

RELAÇÕES ENTRE MODELAGEM E COGNIÇÃO: INTERLAÇAMENTOS POSSÍVEIS

*Zulma Elizabete de Freitas Madruga
Bolsista CAPES/PDSE¹ - PUCRS/USAL
betefreitas.m@bol.com.br*

Resumo:

Este artigo apresenta pesquisa bibliográfica acerca de duas teorias distintas: cognição e modelagem, com o objetivo de articulá-las e, se possível, encontrar pontos convergentes que auxiliem no processo de ensino e aprendizagem de Matemática, bem como das demais disciplinas. Como procedimento metodológico foi utilizado o Mapeamento na Pesquisa Educacional – Mapa Teórico, onde foram feitas buscas por obras que contivessem teorias consolidadas. Após análise destas teorias pode-se verificar que existem algumas similaridades e possíveis articulações que, se utilizadas por professores, podem facilitar o processo de aprendizagem dos estudantes por meio da modelagem.

Palavras-chave: Cognição; Modelagem na Educação; Educação Básica.

1. Introdução

A história da humanidade mostra variedades de produções – modelos. De acordo com Granger (1969), um modelo é uma imagem formada na mente quando uma pessoa busca compreender e expressar determinada percepção de fenômeno seja este externo ou interno, e procura relacionar com algo conhecido. Já para Jacoby e Kowalik (1980), um modelo é uma aproximação de um protótipo, podendo ser objeto, sistema ou processo, utilizado por muitos profissionais, tais como artistas, arquitetos, engenheiros, desenhistas, economistas, administradores, cientistas, entre outros.

De acordo com dicionários de Língua Portuguesa, modelo é um desenho ou imagem que representa o que se pretende reproduzir, um molde, que serve como exemplo para ser imitado. Durante a vida, o cérebro vai criando modelos que são significativos para cada pessoa. Um modelo mental pode ser criado a partir de percepção e/ou experiência interna. Kenneth Craik (1914 – 1945) sugeriu, em 1943 que a mente

¹ Bolsista CAPES - Nº do Processo: BEX 6415/15-6

poderia construir modelos de pequena escala, de situações imaginárias ou reais, e que eram utilizados para antecipar eventos. O ato de se fazer um modelo, é chamado de modelagem. Modelagem significa a ação de modelar, conjunto de processos e meio usados na feitura de modelos.

A noção de modelo e modelagem se faz presente em todas as áreas. Um modelo trata-se de conjunto de símbolos criado de tal forma a representar alguma coisa. Esta representação pode se dar por meio de desenho ou imagem, projeto, esquema, gráfico, lei matemática, dentre outros.

Dessa forma, objetiva-se relacionar modelos – modelagem, com outra teoria já consolidada: cognição, para verificar se existe alguma similaridade, e se é possível, a partir dos resultados, articular caminhos que possam ser utilizados na Educação Formal.

2. Procedimentos Metodológicos

Para tanto, optou-se por utilizar os procedimentos de Mapeamento na Pesquisa Educacional, Biembengut (2008), mais especificamente no que diz respeito ao Mapa Teórico. De acordo com Biembengut (2008), o *Mapa Teórico* permite “ter uma visão do que existe sobre o tema”, e será fonte para reconhecimento e análise de dados, propiciando certo domínio sobre o conhecimento produzido na área investigada.

Nesta pesquisa foi realizada busca teórica com relação a conceitos de cognição e modelagem, teorias que por si só, já sustentam uma pesquisa. Cada um desses conceitos foi estudado e, posteriormente, procurou-se estabelecer pontos-chave e similaridades, articulando os dizeres dos autores na tentativa de encontrar um caminho que possa ser utilizados no ensino e aprendizagem escolar.

3. Teorias Base

A seguir, passa a explicitar cada uma das teorias estudadas para posterior articulação entre as mesmas.

a) Modelagem

De acordo com Biembengut (2014),

Modelagem é o processo envolvido na elaboração de modelo [...]. Trata-se de um processo de pesquisa. A essência deste processo emerge na mente de uma pessoa quando alguma dúvida genuína ou circunstância instigam-na a encontrar uma melhor forma para alcançar uma solução, descobrir um meio para compreender, solucionar, alterar, ou ainda, criar ou aprimorar algo (BIEMBENGUT, 2014, p. 21).

“Trata-se de um processo dinâmico de busca de modelos adequados, que sirvam de protótipos de alguma entidade” (BASSANEZI, 2002, p. 45). De acordo com autor, a modelagem (matemática) faz uma ligação entre as representações e o mundo. O autor define como um processo dinâmico, utilizado para se obter e validar modelos (matemáticos). Ele considera uma forma de abstração e generalização com intuito de prever tendências. “A modelagem consiste, essencialmente, na arte de transformar situações da realidade em problemas matemáticos cujas soluções devem ser interpretadas na linguagem usual” (BASSANEZI, 2002, p. 24). Bassanezi (2002) afirma que o benefício da modelagem (matemática) é possibilitar, por meio de cálculos, validar o modelo, efetuar previsões sobre o comportamento do sistema e tentar controlá-lo. É que o processo permite uma aproximação da realidade sobre apresentações de um sistema ou parte dele.

Assim como Bassanezi (2002), Biembengut (2007) e Blum (2007), outros autores afirmam que o processo de elaboração de modelos se dá por meio de muitas interações. Para se iniciar um trabalho utilizando modelagem, é necessário dispor de uma situação-problema que para solução não se disponha de dados suficientes para se utilizar de uma fórmula ou um caminho de solução. Assim, requer um levantamento de possíveis situações de estudo as quais devem ser preferencialmente, abrangentes para que se possam proporcionar questionamentos em várias direções.

Começa-se a modelar a partir da escolha de um tema, assunto, ou situação-problema. Passando, posteriormente à etapa de coleta de dados. De acordo com Biembengut (2014), ao se interagir com os dados, torna-se mais clara a situação, e é importante nesta etapa efetuar uma detalhada descrição. Após estas etapas iniciais busca-se descobrir a configuração das questões, examinar fatos e amostragens, com a intenção de subsidiar alicerces para uma generalização; analisar a natureza e a extensão do problema, formulando hipóteses; arrolar as soluções viáveis ou as possíveis maneiras de se chegar a elas; determinar a escolha da solução que parecer mais conveniente para formulação do modelo.

Após a formulação do modelo matemático, passa-se então para a resolução do problema a partir do modelo, interpretação da solução e validação do modelo – avaliação. De acordo com Bassanezi (2002), Blum (2007) e Biembengut (2007), para utilização do modelo é preciso verificar em que nível este se aproxima da situação-problema apresentada. Assim, a interpretação do modelo pode se dar por meio da análise das implicações da solução, derivada do modelo que está sendo investigado. Verificar então sua adequabilidade, retornando à situação-problema estudada se necessário, e após, avaliando o quão significativa é a solução. Se o modelo não atender às necessidades que o gerou, retorna-se ao processo, mudam-se hipóteses, dentre outras providências. Por este motivo Blum (2007) considera a modelagem como um processo cíclico.

Biembengut (2014) sintetiza o processo de modelagem em três fases:

1º) Percepção e Apreensão

Percepção consiste em receber, identificar e classificar informações provenientes do meio ou do próprio corpo. “A percepção implica na capacidade de captar eventos ou ideias, misturar, selecionar e relacionar com as que dispomos” (BIEMBENGUT, 2003, p.6). A percepção é a primeira fonte de conhecimento necessária para que se possa fazer uma descrição do meio, uma decodificação e representação, posteriormente, a percepção tem relação com o pensamento, a resolução de problemas e os processos de decisão das pessoas. Trata-se de uma mediação necessária, mesmo que não suficiente de toda objetivação real.

2º) Compreensão e Explicitação

A compreensão pode ser considerada a ligação entre a percepção e o conhecimento. Compreender significa expressar, mesmo que intuitivamente uma sensação. “Uma vez tendo sido sensibilizado com o fato apresentado, a mente procura explicar, relacionar com algo já conhecido e deduzir os fenômenos que daí derivam” (BIEMBENGUT, 2003, p. 8). A autora afirma que as informações e os estímulos são percebidos e podem ser compreendidos pela mente, que procura explicar ou explicitar, delineando símbolos ou fragmentos de símbolos.

As percepções ou informações recebidas são selecionadas pela mente, que, sobretudo, processa o que for interessante ou que está disponível para gerar ideias, compreensões e entendimentos.

3º) Significação e Expressão

As percepções e/ou informações são compreendidas e explicada em uma busca em traduzir ou representar estas percepções, isto acontece com a utilização de símbolos e/ou modelos, afirma Biembengut (2003). Estas representações mentais, chamadas de símbolos e/ou modelos podem ser internas ou externas. “As *representações internas* são aquelas que se construímos no sistema cognitivo para a compreensão do meio em que vivemos, sendo uma forma de sobrevivência, e as *externas* as que se consegue expressar ou produzir externamente como pinturas, fotografias, objetos, etc” (BIEMBENGUT, 2003, p. 8-9).

b) *Cognição*

Ato de conhecer ou adquirir conhecimento. Para Blakemore e Frith (2007), cognição é tudo aquilo que tenha referência com a esfera mental, a qual engloba pensamento, memória, atenção, aprendizagem, atitudes mentais e emoções. Nesse sentido, processos cognitivos são os requeridos para a elaboração do conhecimento, e aquisição de novos comportamentos. São complexos, pois implicam em um conjunto de estruturas as quais: percebe, filtra, organiza, modela, compreende, significa e expressa informações e dados provenientes do meio.

A partir do meio, a pessoa capta sensações e percepções a todo instante, que geram na mente ideias, imaginações e modelos, quando se compreende e se entende estas percepções, algumas delas transformam-se em significado, modelos elaborados, portanto, conhecimento. A todo instante as pessoas recebem informações pelos órgãos dos sentidos, é necessário que a mente selecione o que é significativo de fato para então compreender e transformar em conhecimento.

Para Johnson-Laird (1990), a aprendizagem consiste em transformações relativamente permanentes que ocorrem como resultado da experiência. Quando uma pessoa é capaz de fazer algo que não podia fazer antes, ou capaz de fazê-lo melhor. E ainda, os comportamentos das pessoas são governados por suas recordações e experiências passadas, as quais são armazenadas em forma de conhecimento, Johnson-Laird (1990).

Segundo Guerra (2013, 2015), o sistema nervoso, foi desenvolvido ao longo da evolução para aquisição de comportamentos que garantam a sobrevivência e o bem estar da pessoa, com o intuito de garantir a preservação da espécie. Esta reflexão é importante

no que refere ao âmbito da sala de aula, ou seja, o sistema nervoso do estudante se envolve com a aprendizagem, na medida em que aquela aprendizagem for relevante e significativa para a vida dele, afirma Guerra (2013).

O estudante aprende interagindo com o ambiente, isso implica que o social, a cultura, a comunidade, ou seja, tudo que envolve o conjunto de estímulos que entram pelas vias sensoriais, servem como fatores que irão levá-lo a aprendizagem. O cérebro² da pessoa se dedica bem àquilo que é mais importante, prioritário e prazeroso.

Biologicamente, o sistema nervoso é constituído de várias células nervosas – os neurônios. O neurônio é uma célula estrelada – um corpo celular - com prolongamentos curtos – os dendritos, e um prolongamento comprido – o axônio. A função desse neurônio é receber de outro neurônio as informações pelos dendritos e passar para outros neurônios por meio do axônio. Os pontos de comunicação entre neurônios são chamados de sinapse.

De acordo com Johnson-Laird (1990), o cérebro contém células nervosas que produzem impulsos, os quais consistem em trocas eletroquímicas que se propagam de modo relativamente lento, e, por meio destas fibras nervosas é selada a união (sinapse) entre um nervo e outro, mediante outros processos elétricos e químicos.

Dentro das sinapses, há vesículas com neurotransmissores, estes, são substâncias químicas que quando o neurônio está ativado libera essas substâncias que encontra a membrana do outro neurônio, promovendo alteração elétrica e química e retornando posteriormente para ser reaproveitado.

Existem neurônios, nos órgãos dos sentidos, que tem como função traduzir energias do ambiente, esses neurônios possuem prolongamentos que chegam até esses órgãos dos sentidos, cujo corpo celular localiza-se na medula. No corpo desse neurônio existe um axônio que vai comunicar com outro neurônio dentro do sistema nervoso central. Dessa forma, cada estímulo recebido pelos órgãos dos sentidos, gera uma alteração elétrica e química naquela célula nervosa que está recebendo tal estímulo. Ou seja, na medida em que há interação, o que a pessoa produz é consequência do que o cérebro percebe e processa a partir dessas interações, afirma Guerra (2013).

Por meio das percepções e interações, ocorre a aprendizagem, processo que acontece no sistema biológico. Guerra (2013, 2015) afirma que o educador em seu

² O cérebro aparece aqui como representante do sistema nervoso.

cotidiano, está modificando conexões, sinapses, estrutura cerebral dos estudantes por meio dos órgãos dos sentidos, ou seja, da interação. Nestes casos a interação está levando a uma modificação elétrica e química no sistema nervoso e resulta em modificações no cérebro da pessoa por um processo chamado neuroplasticidade.

O processo de “modelação” do sistema nervoso, afirma Guerra (2013), é o que se chama neuroplasticidade. Blakemore e Frith (2007) entendem como a capacidade do sistema nervoso de adaptar-se continuamente a diferentes circunstâncias. Para Guerra (2013), neuroplasticidade é a propriedade de “fazer e desfazer” conexões entre os neurônios, possibilitando uma reorganização da estrutura do sistema nervoso e do cérebro, constituindo-se como base biológica da aprendizagem bem como do esquecimento. Em suma, é a neuroplasticidade que permite ao sistema nervoso se reorganizar e expressar esses novos comportamentos adquiridos. Então, a aprendizagem pode ser considerada um processo de reorganização cerebral cotidiano.

Enquanto ocorre a interação, o que processa a informação é a memória de curta duração, também chamada de memória de trabalho ou operacional. Para Blakemore e Frith (2007), é um sistema que permite à pessoa guardar e manipular informações. Para os autores é uma pequena região do córtex pré-frontal que desempenha um papel de armazenamento de informações e recordações durante curto prazo. A memória de curta duração não está consolidada fisicamente no cérebro, diferente da memória de longa duração. Essa memória operacional significa a informação passando pelos neurônios, mas sem fazer uma modificação física nessa rede neural.

A aprendizagem, ou memória de longa duração, não ocorre somente durante o período de vigília da pessoa. É durante o sono que as informações, ou parte delas, ficam “rodando” no cérebro, produzindo assim alguma espícula dendrítica. Mas isso não significa que a pessoa tenha memorizado toda a informação recebida, para que isso ocorra, é necessário que a informação seja revista de várias maneiras pela pessoa, ou seja, estudada. No entanto, é necessário o período de sono para consolidação da memória. É também durante o sono que há formação da memória de longa duração, ou seja, neste período o cérebro consolida as memórias recebidas ao longo do dia, afirma Guerra (2013).

Este processo não é feito de uma vez só, por este motivo, acredita-se que a aprendizagem deve ser em espiral, precisa ser repetida, a pessoa necessita repassar pela

informação novamente. Não se aprende na primeira vez, o cérebro só aprende se já tiver algo previamente sobre o assunto, e, a partir daí, significa o que aprendeu, pois, muito se percebe durante um dia, muitos são os estímulos recebidos (percepções), mas pouco se compreende, e muito menos passa a ter significado para a pessoa, ou seja, modifica o cérebro gerando assim aprendizagem, transformando-se em conhecimento.

4. Discussão: Articulações Possíveis

Para facilitar a articulação entre as teorias, será feita uma divisão em três etapas, pois se percebeu que é possível tal categorização pelo fato das teorias, em sua maior parte, apresentarem fases que vão sendo seguidas até o objetivo final. Dessa forma articulou-se do seguinte modo:

- I) A primeira etapa na teoria cognitiva consiste no recebimento de informações e percepções por meio dos órgãos dos sentidos – interação. É a etapa em que os neurônios, em função de seus prolongamentos até os órgãos dos sentidos percebem determinada informação. Esta fase pode se compara ao que Biembengut (2014) define de primeiro estágio da modelagem: percepção e apreensão, equivalente à escolha do tema e familiarização com o assunto, Bassanezi (2002). Nesta etapa há o primeiro contato com a situação problema, onde se percebe e apreende o que deve ser feito a partir de então.

- II) A segunda etapa do processo cognitivo ocorre após a percepção pelos órgãos dos sentidos de determinadas sensações, a partir daí começa-se a fase de compreensão destas percepções por meio da comunicação entre os neurônios gerando uma alteração elétrica e química no sistema nervoso, é quando ocorre a memória operacional, onde as informações passam pelos neurônios, mas ainda sem modificá-los. Na modelagem, esta é a etapa de compreensão e explicitação, onde há a explicação do fenômeno em termos de formulação e resolução de modelo, é o elo entre a percepção e o conhecimento.

III) A terceira etapa do sistema cognitivo é o conhecimento, quando a memória deixa de ser operacional e passa a ser de longa duração, nesta etapa ocorrem modificações no cérebro, uma reorganização estrutural do sistema nervoso, memória esta consolidada durante o período de sono. Nesta etapa, quando há modificação dos neurônios, considera-se que ocorreu a aprendizagem. Na modelagem, é a etapa de significação e expressão, onde ocorre a validação e avaliação do modelo, para posterior comunicação. Ou seja, quando se chega a esta etapa, pode considerar-se que o modelo está pronto, que a percepção inicial gerou um conhecimento, então, ocorreu a aprendizagem.

No Mapa 1, a seguir, consta uma síntese comparativa entre: os processos de modelagem (matemática) propostos por Bassanezi (2002) e Biembengut (2014) e os entendimentos em relação aos processos de cognição. Considerou-se pertinente o mapa a seguir para uma melhor visualização de como as teorias podem ser articuladas e categorizadas.

MAPA 1 - Síntese comparativa entre processos de modelagem e cognitivos

MODELAGEM		COGNIÇÃO
Percepção e Apreensão	Reconhecimento Familiarização.	Percepções do meio pelos órgãos do sentido
Compreensão e Explicitação	Formulação do problema Formulação do modelo.	Formulação de modelos mentais na memória de operacional
Significação e Expressão	Resolução Interpretação Avaliação e validação.	Sinapses e consolidação da memória de longa duração (neuroplasticidade) – aprendizagem

Fonte: A autora (2016)

Pelo exposto, as teorias mostram que as pessoas fazem uso de representações e se utilizam de modelos para adquirir conhecimento. Johnson-Laird (1990) afirma que os processos mentais assim como a aprendizagem dependem de associações. Associações estas que podem ser potencializadas na escola por meio da modelagem.

5. Considerações Finais

Para a fortuna dos seres humanos, nem tudo que se percebe é compreendido. A maioria das percepções não chega a este segundo estágio, sendo excluídos pela mente por serem irrelevantes ou não merecer atenção prolongada. A compreensão é a etapa que une a percepção ao conhecimento. A partir da compreensão, algo³ percebido adquire significado e por consequência, *pode vir a tornar-se conhecimento*. Cabe salientar, também, que nem tudo que é compreendido é significado, ou seja, se torna, efetivamente, conhecimento. As informações da memória de curto prazo, não necessariamente se tornam memórias de longa duração.

A mente seleciona, filtra as percepções e informações adquiridas e processa aquilo que interessa ou que está disponível para gerar ideias, compreensões e entendimentos, e as compreensões e entendimento são diferentes em cada pessoa. Depois de compreendida, uma informação transforma-se em significado, habilitando a pessoa para expressar e comunicar a outras.

A partir daí, há uma busca para representá-la ou traduzi-la, estas representações são feitas por meio de símbolos ou modelos, tais representações mentais podem ser internas somente ou interno-externas⁴. As representações internas são aquelas que a pessoa constrói na mente e não expressa, por diversas razões. E as interno-externas, são as que a pessoa consegue expressar, produzindo por meio de modelos, desenhos, escrituras, esculturas, vocalizações e outras expressões corporais.

Quando uma compreensão passa a ser significativa para a mente, pode-se dizer que se transformou em conhecimento, ou seja, ocorreu a aprendizagem. Conforme Johnson-Laird (1990), as principais tarefas realizadas pela mente são: perceber o mundo; aprender, recordar e controlar ações; pensar e criar novas ideias; controlar a comunicação com outros; e criar a experiência dos sentimentos, das intenções e da autoconsciência.

Neste universo, os fenômenos mentais dependem do cérebro, e a melhor maneira de explicá-los, é por meio de símbolos (JOHNSON-LAIRD, 1990). A quantidade de símbolos diferentes correspondentes a imagens, crenças e recordações, é potencialmente

³ Fenômeno, informação ou dado que configurem uma *impressão*.

⁴ Visto que não pode existir uma representação *somente* externa.

infinita; todavia, a mente humana pode conter um número infinito de símbolos pré-existentes. Tal imensa variedade de símbolos mentais deve construir-se a partir de meios finitos, a partir de símbolos primitivos. Dessa forma, segundo o autor, as pessoas pensam por meio de símbolos, por meio de signos, ou seja, por meio de modelos.

Considera-se, portanto, que a aprendizagem se efetue desta forma – por meio de modelos - quanto mais extensa e intensamente uma pessoa se envolva com um assunto/tema, mais se geram novos modelos e conseqüentemente novas aprendizagens.

Dessa forma, com base nas teorias descritas, pode-se dizer que há uma relação entre os processos cognitivos e os procedimentos de modelagem. Com base nestes tensionamentos, a aprendizagem escolar, compreende essas etapas, tendo na modelagem um método que auxilia a consolidação da memória de longa duração, resultando na criação de modelos que se transformam em conhecimento.

A partir da tessitura de teorias articuladas neste artigo, é sugerida uma práxis educativa que visa ao aprendizado, fundada em sustentáculos teóricos da neurociência e da modelagem, e que pode ser um – dos vários – caminho(s) a serem explorados por professores em suas salas de aula e suas (im)possíveis (trans)formações. Sendo a matemática um campo de incertezas, este artigo não buscou respostas conclusivas. Assim, à guisa de (in)conclusão lançam-se perguntas que visam ao convite a novas articulações.

Intenta-se, portanto, como perspectiva de continuidade, verificar se as etapas da modelagem fazem parte das vidas das pessoas em seus contextos profissionais e criativos, ou seja, *Como se expressam as pessoas durante o processo criativo? Quais relações existirão entre os processos cognitivos e os de modelagem? Como tais processos podem impactar na Educação Básica e Superior?*

6. Agradecimento

Agradeço à CAPES, agência que proporciona financiamento aos estudos doutorais da autora deste trabalho.

7. Referências

- BASSANEZI, Rodney C. **Ensino-aprendizagem com Modelagem Matemática**. São Paulo: Contexto. 2002. 389 p.
- BIEMBENGUT, Maria Salett. **Mapeamento na Pesquisa Educacional**. Editora Ciência Moderna: Rio de Janeiro. 2008.
- _____. **Modelagem & Processo Cognitivo**. III Conferência Nacional de Modelagem e Educação Matemática – CNMEM. Piracicaba. 2003.
- _____. **Modelagem matemática & Implicações no Ensino e Aprendizagem de Matemática**. 2ª ed Blumenau: Edifurb, 2007.
- _____. **Modelagem Matemática no Ensino Fundamental**. Editora da FURB: Blumenau, 2014.
- BLAKEMORE, Sarah-Jayne. FRITH, Uta. **Cómo aprende el cerebro: las claves para la educación**. Trad. Joan Soler. 1 ed. Barcelona: Ariel, 2007.
- BLUM, W., et al. **Modelling and Applications in Mathematics Education**. New York: Springer, 2007.
- GRANGER, Gilles_Gaston. **A razão**. 2. ed. São Paulo: Difusão Européia do Livro, 1969.
- GUERRA, Leonor. As contribuições da Neurociência para a Educação Científica e Tecnológica no contexto das realidades socioambientais: In: **III Congresso Internacional de Educação Científica e Tecnológica**. Santo Ângelo, 2015.
- _____. Cérebro e Aprendizagem: Um Diálogo entre Neurociências e Educação. In: **III Ciclo de palestra do Núcleo de Formação de Professores – UFSCar**, São Carlos, 2013. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=934wiekO-8g>
Acesso em 09 de dezembro de 2015.
- JACOBY, S. I. S. & KOWALIK. **Mathematical moderling with computers**. NJ: Prentice Hall, 1980.
- JOHNSON-LAIRD, P. M. **El ordenador y la mente: Introducción a la ciencia cognitiva**. Trad. Alfonso Medina. Barcelona: Paidós, 1990.