

Universidade Federal do Rio Grande do Sul  
Instituto de Biociências  
Licenciatura em Ciências Biológicas

Miriara Borges Leal

**Metodologias sobre uso de analogias no ensino de Ciências e Biologia:  
Um estado da arte**

Porto Alegre, RS, Brasil

2019

Miriara Borges Leal

**Metodologias sobre uso de analogias no ensino de Ciências e Biologia:  
Um estado da arte**

Trabalho de Conclusão de Curso para obtenção  
do título de Licenciada em Ciências Biológicas  
apresentado ao Instituto de Biociências da  
Universidade Federal do Rio Grande do Sul.  
Orientadora: Prof<sup>a</sup> Dra. Marilisa Bialvo Hoffmann

Porto Alegre, RS, Brasil

2019

## RESUMO

Ao surgir a palavra analogia, esta foi definida como um conceito matemático, porém este foi modificado ao longo de seu uso através do tempo e, hoje, percebemos como comparação entre dois objetos. As analogias têm possibilitado a gênese do conhecimento científico em diversas áreas, pois se constituem a partir de atos cognitivos e criativos. A partir disso, é perceptível a necessidade de conhecer as diferentes maneiras de usar analogias no ensino de ciências e biologia. Então, se faz necessária uma nova pesquisa referente aos modos de utilizar analogias no ensino de ciências e biologia, na intenção de ampliar nossa perspectiva sobre o assunto e fornecer um panorama atualizado sobre este tema de investigação. Para isso, se utilizou o modelo de análise textual discursiva para analisar os artigos de periódicos e teses e dissertações do banco da CAPES. Com isso, foram obtidos resultados que nos fazem perceber que o futuro da pesquisa com analogias está longe de terminar. Contudo esse tipo de pesquisa está reduzida e se faz necessária uma investigação mais aprofundada sobre o que os atuais professores/as e futuros/as professores/as de ciências e biologia pensam sobre o método de ensino com analogias.

**Palavras-chave:** Analogias. Ferramentas didáticas. Ensino de Biologia. Ensino de Ciências.

## ABSTRACT

When the word analogy arose, it was defined as a mathematical concept, but it was modified over its use through time and today we see it as a comparison between two objects. Analogies have made possible the genesis of scientific knowledge in several areas, since they are constituted from cognitive and creative acts. From this, it is noticeable the need to know the different ways to use analogies in science and biology teaching. New research is needed regarding the ways to use analogies in science and biology teaching, in order to broaden our perspective on this subject and provide an updated overview of this research topic. For this, the discursive textual analysis model was used to analyze the articles of journals and theses and dissertations of the CAPES bank. With this, these obtained results make us realize the future of analogy research is far from over. However, this type of research is limited and further investigation is needed on what current and future teachers of science and biology think about the teaching method with analogies.

**Keywords:** Analogies. Didactic tools. Biology Education. Science Education.

## SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	<b>6</b>
REFERENCIAL TEÓRICO.....	8
Delineamento Metodológico .....	13
DESENVOLVIMENTO .....	<b>16</b>
CONCLUSÃO .....	33
Referências .....	34

## 1 INTRODUÇÃO

Durante minha graduação em Ciências Biológicas presenciei diversos instrumentos para atrair a atenção dos alunos para o conteúdo que estava sendo ensinado. Além de ter observado essas situações nas aulas frequentadas nas disciplinas oferecidas pela universidade, também me deparei com essa questão durante os meus estágios obrigatórios de Licenciatura em Ciências e em Biologia. Chegando ao fim da graduação, com a necessidade de realizar o Trabalho de Conclusão de Curso, surgiu uma oportunidade de investigar os diversos instrumentos que podem ser utilizados no processo de ensino-aprendizagem. O instrumento que mais me chamou a atenção foi o uso de analogias no ensino, tanto de ciências, como de biologia na educação. Esses métodos não são exclusivos do processo de educação básica, mas me restringi a essa instituição, pois é onde tenho maior experiência como educadora e, dessa forma, considero entender melhor as situações em que essa ferramenta de ensino é aplicada.

Ao surgir a palavra analogia, esta foi definida como um conceito matemático (DUARTE, 2005), porém este foi modificado ao longo de seu uso através do tempo e, hoje, percebemos como comparação entre dois objetos. Godoy (2002) nos explica que analogia é uma habilidade que reconhece que “uma coisa é como outra”. Ele explica que é como uma habilidade, pois há sempre um ato criativo e original envolvido no processo de construção de analogias. Hoffmann (2013), ao citar Rodrigues (2007), enfatiza que as analogias têm possibilitado a gênese do conhecimento científico em diversas áreas, pois se constituem a partir de atos cognitivos e criativos. Sendo assim, o estudo de analogias é de fundamental importância pensando que, ao ensinar ciências e biologia, estamos compartilhando do conhecimento científico, desde a sua formulação até a sua inovação na geração seguinte com os estudantes da educação básica. Além disso, analogias podem favorecer um melhor entendimento por parte dos estudantes de conceitos e entidades abstratos a partir daquilo que eles já compreendem. Favorecem, igualmente, o desenvolvimento de novos conhecimentos e a modificação de concepções alternativas que podem ser concebidas erroneamente conforme Mozzer et al. (2015). Tendo em vista o estudo

publicado por Souza et al. (2013), percebemos a necessidade de conhecer as diferentes maneiras de usar analogias no ensino de ciências e biologia. Nesse estudo, os pesquisadores fazem um levantamento de dados sobre formas de linguagem mais utilizadas no ensino de ciências no Brasil de 2000 a 2011 em teses e dissertações escritas nesse período. Como resultado, percebemos que de 92 trabalhos analisados os que utilizam analogias como tipo de linguagem investigado ficaram em terceiro lugar com 12 trabalhos publicados com esse tema. Hoffmann (2012) valoriza que houve um crescente interesse pelo tema de ensino com analogias em biologia a partir dos anos 2000, atingindo seu ápice em 2003. No entanto, Hoffmann (2012) e Souza et al. (2013) concordam que a partir de 2007 até 2009 houve uma considerável queda no número de produções com este tema. Apesar disso e por isso se faz necessária uma nova pesquisa referente aos modos de utilizar analogias no ensino de ciências e biologia, na intenção de ampliar nossa perspectiva sobre o assunto e fornecer um panorama atualizado sobre este tema de investigação.

Diante deste contexto, o presente estudo se propõe a investigar o seguinte problema de pesquisa: quais são as metodologias sobre uso de analogias no ensino de Ciências e Biologia disponíveis na literatura brasileira da área nas últimas duas décadas?

Diante de tal problema, o objetivo geral é de compreender quais são as diferentes metodologias existentes, na literatura da área, para ensino de Ciências e Biologia com uso de analogias nas últimas duas décadas. Com objetivos específicos, propõe-se:

- Apresentar uma revisão dos principais periódicos da área de ensino de Ciências e Biologia, referentes ao uso de analogias;
- Realizar revisão das teses e dissertações que tratam de metodologias para o uso de analogias no ensino de ciências e biologia;
- Analisar as contribuições das diferentes metodologias encontradas para o ensino de ciências e biologia na educação básica.

## 2. Referencial teórico

De acordo com Hoffmann (2007), as questões linguísticas estão intrinsecamente ligadas ao processo de construção da ciência e do conhecimento de cada ser humano. Diversos pesquisadores de todo mundo estudam especialmente a linguagem metafórica e analógica, pois estão preocupados com suas possíveis utilizações e com seus efeitos na educação.

Segundo Ferraz e Terrazzan (2003), o uso de analogias e metáforas ocorre de forma espontânea pelos professores em sala de aula e autores de livros didáticos. Essa espontaneidade pode acarretar no uso indiscriminado por falta de planejamento. Dessa forma, esse uso de analogias poderia gerar confusões e Glynn (1991) adverte que as analogias, se mal-empregadas, podem sugerir ou reforçar falsas associações e levar os alunos a desenvolver erros conceituais. Além disso, Bachelard também alertou para os perigos da má utilização de analogias e metáforas na ciência. Para o autor, os conhecimentos subjetivos distorcem o conhecimento objetivo e a utilização da linguagem metafórica, ligada aos conceitos prévios dos alunos, pode formar ou reforçar obstáculos epistemológicos. Bachelard (1996) desqualifica o uso figurativo de analogias e metáforas quando pretendem ser imagens-reflexo da realidade da investigação, isto é, quando pretendem se passar por cópias fiéis dessa realidade. E isso pode ser entendido caso haja uma má interpretação e explicação das analogias usadas por autores e professores.

No entanto, Ferraz e Terrazzan (2002) confirmam que as analogias têm uma utilidade essencial na construção do conhecimento. Esses autores explicam que a analogia é parte integrante de nossa cognição e, portanto, são ferramentas pedagógicas indispensáveis.

Analogias e metáforas implicam uma comparação entre X e Y (ou beta e alfa, conforme Godoy [2002]) e o reconhecimento de semelhanças relevantes e, com isso, aproxima assuntos de natureza heterogênea. Ou seja, um domínio menos familiar (assunto científico a ser esclarecido), chamado de “alvo”, é tornado compreensível por semelhança com um domínio mais familiar, chamado de “análogo” (GLYNN ET AL., 1998).

Conforme Ferraz e Terrazzan (2003), analogias e metáforas não são as únicas formas de linguagem metafórica vulgarmente existentes, mas são provavelmente os formatos usados com maior frequência. É difícil diferenciar o significado de cada termo, pois ambas as palavras são consideradas sinônimos (Utges, 1999). De acordo com Houaiss (2001), a palavra analogia vem do grego analogía, que significa proporção matemática, correspondência. Metáfora também vem do grego *metaphorá* e significa transposição. Entretanto, Duit (1991), Duarte (2005) e Bozelli e Nardi (2005) diferenciam analogia e metáfora da seguinte forma: A metáfora é uma comparação implícita enquanto que a analogia é uma comparação explícita e mais elaborada.

De acordo com as perspectivas filosófica e linguística, metáfora e analogia são usados com sentidos diferentes (DUARTE, 2005) e essa diferença deve ser adotada na perspectiva educacional, na intenção de não atribuir às analogias erros conceituais causados por metáforas. Cachapuz (1989) considera que as analogias são geralmente mais exploradas que as metáforas nos manuais escolares de Ciências, talvez por seu caráter mais estruturante. Nas analogias, a transposição de significados de um domínio para outro diz respeito, sobretudo, a relações, enquanto, nas metáforas, incide sobre tributos.

Então, no campo do ensino de Biologia, Santos et al. (2011) afirmam que é comum a apresentação de analogias e metáforas, desenhos esquemáticos e modelos alternativos como ferramentas de transposição didática das informações de determinadas estruturas biológicas, nomes científicos de organismos ou da funcionalidade de um comportamento. Assim, segundo Hoffmann (2012), o uso de analogias e metáforas pode ser um instrumento viável para facilitar a construção de conceitos no ensino de Biologia.

Existem diferentes métodos no ensino com analogias, tendo em vista as potencialidades e limitações do uso de analogias e metáforas no ensino de ciências e biologia, muitos estudos se dedicam ao estabelecimento de estratégias didáticas que facilitem a utilização desse recurso. Dentre eles podemos citar os mais difundidos no Brasil nas últimas décadas, conforme Hoffmann (2012). Podem ser destacados o Guia FAR (Foco-Ação-Reflexão), o MDA (Modelo Didático

Analógico) e a MECA (Metodologia de Ensino com Analogias). Além desses, muitos estudos são baseados no método TWA (Teaching with Analogies).

Harrison e Treagust (2006) propuseram o guia FAR (Foco-Ação-Reflexão). Eles sugerem que a compreensão dos alunos sobre o conceito a ser aprendido é reforçada e a variedade e frequência de concepções alternativas são diminuídas quando os professores apresentam analogias usando a estrutura do guia. O guia FAR constitui-se em três fases:

<p style="text-align: center;"><b>1) Pré-lição - FOCO</b></p> <p>CONCEITO: É um conceito difícil, familiar ou abstrato?</p> <p>ESTUDANTES: Que ideias que os alunos já possuem sobre o conceito?</p> <p>EXPERIÊNCIA: Que experiências familiares aos alunos podem ser utilizadas?</p>
<p style="text-align: center;"><b>2) Na lição - AÇÃO</b></p> <p>SEMELHANÇAS (mapeamento): Verificar a familiaridade do estudante com o analógico.</p> <p>Discutir formas em que o analógico é como o alvo. São as características ideias superficiais ou profundas relações?</p> <p>DIFERENÇAS (mapeamento) Discutir formas em que o análogo é diferente da meta.</p>
<p style="text-align: center;"><b>3) Pós-lição - REFLEXÃO</b></p> <p>CONCLUSÕES: A analogia foi clara e útil ou confusa?</p> <p>MELHORIAS: Que mudanças são necessárias para a aula seguinte? Que mudanças são necessárias na próxima vez que eu usar essa analogia?</p>

**Figura 1** - O guia Foco-Ação-Reflexão (FAR) para o ensino com analogias (Treagust et al., 1998 apud Harrison e Treagust, 2006)

O Modelo Didático Analógico – MDA (GALAGOVSKY & GRECO, 2009) indica que uma boa maneira de trabalhar com analogias e metáforas em sala de aula requer que os próprios estudantes construam em suas estruturas cognitivas o conhecimento analógico, a partir de “conceitos de sustentação” (CS). Segundo as autoras, a informação analógica não é simplesmente “transmitida” pelo professor frente à recepção passiva dos alunos. Pelo contrário, os conceitos da analogia devem construir-se na mente dos alunos de modo a formar um conhecimento

sustentado na informação analógica. Para a implementação dessa metodologia, é necessário apresentar aos alunos um problema de resolução acessível (analogia), que lhes permita chegar a diferentes soluções e estabelecer três momentos de ensino subsequentes: o momento anedótico, a conceitualização e metacognição.

Marcelos e Nagem (2011) apresentam a Metodologia de Ensino com Analogias (MECA), proposta originalmente por Nagem et al. (2001), como uma forma de se trabalhar com analogias e metáforas em sala de aula estabelecendo relações entre o que os autores chamam de veículo (analogia) e alvo (conceito a ser ensinado). A MECA é composta por cinco etapas:

1. O veículo é apresentado.
2. O alvo é apresentado.
3. As semelhanças e diferenças entre o veículo e o alvo são analisadas de forma clara e objetiva, ressaltando-se aquelas que são relevantes para a compreensão do alvo. Devem haver mais semelhanças do que diferenças, e as semelhanças precisam ser reforçadas. Os autores sugerem que não seja dada muita ênfase às diferenças, a fim de que não se afaste do objetivo da analogia.
4. Reflexão: os alunos e o professor realizam uma análise da validade da analogia e de suas limitações, verificando que a analogia pode falhar. Esse procedimento deve encorajar uma crítica e atitude reflexiva.
5. Avaliação: o aluno é estimulado a criar novas analogias para o mesmo alvo, demonstrando assim o raciocínio analógico.

Apesar das semelhanças entre essa metodologia e o Modelo TWA (*Teaching With Analogies*), proposto por Glynn em 1991, os autores da MECA esclarecem algumas diferenças, como nos mostra o Quadro 1 formulado por Hoffmann (2012).

**QUADRO 1**  
**Semelhanças e Diferenças entre os modelos TWA e a MECA**

TWA (Teaching With Analogies)	MECA (Metodologia de Ensino com Analogias)
Chama o conceito a ser ensinado de “alvo”.	Chama o conceito a ser ensinado de “alvo”.
Chama a analogia de “análogo”.	Chama a analogia de “veículo”.
Introduz primeiro o análogo (analogia) e, em seguida, discute o alvo (conceito a ser ensinado).	Introduz primeiro o alvo (conceito a ser ensinado) e, em seguida, o veículo (analogia).
<p>Etapas:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Introdução do conceito-alvo;</li> <li>2. Introdução do análogo;</li> <li>3. Identificação das características relevantes do análogo;</li> <li>4. Estabelecimento das correspondências entre o análogo e o alvo;</li> <li>5. Identificação dos limites de validade da analogia utilizada;</li> <li>6. Esboço das conclusões/síntese sobre o alvo.</li> </ol>	<p>Etapas:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. O veículo é apresentado;</li> <li>2. O alvo é apresentado;</li> <li>3. As semelhanças e diferenças entre o veículo e o alvo são analisadas;</li> <li>4. Reflexão: os alunos e o professor realizam uma análise da validade da analogia e suas limitações, verificando onde a analogia pode falhar e se é aplicável ao conteúdo proposto;</li> <li>5. Avaliação: o aluno é estimulado a criar novas analogias com o mesmo destino, demonstrando assim o raciocínio analógico.</li> </ol>

Fonte: HOFFMANN, 2012 (Adaptado de MARCELOS, M. F.; NAGEM, R. L. Use of the "Tree" Analogy in Evolution Teaching by Biology Teachers. *Science & Education*, 2011.)

### 3. Delineamento metodológico

Esta pesquisa é de cunho qualitativo e do tipo estado da arte. De acordo com Lüdke et al. (1986), o conceito principal que caracteriza uma pesquisa qualitativa é definido em alguns aspectos. Um deles é o fato de que a pesquisa qualitativa supõe o contato direto e prolongado do pesquisador com o ambiente e a situação que está sendo investigada. Além de que o material obtido nessas pesquisas é rico em descrições de pessoas, situações, acontecimentos; pode incluir transcrições de entrevistas e de depoimentos, fotografias, desenhos e extratos de vários tipos de documentos. Lüdke argumenta que, nesse contexto, todos os dados da realidade são considerados importantes.

Outra conceituação da pesquisa qualitativa é que o interesse do pesquisador ao estudar um determinado problema é verificar como ele se manifesta nas atividades, nos procedimentos e nas interações cotidianas. Nesses estudos presenciamos sempre uma tentativa de capturar a “perspectiva dos participantes”, isto é, a maneira como os informantes encaram as questões que estão sendo focalizadas. E, por fim, os pesquisadores de cunho qualitativo não se preocupam em buscar evidências que comprovem hipóteses definidas antes do início dos estudos. As abstrações, segundo Lüdke et al. (1986), se formam ou se consolidam basicamente a partir da inspeção dos dados num processo de baixo para cima.

Dentro da pesquisa qualitativa foi utilizado o método de análise documental, que embora seja pouco explorado, não só na área de educação como em outras áreas de ação social, pode se constituir numa técnica valiosa de abordagem de dados qualitativos, seja complementando as informações obtidas por outras técnicas, seja desvelando aspectos novos de um tema ou problema. (LÜDKE et al. 1986).

Segundo Souza et al. (2013), pesquisas do tipo estado da arte têm como objetivo conhecer e sistematizar a produção científica sobre uma determinada área do conhecimento. Por meio dela podemos nos informar sobre o conhecimento que já foi produzido a respeito de um tema ou linha de investigação e também recuperar as noções, os conceitos, as teorias, as metodologias e as

perspectivas empregadas nesta produção científica. Uma revisão bibliográfica como esta nos permite conhecer se existem referenciais teóricos, dados empíricos ou conceitualizações sobre um determinado tema.

### **3.1 Métodos de coleta de dados**

- Análise dos artigos de periódicos:

Para a seleção dos artigos científicos que abordam as analogias e metáforas no ensino de Ciências e Biologia, foi efetuada busca no Portal de Periódicos da CAPES, com uso de unitermos específicos;

- Análise de teses e dissertações:

Para a seleção dos artigos científicos que abordam as analogias e metáforas no ensino de Ciências e Biologia, foi efetuada busca no Banco de Teses e Dissertações da CAPES, com uso de unitermos específicos;

### **3.2 Métodos de análise dos dados**

Este trabalho utilizou a Análise Textual Discursiva – ATD (MORAES; GALIAZZI, 2007) como principal método de análise, que é um procedimento qualitativo de análise de textos que vem sendo cada vez mais utilizado nas pesquisas da área de Ensino de Ciências.

Para a ATD, “toda leitura já é uma interpretação; não existe uma leitura única e objetiva. Diferentes sentidos podem ser lidos em um mesmo texto” (MORAES, 2003), sendo que todo olhar já acontece impregnado de teoria. Com isso, temos a possibilidade de construir análises diferentes a partir de outros referenciais e posturas teóricas.

A ATD se configura de acordo com três diferentes etapas:

1) Desconstrução (Unitarização): segundo Moraes e Galiazzi (2007, p. 11), esta primeira etapa “implica examinar os textos em seus detalhes, fragmentando-os no sentido de atingir unidades constituintes, enunciados referentes aos

fenômenos estudados”, tendo o cuidado de se manter o contexto de onde o fragmento foi retirado.

2) Reordenação (Categorização): consiste na comparação entre as unidades de análise, levando a agrupamento de elementos semelhantes. Segundo os autores, o processo de categorização na ATD é longo e exige do pesquisador uma impregnação aprofundada nas informações e, ao mesmo tempo, a eliminação do excesso de informações, para apresentar o fenômeno de modo sintético e ordenado.

3) Novas teses (Comunicação): é a fase na qual se estabelecem pontes entre as categorias e buscam-se possíveis sequências para uma possível organização, objetivando expressar com clareza as novas intuições e compreensões atingidas. Segundo Moraes e Galliazzi (2007), essa etapa é estruturada a partir das categorias e encaminharão as descrições, interpretações e novas argumentações, representando assim, em seu conjunto, a teorização e a compreensão construídas a partir da pesquisa. Saber empregar as categorias construídas na análise para organizar a produção escrita é uma forma de atingir descrições e interpretações válidas dos fenômenos investigados.

## 4 DESENVOLVIMENTO

Dentro do contexto de análise das metodologias com ensino de analogias utilizadas como recurso didático por autores/as e professores/as de ciências e biologia, realizei um levantamento que abrangeu as últimas duas décadas de publicações em periódicos de artigos, teses e dissertações. Justifica-se este recorte temporal devido ao volume de publicações sobre o tema neste período, conforme apontado por trabalhos como o de Hoffmann (2012). Para tal, inseri como palavras-chave para minha pesquisa: “analogias ensino ciências biologia”. Tendo utilizado os filtros necessários para ressignar assuntos fora desse contexto, apareceram 98 resultados no portal de periódicos da capes. Destes, 34 atendiam aos critérios de busca elaborados. E no banco de teses e dissertações da capes analisei 5819 resultados, sendo 40 destes considerados enquadrados aos termos desta pesquisa.

### 4.1 ANÁLISE DE RESULTADOS DE ACORDO COM O NÚMERO DE PUBLICAÇÕES POR PERÍODO DE TEMPO.

A princípio fiz uma análise dos resultados obtidos, a partir da leitura dos resumos, no conjunto de artigos, teses e dissertações publicados por ano, para averiguar se houve um aumento de publicações com o tema proposto neste TCC. Para isso, organizei os resultados na tabela abaixo:

**Tabela 1.1 – Número de publicações sobre ensino com analogias em ciências e biologia nas últimas duas décadas.**

Ano de publicação:	Número de artigos, teses e dissertações sobre analogias no ensino de ciências e/ou biologia:
1999	1
2000	2
2001	2
2002	4
2003	5
2004	2
2005	4
2006	4
2007	4
2008	7
2009	7
2010	4
2011	6
2012	4
2013	7
2014	3
2015	1
2016	2
2017	3
2018	1
2019	0

Através desse resultado (tabela 1) podemos interpretar que na última década (a partir de 2009) houve um aumento no interesse por estudar as metodologias no ensino com analogias em ciências e biologia, considerando dois pontos máximos, um em 2009 e outro em 2013. Pesquisas como a de Souza et al. (2013) e Hoffmann (2012), nos sugerem que nos anos de 2007 a 2009, houve menos publicações de trabalhos referentes ao ensino com analogias do que no início dos anos 2000. Souza et al. relaciona esse declínio com uma possível saturação pelo assunto, dizendo que as pesquisas com esse tema parecem ter se esgotado. Hoffmann, por sua vez, acredita que se mostra necessária uma reavaliação do que já foi pesquisado e o que ainda necessita ser investigado sobre o tema. No entanto, a pesquisa que realizei revela que, comparando com o

número de publicações nos anos 2000, esse número só aumentou a partir de 2008. O que nos demonstra que não houve desinteresse pelo tema nessa época. Meus resultados são mais amplos que os dessas pesquisas citadas anteriormente, por isso, provavelmente, eu tenha encontrado um número maior de trabalhos que as autoras referenciadas. Acreditamos que, ao abranger os artigos publicados, esteja mais perto da realidade de nível de interesse de autores pelo tema proposto nesta pesquisa. Após 2009, percebemos uma conservação do alto número de publicações, tendo como referência os anos da década anterior.

Sabendo que o pico máximo dessa década foi em 2013 e, a partir daí, ocorre uma diminuição na quantidade de publicações, podemos inferir que a partir de 2014 em diante, o interesse pelo tema ensino com analogias foi reduzido consideravelmente. Essa perda de interesse pode ser por dois fatores:

O primeiro, pelo fato de ser restrita somente a algumas áreas de ensino da biologia e das ciências em que é mais visível o uso de analogias. Esse primeiro fator é bem demonstrado e investigado no estudo realizado por Terrazzan et al. (2003). Nesse estudo, o autor explora dentre os livros de coleções didáticas e textos de divulgação científica, o percentual de analogias utilizadas, tanto por tópico, quanto por coleção. Dessa forma, o autor identifica que o tópico da biologia em que mais se emprega analogias seria a citologia (44%) e o que menos se é empregado é a botânica (4,3%). O autor discorre que, ao primeiro olhar, se imagina que o motivo para tal é que a citologia poderia englobar assuntos não tão familiares para as pessoas em geral.

No entanto, o autor afirma que este não é o caso, pois se fosse, nessa pesquisa o tópico de genética e evolução estaria colocado em maior porcentagem, considerando a complexidade do assunto, pois o conceito de gene é abstrato, mas isso não ocorre, pois esse tópico se situou com 8,5% somente. Então, o autor associa que o elevado uso de analogias no tratamento do tópico Citologia seja devido a uma possível “tradição” firmada ao longo da história da produção de livros didáticos. Entretanto, o tópico Botânica, cuja porcentagem é a mais baixa (4,3%), está nessa situação devido ao fato deste tópico possuir um conteúdo mais familiar para as pessoas em geral, não necessitando ou favorecendo tanto o uso do recurso analógico. Assim também a Zoologia, que é bem familiar na sua

maioria, no entanto, o autor esclarece que, mesmo o tópico zoologia ser o segundo tópico com maior frequência de utilização de analogias (18,6%), essas analogias são referentes à microzoologia e à zoologia de invertebrados, que não são tão familiares às pessoas.

O segundo fator que pode ser atribuído a essa perda de interesse é a possibilidade de já estar bem estabelecidos os benefícios do ensino com analogias em biologia e talvez não se faz mais necessário estudá-las tanto quanto se pensava. É possível que outras ferramentas didáticas estejam sendo maior alvo de pesquisas que as analogias, por já se ter saturado as elucidações a respeito dessa metodologia de ensino e, dessa maneira, ocorre uma redução no número de publicações com esse tema a partir de 2014 até atualmente.

Na intenção de discriminar as publicações de artigos e teses e dissertações, elaborei a tabela 1.2. Através desse resultado, podemos perceber que no início dos anos 2000 há um maior número de publicações na forma de artigos do que teses e dissertações. Esse período é conhecido como 3º período da produção acadêmica brasileira em ensino de biologia que é bem analisado por Hoffmann (2012), tendo sido originalmente descrito por Slongo (2004). Sendo assim, as autoras descrevem que esse foi um período de apropriação de conhecimentos sobre o tema proposto neste TCC. Elas julgam que a pesquisa nessa época foi voltada a entender melhor assuntos que não eram bem conhecidos, e, dessa forma, os autores ainda estavam formulando uma opinião sobre o assunto e também construindo novos métodos que nesse período seriam considerados inovadores.

**Tabela 1.2 – Número de publicações sobre ensino com analogias em ciências e biologia nas últimas duas décadas discriminadas entre artigos e teses e dissertações.**

<b>Ano de publicação:</b>	<b>Número de artigos sobre analogias no ensino de ciências e/ou biologia:</b>	<b>Número de teses e dissertações sobre analogias no ensino de ciências e/ou biologia:</b>
1999	1	0
2000	2	0
2001	1	1
2002	2	2
2003	4	1
2004	1	1
2005	2	2
2006	2	2
2007	2	2
2008	1	6
2009	4	3
2010	1	3
2011	3	3
2012	1	3
2013	6	1
2014	1	2
2015	0	1
2016	0	2
2017	0	3
2018	0	1
2019	0	0

Por outro lado, a partir de 2014, cessou-se a produção de artigos a respeito do assunto uso de analogias no ensino de biologia e ciências. Mas se manteve a produção de publicações de teses e dissertações sobre o assunto. O que corrobora para a hipótese de se haver diminuído o interesse por esse tema por conta de já se estarem bem estruturados os métodos e bem reconhecidos os acréscimos que o uso de analogias no ensino de ciências e biologia pode ofertar. O maior número de publicações na forma de teses e dissertações que artigos pode ser interpretado como de maior aprofundamento e melhoramento do conhecimento que está sendo estudado. Artigos geralmente são mais curtos e contemplam poucos objetivos, ou objetivos muito específicos. Nas teses e dissertações se pode discorrer bem mais sobre o assunto e, dessa maneira, se

tem mais espaço para investigar o assunto que está sendo pesquisado, nesse caso, o uso de analogias no ensino de ciências e biologia.

#### 4.2 ANÁLISE DE RESULTADOS DE ACORDO COM O TÓPICO CONCEITUAL DA BIOLOGIA.

É importante agrupar os resultados dessa pesquisa em função do tópico conceitual da biologia para ampliar o entendimento a respeito de quais áreas da biologia em que é mais comumente empregado o uso de analogias no ensino. Por isso, preparei a tabela abaixo identificando os tópicos e o número de publicações.

**Tabela 2.1 – Número de publicações sobre ensino com analogias em ciências e biologia nas últimas duas décadas de acordo com o tópico conceitual focalizado.**

Modo de publicação (década)	Tópico Conceitual								NE
	Citologia	Zoologia	Anatomia/ Fisiologia	Histologia/ Embriologia	Ecologia/ Astro- nomia	Genética/ Evolução	Botânica	Educação Sexual	*
Artigos (1999–2009)	0	2	1	0	0	1	0	0	17
Artigos (2010-2019)	0	1	0	0	1	2	0	0	7
Teses/ Dissertações (1999-2009)	1	0	4	0	2	1	0	2	12
Teses/ Dissertações (2010-2019)	1	0	1	0	3	1	0	1	13
<b>Total</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>6</b>	<b>0</b>	<b>6</b>	<b>5</b>	<b>0</b>	<b>3</b>	<b>49</b>

\* NE: Tópico conceitual não estabelecido.

A tabela 2.1 foi elaborada aos moldes de Terrazzan et al. (2003), estudo já citado nessa pesquisa. Embora tenha sido construída a esses moldes, incluí nessa tabela os tópicos de Anatomia/Fisiologia e Educação Sexual que considerei necessários por conta de o número de publicações com esses tópicos ter sido alto. Os resultados da presente investigação não coincidem com os de Terrazzan

et al. (2003). Um dos motivos possíveis para isso seria que diferimos nos materiais para análise, pois o autor utilizou como fonte livros didáticos, enquanto eu utilizei artigos e teses/dissertações. Outro aspecto em que diferimos em nossas pesquisas foi a faixa temporal utilizada, sendo a do autor de 1994-1996 e a minha de 1999-2019. Mesmo que, a princípio, coincida com o 3º período de produção acadêmica brasileira em ensino de biologia (de 1990 a início dos anos 2000) citada por Hoffmann (2012), a extensão temporal que se utilizou nesta pesquisa, permite verificar, além de um maior número de análises, uma mudança nos conceitos e ideias estabelecidos pelos autores das publicações ao longo do tempo.

Como pode-se ver, o maior número de publicações que abordam tópicos da biologia e das ciências naturais se encontra no tópico de Ecologia/Astronomia e Anatomia/Fisiologia com total de 6 publicações cada, sendo que neste último 4 foram publicados entre 1999 e 2009. Este achado pode se justificar pelo fato de nessa época ter sido muito comum o uso de analogias com o corpo humano, principalmente se referindo a ele como uma máquina. Num estudo realizado por Hoffmann (2006) foram encontradas muitas analogias para estudo do coração e sistema circulatório em livros didáticos desse mesmo período. O estudo de Delizoicov (2002), por sua vez, descreve que o coração é muitas vezes descrito como uma bomba hidráulica, por conta do início da Ciência Moderna que tinha uma visão mecanicista do mundo.

No entanto, esses dois estudos alertam que essa analogia pode prejudicar o processo de ensino-aprendizagem se utilizada sem a explicação de seu contexto histórico. Por isso, muitos estudos foram publicados durante esse período para estudar e esclarecer esse tipo de analogia que era muito empregada em livros didáticos de ciências e biologia. O tópico Ecologia/Astronomia também foi constatado em maioria, conforme a tabela 2.1. Percebe-se que metade (3) dos estudos realizados com foco nesse tópico foram publicados entre 2010-2019. Esse resultado pode ser explicado pelo fato de, ao estudar analogias no ensino de ciências e biologia, já se tinha muitos estudos em outras áreas, como anatomia/fisiologia e zoologia.

Por isso, a área de Ecologia/Astronomia pode estar sendo mais explorada e investigada com uso de analogias no ensino, por exemplo, na forma de modelos didáticos analógicos como nos estudos de Oliveira (2010) e Almeida (2012). Ao analisarmos a tabela 2.1 também se faz necessário analisar as produções com o tema educação sexual com uso de analogias para ensino no contexto das aulas de biologia e ciências. Sabemos que é um assunto de extrema importância entre a sociedade se ter essa instrução desde a educação básica.

De acordo com Silva (2006), a sexualidade humana é uma dimensão inerente ao ser humano e que está presente em todos os estágios da vida, marcada pela cultura, pelos afetos e sentimentos de forma singular em cada sujeito. No entanto, é um assunto delicado, que pode causar desconforto, como Giami (2004) explica que tratar de questões referentes à sexualidade pode gerar mal-estar em alguns professores. E esse mal-estar se instala porque a sexualidade assume significados e produz impactos diferentes de acordo com o lugar e a situação em que se está. Inferimos, então, que utilizar analogias para tratar desse tópico pode gerar menos incômodo.

Dessa forma, é elementar que se tenha em mente que esse assunto merece um tópico exclusivo para apresentar a realidade do foco de interesse dos pesquisadores nas últimas duas décadas. Entretanto, o número de estudos que utilizam analogias como ferramenta didática para ensino desse conteúdo em aulas de biologia e ciências não cresceu de acordo com a minha pesquisa. Além disso, essa pesquisa concordou com o estudo realizado por Terrazzan et al. (2003), pois nada foi encontrado de publicações com foco no tópico botânica. Isso confirma que não se faz necessário utilizar analogias para explicar tal tópico, já que abrange um conteúdo mais familiar para as pessoas em geral.

#### 4.1 ANÁLISE DE RESULTADOS DE ACORDO COM O TIPO DE METODOLOGIA DE ENSINO COM ANALOGIAS EM CIÊNCIAS E BIOLOGIA

Por último, construiu-se os resultados a partir do tipo de metodologia de ensino de ciências e biologia com analogias utilizada nas pesquisas publicadas desde 1999 até 2019. O tipo de metodologia utilizada pelos autores nos diz muito a respeito do principal objetivo dessa pesquisa que é referenciar quais

metodologias estão sendo aplicadas com maior frequência no Brasil nos últimos 20 anos.

Para isso, a tabela 3.1 revela o panorama de publicações de estudos sobre metodologias de ensino com analogias nas áreas de biologia e ciências nas últimas duas décadas. Com essa tabela, pode-se avaliar que entre as metodologias mais exploradas nas publicações do tipo artigo encontramos o modelo TWA (11) seguida das publicações que utilizaram a metodologia MECA (5), juntamente com a análise de analogias espontâneas com cinco (5) publicações. Mesmo em menor número nas publicações do tipo artigo (2), percebe-se que a metodologia A&M nas teses e dissertações se encontra como a quarta em maior número com 4 publicações.

Já nas publicações do tipo teses e dissertações ocorre uma maior análise das analogias espontâneas (11). Nesse mesmo tipo de publicações vemos que a metodologia de ensino com analogias MECA (6) se encontra em segundo lugar de maior número de publicações, juntamente com metodologia de exploração do conceito de analogia com 6 publicações nesse contexto.

Por outro lado, a análise das estruturas das analogias (2), de analogias históricas (2) e da linguagem analógica (2) foi pouco explorada pelos autores de artigos e menos ainda pelos autores de teses e dissertações apresentando, respectivamente, 1, nenhuma e 1 nas últimas duas décadas. Ao mesmo tempo, podemos também avaliar que houve o surgimento de novas metodologias de análise, ou novas aplicações das mesmas no caso das analogias quantitativas (2 em artigos, 1 em teses e dissertações), análise semiótica de analogias (1 em teses e dissertações), “analogias como pontes” (1 em teses e dissertações) e MDA (1 em artigos).

**Tabela 3.1 – Número de publicações sobre ensino com analogias em ciências e biologia nas últimas duas décadas de acordo com o tipo de metodologia utilizada.**

<b>Tipo de metodologia utilizada:</b>	<b>Número de artigos sobre analogias no ensino de ciências e/ou biologia:</b>	<b>Ano de publicação:</b>	<b>Número de teses e dissertações sobre analogias no ensino de ciências e/ou biologia:</b>	<b>Ano de publicação:</b>
<b>A&amp;M</b>	2	1999, 2012	4	2006, 2007, 2011
<b>TWA</b>	11	2000, 2003, 2007, 2008, 2009, 2011	1	2010
<b>MECA</b>	5	2005, 2009, 2013	6	2004, 2009, 2010, 2017, 2018
<b>MDA</b>	1	2013	0	-----
<b>Analogias espontâneas</b>	5	2001, 2002, 2009	11	2001, 2002, 2005, 2008, 2009, 2012, 2013, 2014, 2016
<b>Analogias quantitativas</b>	2	2013, 2014	1	2016
<b>Foco no conceito de analogia</b>	1	2010	6	2008, 2011, 2014, 2015, 2017
<b>Análise epistemológica de analogias</b>	1	2000	4	2008, 2012
<b>Análise das estruturas das analogias</b>	2	2003, 2006	1	2017
<b>Analogias históricas</b>	2	2004, 2013	0	-----
<b>Linguagem analógica</b>	2	2006, 2013	1	2005
<b>Análise semiótica de analogias</b>	0	-----	1	2008
<b>“Analogias como pontes” **</b>	0	-----	1	2011

\*\* bridging analogies

A metodologia de ensino TWA (*Teaching With Analogies*), é bem conhecida no meio dos pesquisadores que trabalham com ensino com analogias. Isso ocorre por ser uma das metodologias propostas mais recentemente no século XX, em 1991. Portanto, no início do século XXI, os pesquisadores da área se interessaram por testá-la e elaborar seus estudos se embasando-se nessa metodologia. Ela foi bastante usada desde o início dos anos 2000 até o início da década em que estamos (2001-2011) como podemos ver na tabela 3.1.

Muitos estudos (TERRAZZAN ET AL., 2000; 2003; 2009; 2011; HOFFMANN, 2007; SOARES, 2008) concordam que ela é eficaz, mas sua defasagem ocorreu talvez por já se ter, justamente, muitos trabalhos que investiguem a fundo essa metodologia. Geralmente, o que já se tem bem estabelecido na literatura deixa de ser estudado em detrimento de outros assuntos menos explorados que poderia se adquirir mais informações sobre eles. MECA é outra metodologia bastante utilizada por pesquisadores da área de ensino com analogias no Brasil. Foi elaborada por Nagem et al. originalmente em 2001, mas passou por modificações em 2011 (MARCELOS & NAGEM, 2011). Esse pode ser um dos motivos por essa metodologia não ter entrado em desuso na última década, como ocorreu com o TWA. Ao ter sido publicada a modificação feita por Marcelos e Nagem no início da década atual, se despertou um interesse maior nos pesquisadores para testar esse método atualizado, sendo que a publicação mais recente (GOUVEIA, 2018) com uso de analogias no ensino de ciências e biologia que foi encontrada tem a MECA como metodologia de pesquisa. Além disso, diversos trabalhos (MORAIS, 2009; SANTOS, 2009; RAMOS, 2010; MARCELOS ET AL., 2005; 2013; NAGEM ET AL., 2013) também consideram essa metodologia eficaz assim como o TWA.

A&M também foi uma metodologia bastante encontrada nas publicações em geral. É uma metodologia que pode ser usada para analisar o uso de analogias espontâneas (DUARTE, 1999) e o uso de analogias e metáforas em livros didáticos, (MARCELOS, 2006). É pouco usada por não ser uma metodologia bem estruturada como o TWA e MECA, ainda mais por incluir a análise de metáforas. Duarte (2005), em sua pesquisa, mostra que metáforas são menos estruturadas que analogias e podem causar erros conceituais. Dessa forma, faz

sentido encontrar de forma esparsa as publicações com essa metodologia de ensino de ciências e biologia com analogias.

Análise de analogias espontâneas é uma metodologia muito encontrada em publicações das últimas duas décadas, tendo ela sido em maior número (16 no total). Um dos motivos para isso pode ser o fato de, ao analisar analogias, uma grande parte das pesquisas com ensino de analogias são realizadas em sala de aula. Hoffmann (2012) encontrou que 7 de 30 publicações de teses e dissertações entre 1984 e 2009 implementavam analogias e metáforas como estratégia didática. Mais 3 com uso de analogias em sala de aula por alunos e professores, somando um terço das publicações analisadas como um dos resultados de sua dissertação de mestrado. Sendo assim, as analogias espontâneas se definem como analogias utilizadas espontaneamente por professores e/ou alunos/as em sala de aula. Além disso, esse tipo de metodologia facilita a organização das analogias conforme sua estrutura, trazendo resultados rápidos e práticos para o/a pesquisador/a. E, até mesmo, a implementação de um segundo modelo metodológico para análise de resultados, como feito por Santos e Teran (2009).

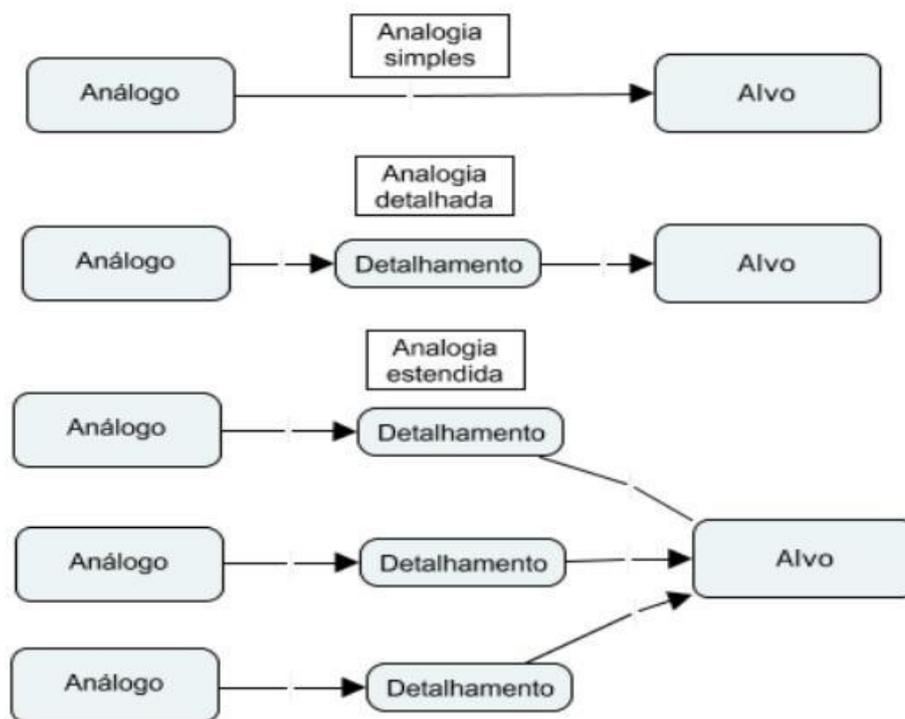
A metodologia de foco no conceito de analogia também foi bastante encontrada (7 no total). Esse tipo de metodologia é mais utilizado para elucidar e instruir futuros/as professores/as quanto ao uso de analogias no ensino de ciências e biologia, como se vê em (RIGOLON, 2008; 2010; SANTANA, 2014). O que é de suma importância para evitar que esses discentes, futuros professores utilizem de forma inadequada o uso de analogias e agravem ou favoreçam a formulação de erros conceituais quando forem ensinar em sua docência (GLYNN, 1991). Ao invés de tentar corrigir os maus usos do ensino com analogias que geralmente se faz ao analisar as analogias espontâneas. Este pode ser um dos motivos de essa metodologia estar sendo empregada em estudos bem recentes, como o de Portela (2017).

Análise epistemológica de analogias foi encontrada como metodologia em cinco publicações no total sobre ensino de ciências e biologia com uso analogias. Epistemologia é uma reflexão geral em torno da natureza, etapas e limites do conhecimento humano, especialmente nas relações que se estabelecem entre o sujeito indagativo e o objeto inerte, as duas polaridades tradicionais do processo

cognitivo, de acordo com Michaelis (2019). Bachelard é o principal ícone de referência entre as pesquisas sobre análise epistemológica de analogias e metáforas. Esse tipo de análise está comumente associada à preocupação com a elaboração de concepções alternativas pelos alunos, que pode ocorrer se houver um emprego inadequado de analogias no ensino. Isso porque Bachelard considera que a utilização excessiva de analogias e metáforas que se acumulam prejudica a razão, pois seu lado concreto, apresentado sem prudência, impede a visão abstrata e nítida dos problemas reais (ANDRADE & FERRARI, 2000).

É interessante que se faça essa análise, no entanto, pode não se ter muitos estudos com essa metodologia no ensino de ciências e biologia, pois há outras metodologias que tentam corrigir os problemas discutidos por Bachelard e seus simpatizantes. Um exemplo disso é a metodologia de análise do conceito de analogia, dessa forma, esclarecendo desde a formação de professores/as o uso correto de analogias no ensino. Até, por isso, não se tem, nos últimos sete anos, havido mais publicações com essa metodologia de ensino com analogias em ciências e biologia.

Análise das estruturas das analogias foi uma das metodologias que menos foi utilizada nas publicações dos últimos 20 anos. Esse tipo de metodologia está interligado aos estudos com analogias espontâneas específicas de livros didáticos, como podemos observar nos trabalhos de Hoffmann (2006) e Murta (2017). Nesse caso, os/as pesquisadores/as se ocupam em analisar as estruturas das analogias escritas pelos autores dos livros designando cada analogia a uma categoria diferente. Categorizando, por exemplo, como analogias simples, enriquecidas, múltiplas e estendidas.



**Figura 2: Categorias de estruturas das analogias. Retirado de Paterlini, N.C.R. Analogias e modelagem no ensino de ciências. Dissertação (Mestrado em ciências exatas). 59 f. Universidade Federal de São Carlos. São Carlos. 2016.**

A figura 2 nos mostra um esquema que facilita nosso entendimento sobre as categorias das estruturas das analogias. Paterlini (2016) resume na figura três tipos mais comuns de estruturas analógicas observadas. Contudo, Ferraz e Terrazzan (2001) construíram, a partir de seus estudos, um conjunto de nove categorias que dizem respeito ao nível de organização das analogias. Hoffmann (2006) explica essas categorias. As principais são:

- Analogias simples: São quase metáforas. Não fazem o mapeamento de qualquer atributo do domínio alvo ou análogo. Simplesmente comparam uma estrutura do domínio alvo com outra estrutura do domínio análogo de forma breve.

- Analogias enriquecidas ou detalhadas: Fazem o mapeamento explícito de algum atributo do domínio alvo ou análogo. Ou seja, especificam correspondência (s) para as relações analógicas entre o alvo e análogo. Podem ainda conter os limites de validade entre alvo e análogo.

- Analogias estendidas: São mais sistemáticas. Vários atributos do conceito alvo são explicados e fazem correspondências ao análogo. Também, uma analogia estendida pode incluir as limitações da relação analógica. Além disso, uma analogia estendida pode conter ainda mais de um análogo, complementar ao primeiro.

Mesmo que seja muito interessante para o aprofundamento de estudos que trabalham com o ensino com analogias, a metodologia de análise de suas estruturas é limitada. Não foi encontrado nenhum trabalho em que essa metodologia foi empregada em sala de aula. Todas as publicações encontradas com essa metodologia como sendo o foco de análise tiveram como material de estudo os livros didáticos. Esse pode ser um dos motivos pelo qual foram encontradas poucas publicações com essa metodologia de ensino com analogias na área de ciências e biologia nos últimos vinte anos.

Análise da linguagem analógica também foi uma das metodologias que menos ocorreu em publicações das últimas duas décadas com esse tema. Um dos motivos para ter se encontrado tão poucos trabalhos com essa metodologia é que esse tipo de metodologia é pouco utilizado na área do ensino de ciências e biologia. Essa constatação ocorreu embasada no fato de que todas as publicações encontradas utilizando essa metodologia são de uma única autora. Giralddi (2005; 2006; 2013) trouxe para a área da biologia esse tipo de metodologia, ao menos, no século XXI. Essa pesquisa constata isso a partir de análises das publicações a partir de 1999. Não é inválido esse método de análise, pois ele nos revela o porquê de usar certo tipo de analogia e também traz sugestões de aprimoramento para a linguagem científica utilizada tanto por autores, quanto por professores de ciências e biologia.

Análise de analogias históricas também apareceu muito pouco como método de análise em trabalhos com foco em ensino através de analogias nas últimas duas décadas. Mesmo sendo um método muito interessante, já que expande o horizonte da analogia que está sendo empregada no ensino, colocando em vista seu contexto sócio-histórico, há poucos trabalhos que se preocupam em utilizar análise de analogias históricas, como descreve Hoffmann (2013). Nessa pesquisa, a autora cria um panorama da produção de trabalhos publicados em

periódicos nacionais do ano de 1996 até 2009. Ela evidencia que apenas um trabalho foi encontrado de nove que focavam no ensino com analogias para biologia e ciências. Esse trabalho (DELIZOICOV ET AL., 2004) encontrado relacionava a contextualização sócio-histórica da analogia coração-bomba, já antes comentada neste TCC.

Apenas uma publicação foi encontrada com a metodologia de análise semiótica de analogias. A semiótica é o estudo da construção de significado, o estudo do processo de signo (semiose) e do significado de comunicação (HIPPOLYTO, 2007). Essa análise semiótica traz a filosofia de Charles Peirce para o ensino de biologia através das analogias, que não deixam de ser símbolos que constroem um significado. Para Peirce, um signo deverá reunir três traços formais, que o fundamentam: Qualidade, existência e natureza de lei (TREVISAN, 2008). Mesmo que esse método seja bastante instrutivo, é pouco explorado. Considero que um dos motivos para isso, seja por ser um tema complexo que poucos pesquisadores da área do ensino com analogias na biologia têm conhecimento.

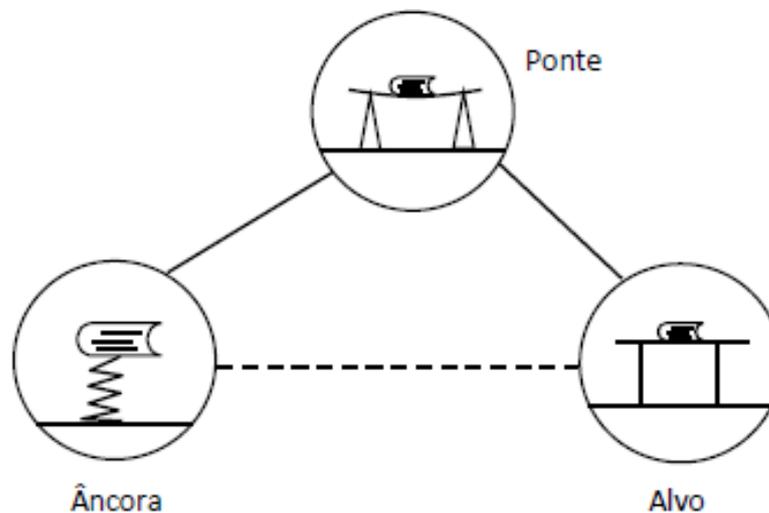
Outra metodologia de ensino com analogias em ciências e biologia é o MDA, que foi encontrado somente um artigo publicado nesta pesquisa. O modelo didático analógico (MDA) já está bem estruturado e é bem conhecido pelos pesquisadores da área de ensino com analogias. Esse modelo foi proposto por Galagovsky e Greco (2009) e Hoffmann (2012) descreve-o como um bom indicador de como trabalhar com analogias e metáforas em sala de aula. Esse modelo requer que os próprios estudantes construam em suas estruturas cognitivas o conhecimento analógico, a partir de “conceitos de sustentação” (CS). De acordo com as autoras, o conhecimento analógico não deve ser “passado” do professor para os alunos, mas primeiro deve ser construído no pensamento deles. Hoffmann (2012) explica que, para implementar essa metodologia, é necessário apresentar aos alunos um problema de resolução acessível (analogia), permitindo que cheguem a diferentes soluções e estabeleçam três momentos de ensino seguintes: o momento anedótico, a conceitualização e a metacognição. Resumidamente, a ideia do MDA é que os estudantes elaborem analogias relacionando os elementos do cotidiano com elementos da ciência erudita e

elaborem explicações para a elaboração dessas analogias (SANTOS & INFANTE-MALACHIAS, 2013). Como é um modelo bem recente, faz sentido se ter poucos trabalhos que o explorem, afinal, foi considerado eficaz pelas autoras Santos e Infante-Malachias (2013) e ainda pode vir a ser mais usado no futuro.

Análise de analogias quantitativas também foi pouco explorada nos últimos vinte anos. Rigolon (2014) afirma que as pesquisas com essa metodologia de análise estão apenas começando, pois se trata de uma classe de analogias que sempre foi utilizada, porém não estudada cientificamente. O conceito de analogia quantitativa foi proposto por Rigolon (2013) como parte de um sistema de classificação alternativo ao de Curtis e Reigeluth (1984). O modelo de Curtis e Reigeluth (1984) foi denominado “analogias de fórmula”, pois eles perceberam algumas analogias que não se enquadravam em nenhum dos grupos de estruturas já categorizados e que poderiam constituir um quarto grupo, por terem em comum relações de igualdade caracterizadas por suas representações através de fórmulas matemáticas ou químicas (RIGOLON, 2016). Dessa forma, o autor propôs um modelo de classificações de analogias que condiziam melhor com sua natureza analógica. Com isso, essa metodologia se revela inovadora e provavelmente pode ser um novo foco de pesquisa no futuro dos estudos com analogias no ensino de biologia e ciências.

Por último, mas não menos importante, vemos uma única pesquisa que apresenta análise de “analogias como pontes”. Essa metodologia foi originalmente formulada em 1986 por Brown e Clement. Todavia, essa metodologia passou por modificações ao longo dos anos (CLEMENT, 1993; BROWN & CLEMENT, 1989; 2008) assim como a maioria das metodologias de ensino com analogias. Esse método foi elaborado com base em estudos sobre concepções alternativas dos estudantes e busca tirar proveito das intuições físicas válidas dos estudantes através da proposição de um domínio análogo (a que os autores chamam de âncora) que seja intuitivamente entendido pela maioria dos estudantes (MOZZER, 2015). Apesar de ser uma metodologia válida, muitas vezes a relação analógica que se estabelece com o alvo nem sempre é imediatamente compreendida. Por isso, esse modelo necessita de um análogo intermediário (ou vários deles), denominado analogia ponte.

Na intenção de minimizar o grande “salto” de conhecimento que pode existir entre o domínio análogo e o domínio alvo que se deseja alcançar. No caminho entre a âncora e o alvo são feitas diversas discussões, para que seja estabelecido o maior número de pontes, levando a um processo de solução contínua que tem por objetivo engajar o estudante no processo do raciocínio analógico. Clement e Brown (2008) relatam um caso que ocorreu de um estudante entrevistado pelos autores que concebia que a mesa não aplicava nenhuma força sobre o livro em cima dela. Com o intuito de fazê-lo entender a relação física da força normal, eles aplicaram a metodologia “analogias como pontes”.



**Figura 3: Ilustração que representa uma estratégia “Bridging analogies” para a compreensão do domínio alvo ‘força normal’. (Clement & Brown, 2008) Fonte: Mozzer & Justi, “Nem tudo que reluz é ouro”: Uma discussão sobre analogias e outras similaridades e recursos utilizados no ensino de Ciências. Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências. Vol. 15. Nº 1. 2015.**

Como vemos, através da figura 3, a âncora conhecida pelo estudante era a força que uma mola exerce sobre um livro que se apoia nela. A ponte que se elabora é o pensamento de uma mesa flexível e o alvo seria o real entendimento da aplicação da força normal da mesa sobre o livro. Com isso, os autores concluem que o modelo é funcional, já que o estudante realmente entende o raciocínio analógico por meio dele. Pode ser que essa publicação encontrada, embasando-se no uso deste modelo, seja um indício de que pode haver um aumento nas publicações futuramente investigando esse método, já que é uma metodologia antiga que vem sendo reformulada recentemente.

## 5 CONCLUSÃO

De acordo com essa pesquisa, podemos perceber que o número de publicações no ensino de ciências e biologia tem diminuído nos últimos cinco anos, mas ao longo dessas duas décadas analisadas houve vários picos máximos de publicações com esse tema. Dessa forma, considerando o recorte temporal utilizado, vemos que ocorreu um aumento considerável do número de publicações desde o início do século XXI e um ponto de maior número de publicações em 2008, 2009 e 2013.

Apesar desse decréscimo nos anos seguintes podemos dizer que não está havendo a intenção de se acabar com as pesquisas com analogias. Outros tipos de metodologias têm sido investigados mais recentemente e, por isso, se abre uma porta de novas oportunidades de pesquisa no assunto.

Além disso, o ensino através de analogias na área de ciências e biologia tem sido explorado em novos tópicos conceituais. Isso significa que além das metodologias utilizadas serem inovadoras, outros tópicos favorecem mais ainda a indagação de ensino com analogias na área de ciências e biologia.

Resumindo, o futuro da pesquisa com analogias está longe de terminar. Contudo esse tipo de pesquisa está reduzida e se faz necessária uma investigação mais aprofundada sobre o que os atuais professores/as e futuros/as professores/as de ciências e biologia pensam sobre o método de ensino com analogias. Dessa forma, se encontrará, talvez, uma solução para um possível problema, seja por desconhecimento dessa ferramenta didática, ou por desinteresse em utilizá-la.

## REFERÊNCIAS

DUARTE, M. da C. Analogias na Educação em Ciências Contributos e Desafios. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 10, n. 2, p. 179–207, 2005.

FERRAZ, D. F.; TERRAZZAN, E. A. O uso espontâneo de analogias por professores de biologia: Observações da prática pedagógica. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 4, n. 2, p. 1–15, 2002.

FERRAZ, D. F.; TERRAZZAN, E. A. O uso de analogias como recurso didático por professores de biologia no ensino médio. **Universidade Federal de Santa Maria**, v. 1, p. 1–18, 2003 a. Disponível em <<http://www.nutes.ufrj.br/abrapec/iiienpec/Atas%20em%20html/o92.htm>>

FERRAZ, D. F.; TERRAZZAN, E. A. Uso espontâneo de analogias por professores de biologia e o uso sistematizado de analogias: que relação? **Ciência & Educação**, v. 9, n. 2, p. 213–227, 2003 b. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1516-73132003000200005&lng=pt&tlng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-73132003000200005&lng=pt&tlng=pt)>. Acesso em: 31 maio. 2019.

GODOY, L. A. Sobre la estructura de las analogías en ciencias. **Interciencia**, v. 27, n. 8, p. 422–429, 2002.

HOFFMANN, B.; SCHEID, N. M. J. Analogias como ferramenta didática no ensino de biologia. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 9, n. 1, p. 1–17, 2007.

HOFFMANN, M. B. Analogias históricas: Reflexões para o ensino de biologia. **IX Congreso internacional sobre investigación en didáctica de las ciencias**, v. 9, p. 381–385, 2013.

MORAES, R. Uma tempestade de luz: a compreensão possibilitada pela análise textual discursiva. **Ciência & Educação**, v. 9, n. 2, p. 191–211, 2003. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/ciedu/v9n2/04.pdf>>

MOZZER, N. B.; JUSTI, R. “Nem tudo que reluz é ouro”: Uma discussão sobre analogias e outras similaridades e recursos utilizados no ensino de Ciências. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 15, n. 1, p. 123–147, 2015. Disponível em: <<http://revistas.if.usp.br/rbpec/article/view/753/414>>

SOUZA, G. dos S.M. et al. A pesquisa sobre linguagem e ensino de ciências no Brasil em teses e dissertações (2000-2011). **Atas do IX Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – IX ENPEC**, v. 9, p. 1–8, 2013.

RODRIGUES, L.P. Analogias, modelos e metáforas na produção de conhecimento em Ciências Sociais. **Pensamento Plural**, v. 1, p. 11-28, 2007.

HOFFMANN, M.B. Analogias e metáforas no ensino de biologia: Um panorama da produção acadêmica brasileira. **Dissertação (Dissertação em Educação Científica e Tecnológica) – Universidade Federal de Santa Catarina**. Santa Catarina, p. 27- 166, 2012.

GLYNN, S. M. Explaining science concepts: a teaching-with-analogies model. The psychology of learning science. **Lawrence Erlbaum Associate**, New Jersey, p. 219-240, 1991.

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

GLYNN, Shawn M.; LAW, Michael; GIBSON, Nicole M. e HAWKINS, Charles H. Teaching science with analogies: a resource for teachers and textbooks authors. **University of Georgia**, 1998.

UTGES, G. Rita. Modelos e analogias na compreensão do conceito de onda. 1999. **Tese de doutorado (Doutorado em Educação) – Universidade de São Paulo**, São Paulo, p. 292, 1999.

HOUAISS, A. Dicionário eletrônico houaiss da língua portuguesa. **Objetiva, 1.0**. Plataforma Windows. 2001.

DUIT, R. On the role of analogies and metaphors in learning science. **Science education**. Nova Iorque, p. 649-672, 1991.

BOZELLI, F.C.; NARDI R. Interpretações sobre o conceito de metáforas e analogias presentes em licenciandos de física. **Enseñanza de las ciencias**. Barcelona, p. 1-5, 2005.

CACHAPUZ, A. Linguagem metafórica e o ensino de ciências. **Revista portuguesa de educação**. Braga, v. 2, p. 117-129. 1989.

SANTOS, S.C.S.; TÉRAN, A.F.; SILVA-FORSBERG, M.C. Analogias em livros didáticos de biologia no ensino de zoologia. **Investigações em Ensino de Ciências**. V. 15, n. 3, 2011.

HARRISON, A.; TREAGUST, D. Teaching and learning with analogies: Friend or Foe? Metaphor and Analogy in Science Education. **Science & Technology Education Library**, Springer, Dordrecht, The Netherlands, 2006.

GALAGOVSKY, L.R.; GRECO, M. Uso de analogías para el “aprendizaje sustentable”: El caso de la enseñanza de los niveles de organización en sistemas biológicos y sus propiedades emergentes. **Revista Electrónica de Investigación en Educación en Ciencias**, Año 4, n. 1, 2009.

MARCELOS, M.F.; NAGEM, R.L. Use of the “Tree” Analogy in Evolution Teaching by Biology Teachers. **Science & Education**, Dordrecht, v. 20, p. 01-39, 2011.

LUDKE, Menga; ANDRÉ, Marli E. D. A. Pesquisa em educação: abordagens qualitativas. **Editores Pedagógica e Universitária**, São Paulo, v 12, p. 25-44, 1986.

MORAES, R.; GALIAZZI, M. C. Análise textual discursiva. **Editores UNIJUÍ**, Ijuí, 2007.

TERRAZZAN, E. A. et al. Analogias em Livros Didáticos de Biologia: Um Estudo Comparativo Segundo o Estilo do Autor e a Natureza do Tópico Conceitual. **IV Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**, Bauru. p 1-12. 2003.

SLONGO, I.I.P. A produção acadêmica em ensino de biologia: um estudo a partir de teses e dissertações. **Tese (Doutorado em Educação) – Universidade Federal de Santa Catarina**, Florianópolis, 2004.

DELIZOICOV, N. O movimento do sangue no corpo humano: história e ensino. **Tese (Doutorado em Educação) - Universidade Federal de Santa Catarina**, Florianópolis, 2002.

OLIVEIRA, A.J.F. de. Construção e aplicação de modelos analógicos no ensino de ciências: o planetário líquido. **Dissertação (Mestrado em Educação Tecnológica) - Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais CAMPUS II**, Belo Horizonte, 200 f, 2010.

ALMEIDA, D.J.E. de. Multiverso: reconstrução de modelo análogo ao espaço sideral para divulgação da ciência. **Dissertação (Mestrado em Educação Tecnológica) - Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais Campus II**, Belo Horizonte, 165 f, 2012.

SILVA, M.C.P. da. Sexualidade começa na infância. **Casa do psicólogo**, São Paulo, 2007.

GIAMI, A. O anjo e a fera: sexualidade, deficiência mental, instituição. Tradução Lydia Macedo. **Casa do Psicólogo**, São Paulo, 2004.

TERRAZZAN, E.A.; AMORIM, M.A.L.; PIMENTEL, N.L.; FELTRIN, C.; DIAS, D.S.; FERRAZ, D.F.; SILVA, L.L.; POZZER, L.L. & GIRALDI, P.M. Analogias no ensino de ciências: resultados e perspectivas. **Anais do III Seminário de Pesquisa em Educação da Região Sul**, Porto Alegre/RS, Brasil. 2000.

ZAMBOM, L.B.; PICCINI, I.P.; TERRAZZAN, E.A. Comparando a utilização de analogias em livros didáticos para a educação em ciências. **Encontro nacional de pesquisa em educação em ciências**, Abrapec, Florianópolis, 2009.

SILVA, L.L.; PIMENTEL, N.L.; TERRAZZAN, E. As analogias na revista de divulgação científica Ciência Hoje das Crianças. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 17, n. 1, p. 163-181, 2011.

SOARES, F.C., FERRAZ, D.F., & DELLA JUSTINA, L.A. O uso de Analogias no Ensino de Biologia: Construção e Implementação de Estratégia Didática seguindo o modelo TWA (teaching with analogies). **Revista Brasileira de Biociências**, 6(1), 37–38. Brasil. 2008.

GOUVEIA, C. deP. Análise de um modelo didático de genética mediado por analogia. **Dissertação (Mestrado em Educação Tecnológica) – Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais**, Belo Horizonte, 2018.

MORAIS, W.R. Imagens tridimensionais virtuais no ensino de ciências: modelos analógicos do olho humano. **Dissertação (Mestrado em Educação Tecnológica) - Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais Campus II**, Belo Horizonte. 140 f. 2009.

SANTOS, S.C.S.; TERAN, A.F. Possibilidades do uso de analogias e metáforas no processo de ensino-aprendizagem do ensino de zoologia no 7º ano do ensino fundamental. **VIII Congresso Norte Nordeste de Ensino de Ciências e Matemática**, Boa Vista. 2009.

RAMOS, R.L. Analogias na educação em saúde na prática docente do ensino fundamental nas escolas estaduais de Boa Vista-PR. **Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) - ULBRA**, Canoas, 103 f, 2010.

NAGEM, R.L.; MARCELOS, M. deF. Analogias e Metáforas no Ensino de Biologia: A Árvore da Vida em Livros Didáticos. **V ENPEC. ABRAPEC**. Bauru – SP. 2005.

MARCELOS, M. F.; FERRY, A. S. A Metodologia de Ensino com Analogias (MECA) aplicada ao ensino de evolução: a árvore da vida de Charles Darwin. **Enseñanza de las Ciencias**, v. Extra, p. 2114-2119, 2013.

ÂNGELO, P.C. & DUARTE, M.C. Analogias nos manuais escolares de ciências da natureza do 6º ano de escolaridade. **I Encontro Internacional de Manuais Escolares**, 71-79. Instituto de Educação e Psicologia, Universidade do Minho, Braga, 1999.

MARCELOS, M. deF. Analogias e Metáforas da “Árvore da Vida”, de Charles Darwin, na Prática Escolar. **Dissertação (Mestrado em Educação Tecnológica) - Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais**, 203f, Belo Horizonte, 2006.

SANTOS, S.C.S.; TERÁN, A.F.; NAGEM, R.L. Analogias e metáforas por professores de Ciências de escolas municipais de Manaus-AM, Brasil. **Simpósio de educação em ciências na Amazônia**, 3, Manaus, 2013.

RIGOLON, R.G.; OBARA, A. O conceito de analogias por licenciandos de Biologia. **Revista Teoria e Prática da Educação**, v. 13, n. 3, p. 19-31, set./dez. 2010.

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.

SANTANA, I.C.H. Ensino de Biologia por analogias: Possibilidades desde a formação de formadores. **Tese (Doutorado em Educação) - Universidade Federal do Ceará**, 226 f, Fortaleza, 2014.

MICHAELIS, Dicionário Online. **Editora Melhoramentos Ltda.** 2019. Disponível em <<https://michaelis.uol.com.br/>> Último acesso em: 26/11/2019.

ANDRADE, B.L.; ZYLBERSZTAJN, A.; FERRARI, N. As Analogias e Metáforas no Ensino de Ciências a Luz da Epistemologia de Gaston Bachelard. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 2, n. 2, p. 1-11, 2000.

MURTA, G. deS. Análise estrutural de analogias e outras comparações em livros didáticos de biologia. **Dissertação (Mestrado em Educação Tecnológica) - Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais Campus II**, 92 f, Belo Horizonte, 2017.

HOFFMANN, M.B; SCHEID. N.M.J. Analogias presentes em livros didáticos de Biologia: contribuições e limitações. **Encontro Regional Sul de Ensino de Biologia, EREBIO**, 2, Florianópolis, 2006.

PATERLINI, N.C.R., Analogias e modelagem no ensino de ciências, **Dissertação (Mestrado Acadêmico em Matemática) - UFSCar**, 2016.

FERRAZ, D.F. & TERRAZZAN, E.A. O uso de analogias como recurso didático por professores de biologia no ensino médio. **Revista da Abrapec**, 1, 3, 124-135, Belo Horizonte, 2001.

GIRALDI, P. M. Linguagem em textos didáticos de citologia: investigando o uso de analogias. **Dissertação (Mestrado em Educação Científica e Tecnológica) – Universidade Federal de Santa Catarina**, 147 f, Florianópolis, 2005.

GIRALDI, P.M., & SOUZA, S.C. O funcionamento de analogias em textos didáticos de biologia: questões de linguagem. **Ciência & Ensino**, 1(1), 09–17, Brasil, 2006.

GIRALDI, P.M. Analogias e metáforas no ensino de biologia: reflexões a partir de uma perspectiva discursiva de linguagem. **IX Congresso Internacional Sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias**. Universidade Federal de Santa Catarina, Brasil, 2013.

HIPPÓLYTO, F.L.J. Operações Psicológicas: Abordagem semiótica da comunicação na guerra moderna. **Congresso Brasileiro de Ciências da Comunicação**, 31, Natal, 2008.

TREVISAN, M.D. O papel da metáfora/analogia no ensino de Ciências: uma abordagem semiótica. **Dissertação (Mestrado em Educação para a Ciência). Faculdade de Ciências, UNESP – Universidade Estadual Paulista**, 150f, Bauru, 2008.

SANTOS, D.B.; INFANTE-MALACHIAS, M.E. Utilização do Modelo Didático Analógico (MDA) no ensino de Ciências: uma experiência sobre a estrutura da Terra. **Experiências em Ensino de Ciências**, v.8, n. 2, pp. 20-27, 2013.

RIGOLON, R.G.; NARDI, R. Analogia quantitativa de área na formação de licenciandos em Biologia e Física. **Congresso Internacional de Enseñanza de Biología**, General Roca, Argentina, 9-11, 2014.

RIGOLON, R. G. As analogias quantitativas e a nova classificação pela natureza da relação analógica. **Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**, 9, **Abrapec**, 10-14, Águas de Lindoia, 2013.

CURTIS, R.V.; REIGELUTH, C.M. The Use of Analogies in Written Text. **Instructional Science**, 13, 99-117, 1984.

RIGOLON, R. G. Analogias quantitativas como estratégia didática na formação inicial de professores de Biologia e Física. **Tese (Doutorado em Educação para a Ciência) - Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho**, 365 f, Bauru, 2016.

CLEMENT, citado em DRIVER, R. Psicología Cognoscitiva y Esquemas Conceptuales de los Alumnos. **Enseñanza de las Ciencias**, v.4, n.1, p. 3-15, 1986.

BROWN, D. E.; CLEMENT, J. Overcoming misconceptions via analogical reasoning: abstract transfer versus explanatory model construction. **Instructional Science**, vol.18, n.4, p.237-261, 1989.

CLEMENT, J. Using bridging analogies and anchoring intuitions to deal with student's preconceptions in physics. **Journal of Research in Science Teaching**, vol.30, n.10, p.1241-47, 1993.

CLEMENT, J.; BROWN, D.E. Using analogies and models in instruction to deal with students' preconceptions. **Creative Model Construction in Scientists and Students: The role of imagery, analogy and mental simulations**. Springer, p.139-155, Dordrecht, 2008.