodanov e Freitas, (2013) advertem quanto ao necessário rigor crítico desse material, e quando consultados eletronicamente certificar-se da fidelidade da fonte.

O objeto de investigação foi às pesquisas sobre o emprego de analogias enquanto instrumento de mediação e construção de conhecimentos científicos, tendo por fim, a compreensão das dimensões conceituais e históricas do uso de analogias no campo das ciências. Assim, como a sua relação com os processos de ensino de ciências. Para esse propósito foram agrupados estudos da literatura nacional e internacional que versam sobre a questão.

ANALOGIAS, DEFINIÇÕES E ALGUNS CONCEITOS RELACIONADOS

O ensino enquanto elemento chave na ação docente guarda em si um conjunto de ações que oportunizam ao aprendiz desenvolver capacidades que o permita conhecer, saber fazer e ser (LIBÂNEO, 1985). No centro dessas ações encontra-se a aprendizagem, objeto central da atuação do professor. Na busca por atingir esse propósito é possível observar o alinhamento de ações diversas que viabilize ao seu aprendiz estabelecer relações autênticas com o objeto de conhecimento. Entretanto, é necessário inicialmente compreender esse processo de aprendizagem, na concepção de Fosnot (1998, p.44) é entendida, como:

[...] o estabelecimento de significados que resulta em abstrações reflexionantes, produzindo símbolos dentro de um meio. Esses símbolos se tornam, então, parte do repertório de esquemas assimiladores do indivíduo, os quais, por sua vez, são [...] usados para perceber e conceber.

Buscando atingir tal compreensão se faz necessário à utilização de estratégias múltiplas sobre ação das quais os sujeitos possam ascender em seu desenvolvimento cognitivo. Dentro deste contexto, professores utilizam-se de recursos que ajudam no diálogo entre eles e os alunos. As analogias enquanto instrumento de comunicação, são comumente exploradas no contexto de ensino por viabilizarem a aproximação entre situações distantes,

(83) 3322.3222

contato@conedu.com.br

www.conedu.com.br

mas que guardam em si uma relação de similaridade. Seu uso está associado à apresentação e a compreensão de temas complexos, constituindo-se como um canal, ligando os conhecimentos preexistentes aos novos.

A essa finalidade, o uso da analogia é comumente associado a Aristóteles, a qual considerava a “marca dos gênios” (DUARTE 2005). Segundo Abbagnano (1998), o termo possui dois significados fundamentais, o primeiro extraído da concepção matemática, correspondendo à proporção da igualdade de relações e o segundo, referindo-se à extensão provável do conhecimento, mediante o uso de semelhanças genéricas. Neste sentido, este recurso linguístico, utilizado no processo de comunicação/ensino tem se apoiado no segundo entendimento, através dos quais novos conhecimentos são apreendidos pela utilização de semelhanças compartilhadas entre objetos/situações distintas, desviando assim da concepção tecnicista, inicialmente a ela associada.

A partir de seu emprego em contextos comunicativos e de ensino, algumas definições foram propostas, como a apresentada por Newby (1987), que a considera como um processo cognitivo que envolve uma comparação explícita de duas coisas, uma definição de informação nova em termos já familiares. Para Glynn (1991) corresponde a um processo através do qual se identificam semelhanças entre diferentes conceitos, sendo um deles conhecido, familiar, e o outro desconhecido. Duit (1991) considera as analogias como uma comparação entre dois campos distintos. Para Oliva, et al. (2001), as analogias são comparações entre dois domínios de conhecimento que mantêm certa relação de semelhança entre si.

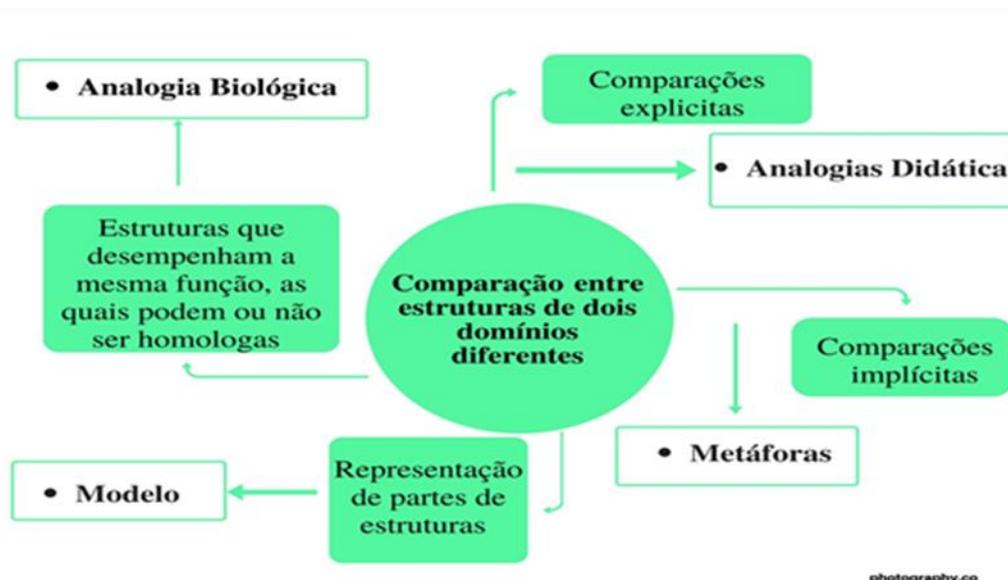
A utilização deste recurso enquanto instrumento didático tem se intensificado nas últimas três décadas (DUARTE, 2005). À medida que se desenvolviam os estudos sobre o tema, observou-se entre os autores a ausência de um consenso na denominação empregada para designar os domínios conhecidos e desconhecidos. Sendo identificado por Duarte (2005, p.9), denominações como,

Alvo, meta, tópico, tema ...: Refere-se ao conceito/fenômeno, total ou parcialmente desconhecido, que vai ser objecto de compreensão, descrição, ilustração, explicação ou previsão, através da analogia;

Análogo, fonte, base, veículo, foro...: Diz respeito ao conceito/fenômeno conhecido através do qual ocorre a compreensão, descrição, ilustração, explicação ou previsão do alvo;

Apesar da variabilidade terminológica observada, todos os autores em suas definições e uso do termo trazem em sua essência o compartilhamento de semelhanças, em que é possível a partir destas, compreender o novo. Desta forma, as analogias estão inseridas em uma família de similaridades e por esse motivo, são comumente confundidas com outros como, Metáfora, Símile, Modelos e Exemplos. Entretanto, é necessário ter claramente definido cada um desses, pois estes guardam particularidades específicas demandando, conseqüentemente, medidas particulares em seu uso (Figura 1).

FIGURA 1: Mapa conceitual dos tipos de similaridades entre analogia didática, metáfora, modelos e analogias biológicas.



Fonte: elaborado pelos autores no site <https://www.canva.com/>.

Portanto, para diferenciá-los, adotamos as definições propostas por Rigolon e Obara (2010), que conceituam metáforas como uma comparação implícita, sintética e subjetiva, embora Dagher (1995) adote-as como conceitos indistintos, agrupando-as em uma família de similaridades. Quanto aos modelos, equivalem a uma representação de partes de estruturas do domínio alvo, uma interpretação simplificada da realidade, e o símile não é especificado em detalhes em relação aos elementos de cada um dos sistemas com os quais se relacionam (RIGOLON; OBARA, 2010).

Para Duarte (2005), os exemplos não estabelecem comparações entre os dois conceitos, visto que estes enquadram conceitos pertencentes a um mesmo domínio. Entretanto, é necessário destacar também a diferença entre analogia didática e a analogia biológica, em que este último tipo apresenta uma relação de semelhança entre duas estruturas que desempenham a mesma função em um organismo, as quais podem ou não ser homólogas (AMORIM, 2002).

Apesar das semelhanças entre os diferentes conceitos, as analogias são empregadas com maior frequência nas Ciências (DUIT, 1991). A preferência por essa forma de comunicação nas ciências possivelmente está associada ao seu caráter mais sistemático. Para que possamos reconhecer, o papel ocupado por este instrumento na construção do conhecimento científico e na divulgação científica, na próxima seção é apresentado um breve apanhado acerca da utilização de analogias nas diferentes áreas das ciências da natureza.

ANALOGIAS NA HISTÓRIA DO CONHECIMENTO CIENTÍFICO

A analogia enquanto instrumento de comunicação e divulgação é utilizada desde o século IV a.C. por Platão, para tornar inteligível suas ideias (RIGOLON, 2008). Entretanto como ferramenta na elaboração de conhecimentos científicos pode ser identificada em diferentes contextos dentro das ciências da natureza. Alguns trabalhos têm destacado esta presença ao longo da história como assinala Freitas (2011), ao indicar diferentes contribuições

(83) 3322.3222

contato@conedu.com.br

www.conedu.com.br

da analogia para a elaboração de conceitos, modelos e teorias amplamente utilizados nas ciências. Segundo essa mesma autora analogias podem ser observadas em diferentes áreas. Na história da Filosofia foram empregadas por Platão para expressar seus pensamentos, como por exemplo, o uso da alegoria da caverna para apresentar a diferença entre os conhecimentos sensoriais e inteligíveis.

Na Física, observa-se que o raciocínio analógico é por vezes empregado para resolver problemas, como, por exemplo, quando Arquimedes se utilizou de uma relação analógica para solucionar o mistério da coroa do rei, situação na qual foi elaborado o princípio de Arquimedes. Na ocasião, Arquimedes ao introduzir seu corpo em um recipiente com água observou que houve um deslocamento de uma quantidade de água contida em razão de sua massa e volume, assim ao introduzir a coroa, também obteriam um deslocamento diferente no volume em função da massa do corpo. Deste modo, Arquimedes propõem o conceito de peso específico conhecido por princípio de Arquimedes (FREITAS, 2011).

Ao pesquisar a história e o desenvolvimento dos conhecimentos produzidos nas Ciências Biológicas observa-se que a racionalização analógica também compõe o desenvolvimento de conceitos e princípios, a exemplo da explicação apresentada por Darwin em seu livro *A Origem das Espécies* no qual apresenta sua teoria de descendência entre os seres vivos comparando esse processo ao crescimento de uma árvore, como estudado por Nagem e Marcelos (2005).

Na Química foram inúmeras as vezes que o pensar analogicamente, foi aplicado. Principalmente durante o processo de elaboração de um modelo que conseguisse explicar o modelo atômico, deste modo, então, o pensamento analógico perfez todo seu processo explicativo com vistas a construir um modelo que conseguisse expressar a estrutura do átomo. A história da Química é ricamente ilustrada, como por exemplo, os modelos pensados por Dalton, em 1803, comparando o átomo a uma bola de bilhar; seguido por Thomson (1904), que estabelece relação entre o átomo com um pudim de passas; e por Rutherford (1911), ao comparar o átomo com o Sistema Solar (FREITAS, 2011).

Todavia seu uso não se restringe as Ciências da Natureza, sendo também apreciado por outras, como as de cunho social, em virtude de propriedades que este recurso oferece ao processo de ensino, tal como destaca Rodrigues (2007), ao afirmar que nas Ciências Sociais, é fundamental, pois o desenvolvimento de novos saberes ocorre dentro de um contexto social determinado, e assim sofre influência direta da cultura. Para Monteiro (2005), após a análise do uso de analogias em aulas de História, este recurso mostrou-se pertinente à medida que proporcionou o desenvolvimento de novos conceitos, ao apresentar situações e contextos históricos desconhecidos dos alunos através de situações familiares. As analogias podem ainda ser observadas em aulas de língua estrangeiras, como destacado por Correa (2011), ao enfatizar que a utilização de analogias e metáforas no ensino de fonética e fonologia, facilita sua abordagem e fixação, posto que sejam explorados elementos do contexto real.

Apesar dos inúmeros contributos deste recurso na construção e divulgação do conhecimento científico, algumas ressalvas têm sido feitas, no sentido de restringir sua aplicação com essa finalidade, alertando para um uso indevido. O principal teórico defensor desta ideia é Gaston Bachelard, posto que o considera como um recurso que pode levar a construção de obstáculos epistemológicos. Para Bachelard (1996): “[...] Uma ciência que aceita as imagens é, mais que qualquer outra, vítima das metáforas. Por isso, o espírito científico deve lutar sempre contra as imagens, contra as analogias, contra as metáforas.” Entretanto, apesar da forte objeção ao emprego de analogias na ciência, Andrade, Zylbersztajn

e Ferraz (2002), após analisar o uso de analogias e metáforas na ciência sobre a epistemologia bachelardiana chegaram à seguinte conclusão,

Bachelard não é contra toda e qualquer utilização de analogias e metáforas, mas sim, contra as que podem reforçar concepções da observação empírica, do senso comum, ou quando elas se tornam cópias fiéis da realidade, impedindo a compreensão do que se pretende ensinar, tornando-se ou reforçando obstáculos epistemológicos e pedagógicos (ANDRADE; ZYLBERSZTAJN; FERRAZ, 2002, p.10).

Diferentemente das objeções feitas por Bachelard, são muitos, os autores (DUIT 1991; NAGEM; CARVALHAES; DIAS, 2001; FERRAZ; TERRAZAN, 2003; RIGOLON; OBORA, 2010; FRANCISCO JUNIOR 2010) que evidenciam a importância das analogias para a construção de conceitos científicos e a divulgação da ciência. Diante destes contrapontos, diversos esforços têm sido realizados no intuito de compreendê-las, e de avaliar sua relação com as atividades de ensino de Ciências em prol de um processo de aprendizagem significativa e que resulte na formação de um cidadão consciente, crítico e reflexivo de suas ações frente à sociedade. Em virtude desta compreensão, a seguir apresentamos uma breve discussão sobre o ensino de Ciências e a utilização de analogias neste contexto.

ANALOGIAS E O ENSINO DE CIÊNCIAS

O ensino de Ciências representa uma importante forma de compreender a natureza, suas leis e organização. Entretanto, esta ação tem aos poucos sido desgastada em razão da forma pela qual sua apresentação tem sido realizada, como enfatiza Martins e Leite (2013, p.31), ao destacarem que “tradicionalmente as Ciências têm sido ensinadas como uma coleção de fatos, descrições de fenômenos e enunciados de teorias a memorizar”. Neste sentido, Rigolon (2008, p. 19) considera que “Quando se fala de ensino de Ciências, o professor atual não pode se contentar em apenas ensinar seus alunos, tem de fazê-los entender, gostar e respeitar a Ciência. [...]”. Todavia, observa-se obstáculos neste caminho, como a ausência de elementos que aproximem os enunciados das Ciências das situações familiares ao aprendiz, resultando no distanciamento entre os momentos propostos na prática de sala de aula e as expectativas reais e presentes nos alunos.

Mediante a lacuna identificada nas práticas de ensino de Ciências, novas necessidades formativas apresentam-se a prática docente, requerendo então o envolvimento direto com concepções alternativas que se contraponham às abordagens tradicionalmente empregadas nas práticas de ensino. Pensando nestas modificações na atuação do professor de Ciências, há a compreensão que abordagens diferenciadas necessitam ser realizadas, a iniciar pela percepção dos docentes quanto ao seu papel como mediador e problematizador nas situações de aprendizagem (FREIRE, 2002). Todavia, é necessário destacar como alternativa a modificação deste cenário, a abordagem construtivista enquanto perspectiva de atuação, que oportuniza experiências concretas e contextualizadas tornando a aprendizagem significativa ao aprendiz, em que nesta forma de atuação, o docente assume a função de mediador ao processo de aprendizagem (FOSNOT, 1998).

Tendo como eixo central, o diálogo e o contexto histórico-cultural do aprendiz, é necessário realizar uma aproximação entre as concepções de Paulo Freire e de Vygotsky – teóricos construtivistas – por acreditarmos que confluem, para uma aprendizagem contextualizada, crítica e autônoma. Para Garcia e Veiga (2009) no construtivismo vygotskiano a cultura e os saberes oriundos da realidade social possuem papel central, sendo

estes elementos determinantes no processo de aprendizagem. Ao analisar os trabalhos de Vygotsky e Freire, Petronio e Souza (2009), enfatizam a percepção destes autores quanto o desenvolvimento de um processo de ensino que considere professores e alunos como sujeitos no processo de ensino-aprendizagem dentro de seus contextos de origem, e deste local, constitua o ponto de partida para o processo de aprendizagem.

Na busca por tal entendimento, a linguagem assume papel central na comunicação entre professores e alunos. Tanto para Freire (2002) que considera o diálogo como porta de construção das relações entre os homens, quanto para Vygotsky (1998) ao destacar que por meio da linguagem, do uso de instrumentos e signos são despertadas as potencialidades presentes nos sujeitos. Tendo como princípios as ideias anteriormente expostas, tais entendimentos apresentam-se como ações fundamentais ao ensino de Ciências. Deste modo, na ação do docente de Ciências incluem-se o emprego de modelos, analogias ou experimentos que facilitem a compreensão dos fenômenos em estudos. O emprego de tais estratégias busca o estabelecimento de uma relação comunicativa (FRANCISCO JUNIOR, 2010).

Assim, para Oliveira (2012), é por meio do diálogo entre o saber científico, o discurso do professor e seu próprio discurso que o aluno apreende os sentidos produzidos na construção do conhecimento científico. Partindo desta relação de comunicação, o uso de analogias em práticas de ensino de Ciências tem se constituído como instrumento didático para a aprendizagem de conceitos científicos, pois esta permite na concepção de Rigolon (2010) conhecer o novo a partir do já familiar, devendo ser o seu emprego sempre em situações onde o(s) objeto(s) a ser conhecido esteja afastado da realidade social ou perspectivas dos alunos.

Mediante esta relação, a ação do professor de Ciências enquanto mediador necessita ser orientada para que possa explorar as potencialidades conferidas por este recurso, tais como: ativação do raciocínio analógico, percepção, criatividade, tomada de decisões, visualização de conceitos abstratos, identificação de eventuais concepções alternativas e possibilidade de avaliar o conhecimento e a compreensão dos alunos (DUARTE, 2005). Contudo, Duarte (2005) ainda chama a atenção para o fato de que o uso deste instrumento de forma assistemática pode provocar interpretação da analogia como o conceito em estudo, incompreensão da relação analógica, ou haver apenas a assimilação dos aspectos positivos da analogia, desvalorizando as limitações existentes nesta.

A fim de mitigar o desenvolvimento de concepções equivocadas durante a exploração didática de analogias, estratégias metodológicas foram pensadas buscando auxiliar o docente na exploração de formas eficientes durante os processos de ensino-aprendizagem. Dentre as propostas metodológicas de ensino com analogias alguns trabalhos exerceram um impacto maior nas práticas de ensino e pesquisa na área do ensino de ciências, dentre eles destaque para o Método de Ensino com Analogia proposto por Cachapuz (1989) esse consiste em uma sequência composta por 4 (quatro) passos: “(1) apresentação da situação problema/conceito pertencendo ao domínio em estudo; (2) introdução do(s) conceito(s) que pertence(m) ao domínio familiar (sub-domínio analógico); (3) exploração interactiva da correspondência estabelecida; (4) estabelecimento dos limites da analogia” (CACHAPUZ, 1989, p. 123).

Para além desta proposta inicial outros trabalhos foram desenvolvidos e aprimoraram modelos preexistentes, a exemplo do modelo proposto por Glynn (1991) "Teaching With Analogies – TWA" que consiste na seguinte sequência: (1) introduzir o assunto-alvo; (2) sugerir o análogo; (3) identificar as características relevantes do alvo e do análogo; (4) mapear similaridades; (5) esboçar conclusões e (6) indicar onde a analogia falha. Partindo destas orientações, e após as análises destes métodos Harrison e Treagust, (1993), propuseram

adaptações para o aprimoramento do método TWA, que sugerem a inversão na sequência dos dois últimos passos, posto que para esses autores, apenas é possível elaborar conclusões, após identificação dos atributos compartilhados na relação.

Outros modelos também foram pensados a partir do esquema supracitado. A metodologia apresentada por Nagem, Carvalhaes e Dias (2001) Metodologia de Ensino Com Analogias – MECA, corresponde a um modelo derivado do TWA, cujo objetivo é servir de apoio aos educadores no uso sistemático da analogia como instrumento didático. O método consiste em uma sequência composta por 10 (dez) passos, são eles o (1) Estabelecimento da área de conhecimento; (2) determinação do Assunto a ser abordado; (3) identificação do público; (4) determinação do veículo; (5) estabelecimento do Alvo; (6) Descrição da analogia; (7) Delinear as Semelhanças e Diferenças; (8) Reflexão/discussão da analogia; (9) Avaliação da analogia.

As proposições metodológicas de ensino anteriormente elencadas pautam-se no entendimento de um uso sistemático e consciente da analogia enquanto instrumento facilitador da aprendizagem em Ciências. Compreende ainda que essa ferramenta faz parte do cotidiano do professor e do aluno estando presente durante as situações vivenciadas no processo de ensino-aprendizagem daí a importância de compreender e planejar seu uso nas atividades propostas para o qual a analogia se faz presente.

Ao investigar professores de Ciências da Natureza Ferraz e Terrazzan (2002) e Santos, Feitosa e Santana (2016) indicam em seus estudos haver uma relação entre o saber docente e o emprego de analogia em situações de aprendizagem. Em seus estudos observaram que o emprego e exploração das analogias são realizados de modo mais sistemático por professores que possuem maior experiência com as vivências em sala de aula. Deste modo, entende-se que, a exploração desta ferramenta faz parte dos saberes experiências docentes. Esta forma de conhecimento segundo Tardif (2014) é proveniente das vivências e experiências no exercício da profissão.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao evocar a finalidade inicial deste estudo, que se propôs a debater o potencial da linguagem analógica enquanto instrumento de comunicação e aprendizagem em ciências, tendo como princípio a defesa de que o uso de analogias favorece a internalização de conceitos científicos quando empregados de modo consciente e sistemático. O apanhado de estudos e argumentos disponíveis na literatura nacional e internacional corrobora para a sustentação da tese apresentada.

Partindo da análise literária realizada sobre o estudo das questões inicialmente levantadas na pesquisa observa-se que a linguagem e o pensamento analógico apresentam estreita relação no decorrer do desenvolvimento do conhecimento científico e de sua divulgação estando presente na elaboração de grandes descobertas científicas dentro dos conhecimentos disciplinares de Biologia, Química e Física.

Portanto, insere-se diretamente nas formas de produção do conhecimento científico. A forma como essa modalidade de comunicação e pensamento se articulam ao longo do tempo reverberam em diferentes modos de envolver-se e pensar sobre a Ciência, sua estrutura e construção, dando condições para que novas formas de relacionar-se com essa cultura sejam estabelecidas.

Do ponto de vista da aprendizagem e do desenvolvimento conceitual no ensino de Ciências as analogias mostraram-se como formas inovadoras que possibilitam experiências diversas a professores e alunos, sejam nos modos de elaboração de conceitos científicos ou nas formas de avaliar a assimilação dos temas tratados. Deste modo, permite experimentar diferentes modalidades de falar e pensar sobre a Ciência e os seus produtos. Observou-se ainda, que este instrumento de mediação conceitual alinha-se com diferentes concepções de ensino construtivistas - aprendizagem significativa - freiriana, e que todas confluem para a formação de um sujeito crítico e reflexivo sobre o processo de produção dos conhecimentos em ciências e sociais.

Nota-se ainda que apesar de frequente nas práticas e recursos escolares, a exploração didática deste instrumento exige do profissional docente uma ação consciente e planejada, para que possam ser atingidas as finalidades previamente estabelecidas com o uso deste recurso. Fugindo então, do caráter espontâneo e assistemático que esse recurso comumente é associado.

Realizadas essas constatações é notório que a analogia enquanto instrumento de mediação na aprendizagem em ciência representa uma forma inovadora, não em seu uso, pois como constatado ela faz parte da cognição humana e da História Filosofia da Ciência, mas no modo como trata o processo de transposição do conhecimento científico. Por isso, torna-se pertinente aos docentes reconhecerem seu uso e planejarem suas ações para o correto emprego deste recurso metodológico.

REFERÊNCIAS

- ABBAGNANO, N. **Dicionário de Filosofia**. São Paulo: Martins Fontes. 1998.
- AMORIM, D. S. **Fundamentos de Sistemática Filogenética**. Ribeirão Preto: Holos. 2002.
- ANDRADE, B. L.; ZYLBERSZTAJN, A.; FERRARI, N. As analogias e metáforas no ensino de ciências à luz da epistemologia de Gaston Bachelard. *ENSAIO – Pesquisa em Educação em Ciências*. n.2, v. 2. 2002.
- BACHELARD, G. **A formação do espírito científico**: contribuição para uma psicanálise do conhecimento. Tradução Esteia dos Santos Abreu. Rio de Janeiro: Contraponto. 1996.
- BOZELLI, F. C.; NARDI, R. A formação inicial de professores de física e o uso de analogias no contexto interativo discursivo. In: ENCONTRO NACIONAL DE DIDÁTICA E PRÁTICA DE ENSINO, 15., 2010, Belo Horizonte. *Anais...* Belo Horizonte, 2010. p.14-22.
- CACHAPUZ, A. Linguagem Metafórica e o Ensino das Ciências. *Revista Portuguesa de Educação*. v.2, n. 3, p.117-129, 1989.
- CORREA, C. La enseñanza de fonética y fonología a través de analogías y metáforas. *Hispania*, n. 94, v.2, p.360-365. 2011.
- DAGHER, Z. R. Review of studies on the effectiveness of instructional analogies in Science Education. *Science Education*. n. 79, v. 3, p. 295-312. 1995.
- DUARTE, M. C. Analogias na educação em ciências: contributos e desafios. *Investigações em Ensino de Ciências*. n. 10, v.1, p.7-29. 2005.
- DUIT, R. On the Role of Analogies and Metaphors in Learning Science. *Science Education*. n.75, v. 6, p. 649-672. 1991.

FERRAZ, D. F.; TERRAZAN, E. A. O uso de analogias como recurso didático por professores de biologia no ensino médio. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, n.1, v.3, p.1-12. 2001.

FERRAZ, D.; TERRAZAN, E. Uso Espontâneo de Analogias por Professores de Biologia e o Uso Sistematizado de Analogias: Que Relação? **Ciência & Educação**. n.9, v. 2, p.213-227. 2003.

FERRAZ, D.F.; TERRAZAN, E. A. Construção do conhecimento e ensino de ciências: papel do raciocínio analógico. **Educação**. v. 27, n. 01. 2002.

FERRY, A. S.; PAULA, H. F. Mapeamento estrutural de analogias enunciadas em uma aula sobre cinética química. **Ciência Educação**, Bauru, n.23, v.1, p.29-50. 2017.

FERRY, A. S.; PAULA, H. F. Mapeamento estrutural de analogias e outras comparações em uma sala de aula de Química. In. ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 10., 2015, Águas de Lindóia. **Atas...** Águas de Lindóia, 2015, p.1-8.

FOSNOT, C. T.. **Construtivismo**: teoria, perspectivas e prática. Porto Alegre: ArtMed. 1998.

FRANCISCO JUNIOR, W. E. **Analogias e situações problematizadoras em aulas de ciências**. São Carlos: Pedro e João Editora. 2010.

FRANCISCO JUNIOR, W. E. Analogias em livros didáticos de química: um estudo das obras aprovadas pelo plano nacional do livro didático para o ensino médio 2007. **Ciências & Cognição**, n.14, v.1, p.121-143. 2009.

FREIRE, P. **Pedagogia da Autonomia**: saberes necessários à prática educativa. 33ª Ed. São Paulo: Paz e Terra. 2002.

FREITAS, L. P. S. R. (2011). **O uso de analogias no Ensino de Química**: uma análise das concepções de licenciandos do curso de Química da UFRPE. 2011. 182 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife. 2011.

GARCIA, E. G.; VEIGA, E. C. O construtivismo e as funções mentais. **Diálogo Educacional**. Curitiba, n.7, v. 20, p. 91-102. 2007

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

GLYNN, S. M. Explaining science concepts: a teaching-with-analogies model. In: GLYNN, S.M.; YEANY, R. H.; BRITTON, B. K. **The psychology of learning science** (pp. 219-240). New Jersey: Lawrence Erlbaum Associate. 1991.

HARRISON, A.; TREAGUST, D. Teaching with Analogies: A Case Study in Grade-10 Optics. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 30, n.10, p.1291-1307, 1993.

LIBÂNEO, J. C. **Democratização da Escola Pública**: a pedagogia crítico-social dos conteúdos 1ª Edição. Edições Loyola. São Paulo. 1985.

MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M. **Fundamentos de metodologia científica**. 5. ed. São Paulo: Atlas 2003.

MARTINS, M. M. M. C.; LEITE, R. C. Aulas práticas e experimentos no ensino de ciências na escola básica: as contribuições de Derek. In: CARNEIRO, C. C. B. S.; LEITE, R. C. M. **Ensino de Ciências**: abordagens múltiplas (pp31-44). Curitiba, PR: CRV. 2013.

MONTEIRO, A. M. F. C. Entre o estranho e o familiar: o uso de analogias no ensino de história. **Cadernos Cedes**. Campinas, n. 25, v.67, p. 333-347. 2005.

- MONTEIRO, I.V. E JUSTI, R. Analogias em livros didáticos de Química destinados ao ensino médio. **Investigações em ensino de ciências**, n.5, v.2, p. 67-91. 2000.
- NAGEM, R. L.; MARCELOS, M. F. Analogias e metáforas no ensino de Biologia: a árvore da vida nos livros didáticos. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 5. 2005, Bauru. **Atas...** Bauru, ANPEd, 5. 2005.
- NAGEM, R.; CARVALHAES, D.; DIAS, J. Uma Proposta de Metodologia de Ensino com Analogias. **Revista Portuguesa de Educação**, n.14, v.1, p.197-213. 2001.
- NEWBY, T. Learning Abstract Concepts: The Use of Analogies as a Mediational Strategy. **Journal of Instructional Development**, n.10, v.2, p. 20-26. 1987.
- OLIVA, J.M.; ARAGÓN, M.M.; MATEO, J.; BONAT, M. Una propuesta didáctica basada en la investigación para el uso de analogías en la enseñanza de las ciencias. **Enseñanza de las Ciencias**. n.19, v. 3, p. 453-470. 2001.
- OLIVEIRA, H. R. **Argumentação no ensino de ciências**: o uso de analogias como recurso para a construção do conhecimento. (Dissertação de mestrado em Educação). Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora. 2012.
- PETRONI, A. P.; SOUZA, V. L. T. Vigotski e Paulo Freire: contribuições para a autonomia do professor. **Diálogo Educacional**. Curitiba, n.9, v.27, p.351-361. 2009
- PRODANOV, C. C.; FREITAS, E. C. **Metodologia do trabalho científico**: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico. 2. ed. Novo Hamburgo: Feevale, 2013.
- RIGOLON, R. G. **O conceito e o uso de analogias como recurso didático por licenciandos de Biologia**. 2008. 132 f. Dissertação (Mestrado em Educação para as Ciências e o Ensino de Matemática)-Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2008.
- RIGOLON, R. G.; OBARA, A. T. O conceito de analogias por licenciandos de biologia. **Revista Teoria e Prática da Educação**, n.13, v.3, p. 19-31. 2010
- RIGOLON, R. G.; OBARA, A. T. Analogias na Ciência e no ensino de Ciência. In. SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA, 2., 2010, Ponta Grossa, **Anais...** Ponta Grossa, 2010.
- RIVELLI, H.; LEMGRUBER, M. S. Namoro atômico: um estudo de caso sobre a analogia do relacionamento. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE BIOLOGIA, 4., 2012. Goiânia. **Anais...** Goiânia: Sociedade Brasileira de Ensino de Biologia, 2012.
- RODRIGUES, L. P. Analogias, modelos e metáforas na produção do conhecimento em ciências sociais. **Pensamento Plural**, v. 1, p. 11-28, jul./dez. 2007. Disponível em: <<http://pensamentoplural.ufpel.edu.br/edicoes/01/01.pdf>>. Acesso em: 16 de jun. 2017.
- SANTOS, F. A.; FEITOSA, E. M. A.; SANTANA, I. C. H. Elaborando analogias: uma experiência na formação de professores. In: CONGRESSO NACIONAL DE EDUCAÇÃO, 3., 2016. Natal. **Anais...** Natal, Realize e Eventos, 2016.
- TARDIF, M. **Saberes Docente e a Formação Profissional**. 17 ed. Petrópolis, RJ: Vozes. 2014.
- VYGOTSKY, L. S. **Pensamento e Linguagem**. São Paulo: Martins Fontes, 1998.