

## O USO DE ANALOGIAS E MODELOS NO PROCESSO DE ENSINO E DE APRENDIZAGEM DAS AMETROPIAS

Antônio Rocha Miranda <sup>1</sup>

Ivo de Jesus Ramos <sup>2</sup>

### Resumo

Este estudo tem como objetivo verificar a relação entre teoria e prática no ensino e aprendizado de Física com o uso de analogias e a construção de modelos para o globo ocular humano visando à compreensão das ametropias (defeitos da visão), no qual se aborda um relato de uma atividade experimental realizada no segundo ano do Ensino Médio, em uma escola privada de Belo Horizonte, com estudantes de 15 e 16 anos de idade. Para tanto, foi construída uma sequência didática, com aulas de 50 minutos, em três etapas: fundamentação teórica; atividade prática; e verificação da aprendizagem. A fundamentação teórica dos estudantes ocorreu em oito (08) aulas. A atividade prática foi realizada em quatro (04) aulas, para a modelagem do olho humano, utilizando materiais de baixo custo e em seguida os grupos de estudantes, com o acompanhamento e orientação dos professores de Física e Biologia da turma, fizeram a dissecação de olhos de boi, que são análogos aos olhos humanos em duas (02) aulas. Os dados sinalizaram que os estudantes foram capazes de estabelecer relações entre os modelos construídos e as entidades modeladas. Foram construídos 12 modelos no total, sendo que, oito modelos representaram algumas das ametropias. Para os procedimentos de avaliação do processo foram feitas por meio de autoavaliação do sujeito e dos grupos e entrevistas com os estudantes individualmente e em grupos. Os professores colaboradores, reponderam a um questionário para avaliarem todo o processo.

**Palavras-chave:** Analogias; Modelos; Ensino de Ciências.

<sup>1</sup> Mestrando em Educação Tecnológica do CEFET-MG. Graduado em Física pela UFMG. E-mail: rochaantonior@yahoo.com.br

<sup>2</sup> Prof. Dr. do Programa de Pós-graduação em Educação Tecnológica do CEFET-MG; E-mail: ivoramos@cefetmg.br

## 1 - Introdução

Esta pesquisa aborda o relato de uma atividade experimental de Física realizada na 2ª série do Ensino Médio, em uma escola privada de Belo Horizonte, com estudantes de 15 e 16 anos de idade. Com o propósito de verificar a relação entre teoria e prática no ensino e aprendizado de Física. Utilizaram-se analogias e modelos para a compreensão das ametropias que são as anomalias da visão, devida a um defeito dos meios de refração do olho (miopia, hipermetropia, astigmatismo).

Para a realização desse trabalho foram definidos dois objetivos básicos: o primeiro foi investigar se as atividades de modelagem podem contribuir nos processos de ensino e de aprendizagem de Física de estudantes do Ensino Médio; e o segundo, estimular processos criativos de modelos e de analogias, nas práticas de ensino e de aprendizado em Ciências da Natureza, em particular, no ensino e na aprendizagem de Física, por meio de modelos idealizados por alunos, durante o processo educativo, no contexto escolar regular.

Tradicionalmente, no ensino dessas ametropias (miopia, hipermetropia, astigmatismo), os professores utilizam modelos e analogias geralmente encontrados nos livros didáticos. Modelos científicos são utilizados rotineiramente na ciência não apenas como ferramentas de aprendizagem, mas também como representações de conceitos abstratos e como modelos de consenso de teorias científicas Treagust et al. (2002). Segundo Monteiro & Justi (2016) e Junior (2009), no ensino das Ciências da Natureza (Física, Química e Biologia), por terem natureza essencialmente abstrata, propiciam um vasto campo para o uso de analogias. Esses autores sinalizam que há poucos trabalhos que apresentam levantamentos sobre como professores usam as analogias, bem como há um número reduzido de trabalhos que apresentem essas comparações. Nesse aspecto é importante aceitarmos o fato de que os livros didáticos são vistos nas escolas como importantes instrumentos de intermédio cognitivo, estando sempre à disposição de professores e estudantes e que, por meio deles, inúmeras analogias são apresentadas no plano de aulas ministradas. Sendo assim, é possível observar que a forma como as analogias e outros tipos de comparações são apresentadas, nos livros didáticos, pode determinar implicações sobre os processos de apropriação e construção de significados em Ciências, principalmente durante os processos de ensino e de aprendizagem entre professores e estudantes nos ambientes tradicionais de aprendizagem (salas de aulas).

Os mecanismos de um ensino tradicionalista são estabelecidos basicamente com a transmissão de informações. Nesse processo, o aluno não é visto como um construtor do conhecimento. Nessa perspectiva, muitas vezes, o papel do professor se resume a “ministrar aulas” e cobrar a devolução de conteúdos, por meio de exames das várias etapas, ao longo do ano letivo. Nesse contexto, o ensino é predominantemente realizado por meio de aulas expositivas, que mantêm o aluno em um estágio de passividade, em um ambiente um tanto formal e disciplinado e mostra-se completamente direcionado para raciocínios e demonstrações já previamente aceitas pela comunidade científica. Esse fato induz os estudantes à memorização de conceitos, enunciados, fórmulas, leis, resumos, etc. Nesse contexto pedagógico, fica evidente que não há muito espaço para debates intelectuais, para a discussão de assuntos divergentes e para experimentos que valorizam mais intensamente a criatividade do aluno nos processos de ensino e de aprendizagem. É com base nos conhecimentos prévios que o indivíduo interpreta o mundo, sob sua perspectiva. Sendo assim, o papel principal do professor é gerar questionamentos, ou seja, os estudantes quando perguntam, propiciam uma comparação entre os conhecimentos prévios e os novos. Segundo Ausubel (1982), o fator isolado mais importante que influencia o aprendizado é aquilo que o aprendiz já conhece, ou seja, o conhecimento prévio do estudante é o que possibilita a ele fazer uma interpretação do mundo e para que se possa promover uma aprendizagem significativa, é necessário que o processo de ensino e de aprendizagem tenha uma interação entre conhecimentos prévios e conhecimentos novos, de modo não-litera e não-arbitrário. Nesse processo, os novos conhecimentos adquirem significado para o sujeito e os conhecimentos prévios adquirem novos significados ou maior estabilidade cognitiva e a aprendizagem significativa torna-se aquela capaz de relacionar e interligar as aprendizagens realizadas, tendo como base os conhecimentos pré-existentes no sujeito.

Nessa linha de pensamento, conforme propôs Ausubel (1982), pretende-se evidenciar, nessa atividade, que uma metodologia fundamentada em analogias e modelos científicos com a efetiva participação dos estudantes pode promover um ensino e uma aprendizagem mais significativa e humanizada, ou seja, uma aprendizagem significativa.

Ao se pensar em um ensino fundamentado em modelagem, é importante relatar a existência de método baseado em uma estrutura esquemática, denominado “Modelo de Modelagem”, que apresenta os aspectos mais importantes nas relações entre as etapas mais significativas no

processo de elaboração e validação de um modelo científico, conforme Justi e Gilbert (2002). Dentro de um contexto científico, um modelo pode ser entendido como uma representação de uma ideia, um objeto, evento, processo ou fenômeno para um dado sistema, que apresenta uma finalidade específica, segundo Gilbert et al. (2000). É importante salientar que esse método não é a única maneira para se conduzir um processo de ensino e de aprendizagem por modelagem, mas sim uma forma bem articulada, que foi elaborada conforme o estudo de outros cientistas que também elaboraram modelos. Suas etapas não seguem, necessariamente, uma sequência linear. Mendonça et al. (2006) em seus trabalhos comenta que todo processo de modelagem é empreendido a partir de um propósito, ou seja, necessariamente defini-se os objetivos para os quais o modelo será construído. Os propósitos podem ser, por exemplo, a descrição de relações de causa e efeito de um fenômeno ou a previsão do comportamento de um sistema.

Diante dos desafios atuais e constantes, encontrados na prática docente, em particular no âmbito do ensino de ciência, e tendo em vista as necessidades de metodologias capazes de viabilizar os processos de ensino e de aprendizagem de ciências, indicam que trabalhos voltados para construção, reformulação e validação de modelos, com a participação efetiva dos estudantes (processo de modelagem) podem contribuir de forma eficaz, tornando o estudante protagonista na construção de seus conhecimentos, conforme sinaliza Alvarenga et al. (2016), devido o fato de que na maioria das vezes tanto os professores de ciências quanto os estudantes se apoiam exclusivamente em livros didáticos, como o único recurso didático disponível para consolidação desse processo e construção de conhecimentos científicos.

Segundo Ferraz et al. (2003), na busca e consolidação de novas atividades didáticas para superar as dificuldades de aprendizagem dos estudantes, são realizadas diversas pesquisas em Ensino/Aprendizagem/Avaliação, mas que no Ensino de Ciências, em particular, uma das alternativas estudadas é o uso de analogias como recurso didático.

Segundo Morrison & Morgan (1999), acredita-se, portanto, que durante esse processo criativo, os estudantes, fazendo uso de suas concepções prévias, por meio de um processo investigativo, várias habilidades serão desenvolvidas, inclusive a compreensão do caráter de limitação dos modelos. Fato esse que permite aos estudantes a apropriação de conhecimentos científicos bem como a construção de seus próprios conhecimentos, aspectos desejáveis nos processos de ensino e de aprendizagem. De maneira geral, percebe-se na literatura que muitos pesquisadores

sinalizam a importância do uso de analogias e modelos nas atividades de ensino e de aprendizagem, ressaltando-o como aspectos relevantes de pesquisa científica, Coll et al. (2005). Conforme sinaliza Szlak et al. (2007), os modelos físicos, tais como os do sistema solar ou de cotovelos, são pequenos sistemas que se baseiam em grande parte nas percepções das crianças sobre semelhança para sustentar a relação entre o mundo que está sendo modelado e o próprio modelo, dessa forma fica explícita a relevância do conhecimento prévio na compreensão das atividades mediadas pela modelagem.

Dessa forma, o aprendizado de estudantes por meio de construções de modelos, ao invés de um simples manejo de modelos industrializados, pode contribuir para que os mesmos aprendam de forma significativa, sobretudo permitindo a eles que compreendam como o conhecimento científico é construído. Tal aspecto, como relata Gilbert (2004), faz-se coerente e indispensável no processo de ensino de ciências, isto é, um processo que possibilita aos estudantes uma compreensão mais abrangente da ciência.

Algumas pesquisas, relativas aos objetivos do ensino de ciências na educação básica, alertam sobre as diversas formas e atividades de ensino que, na maioria das vezes, têm se mostrado inadequadas, evidenciando que os conhecimentos científicos têm sido abordados sem uma metodologia apropriada por professores de Ciências da Natureza no Ensino Médio, sobretudo nos processos de modelagem e de uso das analogias que são empregadas. Segundo Coll & Treagust, (2003); Millar & Osborne, (1998), muitas vezes, nessas abordagens, não há uma real preocupação com a sistematicidade dos processos,

As discussões insatisfatórias dos modelos para o ensino da Física estão relacionadas, principalmente, à ausência de pesquisas que envolvem a participação dos estudantes de forma direta no processo, como protagonistas na construção de seus próprios conhecimentos.

Diante do exposto, investigar e construir modelos e analogias em ciências, com a participação direta dos estudantes, torna essa pesquisa relevante. Acerca desse assunto, deseja-se responder como as atividades de modelagem podem contribuir nos processos de ensino e de aprendizagem de Física de estudantes do Ensino Médio e como podemos, enquanto educadores, estimular processos criativos de modelos e de analogias, nas práticas de ensino e de aprendizado em Ciências da Natureza, levantadas nesse trabalho e sinalizar, aos professores de ciências, a utilização de outros instrumentos didáticos, no intuito de possibilitar um ensino mais eficaz e

humanizado.

Por esses motivos, apresenta-se nessa pesquisa um relato sistemático de um procedimento didático experimental, realizado com estudantes do Ensino Médio, de uma escola particular em Belo Horizonte, por meio de construção de modelos e analogias. Essa pesquisa baseou-se nos conhecimentos científicos sobre os defeitos da visão também conhecidos como ametropias, assuntos normalmente trabalhados pelas disciplinas de Física e Biologia. Procurou-se, nesse trabalho, valorizar os conhecimentos sobre as ametropias de maneira interdisciplinar.

## **2- Objetivos da pesquisa**

### **2.1- Objetivo geral**

Contribuir com o debate sobre o uso de analogias e modelos no processo de ensino e de aprendizagem no âmbito da educação escolar no ensino de ciências, em particular, do conteúdo de Óptica da Física no Ensino Médio.

### **2.2- Objetivos específicos**

I- Investigar como os Processos criativos e de lógica na modelagem operam como processo fundamental no ensino e na aprendizagem de Física, em particular, Óptica da visão.

II- Analisar como atividades de modelagem contribuem para os processos de ensino e de aprendizagem de ciências por de estudantes do ensino técnico e médio .

III- Examinar como ocorre a apropriação de conhecimentos por meio de Modelos desenvolvidos por estudantes na construção de conceitos científicos.

IV- Investigar de que forma e como tem sido utilizado modelos e analogias nos processos de ensino e de aprendizagem no ensino de ciências, em particular, do conteúdo de Óptica da Física no Ensino Médio.

V- Analisar como as correspondências existentes entre cada modelo construído e a entidade modelada contribuem para a construção do conhecimento dos estudantes.

VI- Compreender como a identificação das limitações de cada modelo construído contribui para a apropriação de conhecimento pelos estudantes. (Aspectos não contemplados pelos modelos).

### 3 - Metodologia

Para a elaboração dessa estudo procurou-se, inicialmente, fazer uma busca detalhada no portal de periódicos da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES/MEC), a fim de que se encontrasse material bibliográfico que norteasse a orientação deste trabalho e a revisão da literatura relativa ao assunto. Para tal procurou-se por trabalhos no período de janeiro de 2010 a dezembro de 2018. As buscas foram feitas na área de pesquisa em educação, a partir de termos descritores, sobre Ametropias; Modelos; Analogias; Ensino de Ciências; Aprendizagem significativa e Modelagem. Nesse processo, foi utilizada a técnica do truncamento, para filtrar os trabalhos de pesquisa e permitir uma melhor análise de artigos relevantes para a pesquisa. As bases escolhidas para a realização da busca foram: *Scientific Electronic Library Online* (SciELO Brasil), *Education Resources Information Center* (ERIC ProQuest), Wiley Online Library e SpringerLink.

A tabela 1 mostra o número de artigos encontrados em cada base escolhida, a partir dos descritores citados acima, bem como os que foram selecionados por trazerem alguma informação relevante para essa pesquisa.

**TABELA I** – os artigos encontrados e os selecionados

BASE DE DADOS	ARTIGOS OBTIDOS	ARTIGOS SELECIONADOS
SciELO Brasil	2	0
ERIC ProQuest	59	4
Wiley online Library	02	0
SpringerLink	04	2
Total	67	6

*Fonte: Tabulação dos autores*

A partir dos artigos selecionados e indicados na TABELA I, verificou-se que não existem muitos trabalhos que tratam os processos de ensino e de aprendizagem baseando-se no uso de modelos e analogias, e de maneira particular em relação ao uso de modelos e analogias com a participação dos estudantes no processo de modelagem referente ao ensino de ciências, o

número mostra-se ainda mais reduzido. O procedimento metodológico descrito abaixo busca responder como as atividades de modelagem podem contribuir nos processos de ensino e de aprendizagem de Física. No início dessa atividade, os professores destacaram para os estudantes a importância de observar as questões éticas, ambientais e sanitárias nesse tipo de procedimento educativo.

Primeiramente identificaremos o conhecimento prévio dos estudantes sobre as ametropias (Miopia, Hipermetropia, astigmatismo e Presbiopia), por meio de questionário em uma (01) aula de 50 minutos. Esse questionário será composto por um conjunto de frases (itens) em relação a cada uma das quais se pede ao sujeito participante para manifestar o grau de concordância desde o *discordo totalmente* (nível 1), até ao concordo totalmente (nível 9). Dessa forma mede-se a atitude do sujeito somando, ou calculando a média, do nível selecionado para cada item, fundamentando-se na utilização de Escalas tipo Likert.

Após a análise das respostas apresentadas pelos estudantes sobre as concepções prévias, eles serão organizados em grupos de  $5 \pm 1$  estudantes. Sendo os grupos definidos, será realizado um sorteio para determinar a ametropia que cada grupo ficará responsável pelo estudo, com auxílio dos professores, nessa etapa será necessário duas (02) aulas de 50 minutos. Cada grupo irá compartilhar com os demais os conhecimentos trabalhados, nessa etapa será necessário três (03) aulas de 50 minutos.

Depois das exposições dos grupos sobre cada ametropia, os grupos de estudantes serão convidados a fazerem a dissecação um olho de boi, ou seja, separar as estruturas do olho de boi, a fim de estabelecer uma comparação entre os elementos constituintes do olho humano e os do olho de boi. Todo esse procedimento de dissecação deverá ser realizado com orientação e acompanhamento dos professores de Física e de Biologia. Ressaltamos que não será obrigatória a participação de estudantes que se sintam desconfortáveis para a realização desse procedimento de dissecação. Nesse momento o olho de boi funcionará enquanto análogo ao olho humano e serão necessárias duas (02) aulas de 50 minutos.

Posteriormente à dissecação dos olhos de boi, os grupos de estudantes deverão estabelecer uma analogia entre uma máquina fotográfica analógica e o olho humano, promovendo o alinhamento entre os elementos do olho humano com os da máquina fotográfica. Será disponibilizada uma (01) aula de 50 minutos, pois esse procedimento é essencial permitindo aos estudantes a



apropriação dos elementos do domínio base (máquina fotográfica) e os do domínio alvo (olho humano). Na sequência, será sugerida aos grupos de estudantes a construção de modelos para o olho humano, utilizando materiais de baixo custo e utilizado no cotidiano. Serão disponibilizadas duas (02) aulas de 50 minutos, pois nesse tempo os grupos irão construir o modelo (processo de modelagem) com os materiais de baixo custo selecionados por eles próprios. Após a construção dos modelos pelos grupos de estudantes, será feita uma socialização desses modelos. Cada modelo construído pelos grupos será apresentado e durante a apresentação analisaremos as limitações dos modelos construídos. Serão disponibilizadas duas (02) aulas de 50 minutos, para que todos os modelos sejam apresentados pelos grupos. Na sequência, aplicaremos os procedimentos de avaliação do processo no qual constará de autoavaliação do sujeito e dos grupos. Para os professores colaboradores, será criado um questionário específico para eles avaliem todo o processo. Para esse procedimento será disponibilizado uma (01) aula de 50 minutos. Na segunda parte do processo avaliativo, serão feitas entrevistas com os estudantes individualmente e em grupos ambas fundamentadas nos conhecimentos científicos sobre as analogias, modelos didáticos para o olho humano e sobre processo de modelagem.

#### **4 - Fundamentação Teórica**

No desenvolvimento desse trabalho utilizaremos como referencial teórico a aprendizagem significativa de Ausubel (1982) para análise das comparações, de modo especial as analogias e os modelos com propósito didático.

#### **5 - Considerações finais**

Os dados da pesquisa sinalizam que os estudantes foram capazes de estabelecer relações entre os modelos construídos e as entidades modeladas. Foi possível perceber que houve interação entre os estudantes durante a socialização dos modelos construídos, fato que favoreceu a apropriação do conhecimento mesmo depois de meses. No total, foram construídos 12 modelos, oito representaram alguma das ametropias e quatro representaram os demais modelos de olhos emetropes, ou seja, de visão normal.

Este trabalho aponta a necessidade de continuidade da pesquisa, estendendo essa metodologia para outros grupos de estudantes, de escolas distintas, para compor um melhor entendimento sobre as questões que foram levantadas a respeito do uso de analogias e modelos no ensino de ciências. Este trabalho, então, mostra a importância de se investigar como as analogias e modelos construídos pelos estudantes podem contribuir para uma aprendizagem mais significativa e humana. A pesquisa também aponta que o processo de modelagem, seguido por uma socialização entre os estudantes e professores são aspectos de extrema importância para a construção e apropriação de conhecimentos científicos, propiciando um olhar investigativo aos estudantes e possibilitando a eles uma reflexão das ações realizadas durante o trabalho. Além disso, conforme propõe Bachelard (1996), alegamos que uma compreensão dos modelos de ciência e do processo de modelagem permite que os estudantes desenvolvam uma maneira ímpar de um pensar científico, inerente às atividades científicas, e que passem a criar ferramentas cognitivas próprias para refletirem sobre o processo de formação de seu próprio conhecimento científico, ou seja, a formação de um pensar científico;

## 6 - Referencias

ALVARENGA, G.R.; VIEIRA, M.L.A.; FERRY, A.S.; NAGEM, R.L.; Análise de uma Analogia presente nos Livros Didáticos de Química do PNLD 2015: o Modelo Atômico de Thomson e um pudim de passas. XVIII Encontro Nacional de Ensino de Química – Florianópolis-SC. Julho de 2016.

AUSUBEL, D. P. (1982). A aprendizagem significativa. *São Paulo: Moraes*.

BACHELARD, G. (1996). A formação do espírito científico. *Rio de Janeiro: Contraponto*, 7.

COLL, R. K., & TREAGUST, D. F. (2003). Investigation of secondary school, undergraduate, and graduate learners' mental models of ionic bonding. *Journal of Research in Science Teaching: The Official Journal of the National Association for Research in Science Teaching*, 40(5), 464-486.

COLL, R. K., FRANCE, B., & TAYLOR, I. (2005). The role of models/and analogies in science education: implications from research. *International Journal of Science Education*, 27(2), 183-198.

FERRAZ, D. F., & TERRAZZAN, E. A. (2003). Uso espontâneo de analogias por professores de biologia e o uso sistematizado de analogias: que relação?. *Ciência & Educação*, 9(2), 213-227.

FRANCISCO JUNIOR, W. E., PETERNELE, W. S., & YAMASHITA, M. (2009). A Formação de Professores de Química no Estado de Rondônia: necessidades e apontamentos. *Química Nova na escola*, 31(2), 113-122.

GILBERT, J. K. (2004). Models and modelling: Routes to more authentic science education. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 2(2), 115-130.

GILBERT, J. K., BOULTER, C. J., & ELMER, R. (2000). Positioning models in science education and in design and technology education. In *Developing models in science education* (pp. 3-17). Springer, Dordrecht.

JUSTI, R. S., & GILBERT, J. K. (2002). Modelling, teachers' views on the nature of modelling, and implications for the education of modellers. *International Journal of Science Education*, 24(4), 369-387.

JUSTI, R., & MENDONÇA, P. C. C. (2008). Usando analogias com função criativa: uma nova estratégia para o ensino de química. *Educació química*, 24-29.

MENDONÇA, P. C. C., JUSTI, R., & de OLIVEIRA, M. M. (2006). Analogias sobre ligações químicas elaboradas por alunos do ensino médio. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, 6(1).

MILLAR, R. (1998). Beyond 2000: Science education for the future. <http://www.kcl.ac.uk/content/1/c6/01/32/03/b2000.pdf>.

MONTEIRO, I. G., & JUSTI, R. S. (2016). Analogias em livros didáticos de química brasileiros destinados ao ensino médio. *Investigações em ensino de ciências*, 5(2), 67-91.

MORGAN, M. S., & MORRISON, M. (Eds.). (1999). *Models as mediators: Perspectives on natural and social science* (Vol. 52). Cambridge University Press.

SZLAK, C. (2007). *Como as pessoas aprendem: cérebro, mente, experiência e escola*. Senac.

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

TREAGUST, D. F., CHITTLEBOROUGH, G., & MAMIALA, T. L. (2002). Students' understanding of the role of scientific models in learning science. *International Journal of Science Education*, 24(4), 357-368.