



## AVALIAÇÃO EM MATEMÁTICA PARA ALÉM DA SALA DE AULA

Alvino Moser<sup>1</sup>  
Marcus Bessa de Menezes<sup>2</sup>

### Resumo

Este ensaio teórico discute as avaliações que são aplicadas na sala de aula de Matemática. Para isso, partiu-se de quem está ensinando e quem está aprendendo, sob a ótica das ciências neurológicas ou neurociências cognitivas. Esse olhar levou os pesquisadores ao campo da neuroepistemologia. Como norte da pesquisa, tiveram-se os trabalhos de Edelman, em que o autor propõe que o cérebro é seletcionista e não instrucionista, o que acarretaria em avaliações personalizadas ou individualizadas. Entender como o cérebro forma o conhecimento fornece informações para entender como os alunos aprendem e terá incidência sobre o modo de avaliar. Para adentrar a sala de aula, buscou-se algumas pesquisas que apontam para uma construção particular do objeto que se estuda, o que acarreta em diferentes formas de apresentar os resultados em uma atividade ou em uma avaliação, mediante ao saber em jogo no cenário didático. Assim sendo, o estudo leva a crer que as correções das avaliações devem ser individualizadas; que os docentes devem examinar tanto os erros como os acertos dos alunos para estabelecer categorias e, assim, ter subsídios para o planejamento de aulas de reforço e outras atividades.

**Palavras-chave:** Avaliação. Neuroepistemologia. Sala de aula de Matemática.

## EVALUATION IN MATHEMATICS BEYOND THE CLASSROOM

### Abstract

In our theoretical essay, we discuss usual math assessment in classroom. For this, we analyze evaluation from teachers and students point of view, taking account of neurological sciences or cognitive neurosciences perspective. We consider Edelman's work on neuroepistemology. Edelman's thesis states that the brain is selective and not instructional. From this thesis, we deduce that evaluation should be individualized, or personalized. If we understand how the brain forms knowledge then it's possible to know how students learn and this way we may design better evaluations. In order to apply this proposal in classroom, we analyze some research that notices the object of study is a particular learner's construction in the didactic scenario, which entails different ways to present activity or evaluation results. Therefore, evaluations must be individualized and teachers have to consider both students mistakes and the successes as reference for reinforcement activities or re-planning the classes.

**Keywords:** Evaluation. Neuroepistemology. Math classroom.

<sup>1</sup> Doutor em Filosofia – Université Catholique de Louvain. Professor do Centro Universitário Internacional – UNINTER. E-mail: moseral.am@gmail.com

<sup>2</sup> Doutor em Educação – UFPE. Professor da Universidade Federal de Campina Grande – UFCG. E-mail: marcusbessa@gmail.com

## Introdução

Ao se tratar de avaliação, em geral, procura-se determinar o que os alunos restituem do que lhes foi ensinado, ao passo que o docente precisaria se perguntar: Que se quer avaliar? Quais competências? Trata-se da restituição dos conhecimentos pelo aluno, avaliado pelo professor?

Mas a avaliação não é tão simples assim, seja na Matemática, como em qualquer outra disciplina. Geralmente, os professores se fazem as perguntas anteriores e, a partir destas, formulam as questões de avaliação em termos de competências e conhecimentos ensinados. Contudo, o professor educador precisa ir além desse patamar rasteiro e preocupar-se com a formação dos seus alunos.

É evidente que, ao se pensar sobre o que é avaliar, passa-se, necessariamente, pelo o que ensinar, que depende do porquê ensinar, do para quem ensinar, do como ensinar, determinando, assim, uma trajetória que deve ser percorrida quando queremos considerar o que avaliar em Matemática. Neste artigo, trataremos da questão de quem está sendo ensinado e aprendendo Matemática, o que nos leva ao campo da neuroepistemologia.

A neuroepistemologia, como a palavra o indica, analisa pela ótica das ciências neurológicas ou neurociências cognitivas os fenômenos e atividades que ocorrem no cérebro durante o processo de criação de um novo conhecimento. Já a epistemologia, nos próprios termos empregados por Edelman (2007), é o ramo da filosofia que se interessa pela natureza, pela extensão e pelas origens do conhecimento. Em síntese, é a teoria do conhecimento.

Gostaríamos de fundar a epistemologia sobre os resultados cientificamente certificáveis, mas gostaríamos também de avaliar a pertinência ou não pertinência dos fundamentos neurais desses resultados, e nisso incluindo os aspectos da subjetividade de base neural numa análise do conhecimento humano. (EDELMAN, 2007, p. 59)

O que é ensinado comumente nas instituições escolares sobre a origem do conhecimento, em geral, não levam em conta os avanços das neurociências nas pesquisas sobre o funcionamento do cérebro. Por isso, no documento da OCDE, para entender o cérebro (OCDE, 2002), afirma-se que a educação está no estágio pré-científico. O filósofo Edgar Morin (1984) nos alertava:

O problema da epistemologia complexa é fazer comunicar estas instâncias separadas (conhecimento cerebrais, biológicos, psicológicos, psicanalíticos, lógicos, etc.), e, de certo modo, de fazer o circuito. Não quero dizer que cada um de nós tenha de passar o tempo a ler, a informar-se em todos os domínios. Não. Mas o que digo é que,

quando se coloca o problema do conhecimento, logo o problema do conhecimento do conhecimento, somos obrigados a conceber os problemas que acabei de mencionar. Eles são inelutáveis. E não é porque é muito difícil informarmo-nos conhecermos, verificarmos etc., que devemos eliminar estes problemas. É necessário, com efeito, que nos apercebamos de que é muito difícil e que não é uma tarefa individual. É uma tarefa que necessita do encontro, da troca entre todos os investigadores e universitários que trabalham nestes domínios disjuntos e se fecham como ostras quando solicitados. (MORIN, 1984, p. 38)

Entender como o cérebro forma o conhecimento fornecerá informações para entender como os alunos aprendem e servirá para que os docentes reformulem a metodologia do ensino e, conseqüentemente, terá incidência sobre o modo de avaliar, não apenas a Matemática, como também qualquer outra disciplina. Na avaliação, os professores se preocupam com o conteúdo ensinado, sobretudo com os exames oficiais: PROVA BRASIL (Anresc), ENEM, ENADE, entre outros. Sobre esse assunto, Caillez (2017) afirma que, nos exames, as provas ocorrem de modo que o controle dos conhecimentos prevalece sobre a avaliação, e o controle dos conhecimentos é feito sobre aquilo que é ensinado e do modo como é ensinado. Contudo, isso acontece sem saber o significado do que deveriam aprender, gerando o vício do psitacismo<sup>3</sup>.

Não queremos afirmar que saber como o cérebro procede indicará como ensinar e avaliar. No entanto, ter conhecimento e consciência de como o conhecimento é produzido por seu sistema nervoso cerebral já é um passo para agir pedagogicamente de maneira científica.

### **Como o cérebro produz o conhecimento**

Não vamos entrar em detalhes neurológicos morfológicos e fisiológicos do que se passa no cérebro<sup>4</sup>, o que nos levaria a um outro domínio de estudo; baseamo-nos em Edelman em seu texto publicado em 2007. Apesar de ser uma obra de mais de 10 anos, acreditamos que para o escopo desse artigo ela ainda não foi superada, mas certamente foi complementada com detalhes mais específicos. Sabemos que nem todos os especialistas da área concordam com tudo o que o Prêmio Nobel afirma, mas cremos que serve para nosso propósito que é de propor uma reflexão nos docentes sobre a avaliação em sala de aula de Matemática.

---

<sup>3</sup> Perturbação psíquica que consiste em repetir palavras sem ter ideia do seu significado.

<sup>4</sup> Ver EDGAR MORIN, 2007.

Edelman<sup>5</sup> empreende o estudo da neuroepistemologia baseado na teoria da seleção dos grupos neurais (TSGN), que é uma teoria fundada na evolução do sistema neuronal, ou no darwinismo neural. Suas pesquisas médicas sobre como atua o sistema imunológico e a estrutura química dos anticorpos lhe renderam o prêmio Nobel em medicina em 1972. Posteriormente, ele dedicou-se ao estudo da formação da consciência e publicou, entre outras as obras: *Biologie de la conscience* (1994) e *La Science do Cerveau et la Connaissance* (2007), em co-autoria com Giulio Tononi.

Em *Biologie de la conscience*, no Posfácio, Edelman crítica o cognitivismo, segundo o qual a produção do conhecimento seria semelhante ao funcionamento algorítmico do computador. Dessa forma, não aceita a afirmação segundo a qual o cérebro seria um computador mais complexo que os produzidos pelo homem. Teoria que ele refuta a partir de três razões<sup>6</sup>:

1. O computador funciona segundo regras matemáticas, aritméticas ou lógicas, algoritmicamente e, como tal, precisa receber sinais ou comandos não ambíguos. Mas os sinais sensoriais que os receptores do cérebro recebe são ambíguos, não organizados: o mundo não está dividido em categorias codificadas.
2. As correntes nervosas que se formam nas sinapses são variáveis de indivíduo a indivíduo. Não existem dois cérebros iguais, nem mesmo os cérebros dos gêmeos. Não se pode controlar nem as entradas nem as saídas do cérebro. A inteligência artificial não funciona no cérebro, mesmo que as respostas cerebrais pareçam regulares.
3. Não nascemos com genes específicos, pois essas redes genéticas são extremamente variáveis e sua formação e expressão dependem do meio em que o indivíduo se encontra.

O corpo, como o cérebro, é fruto da evolução que ocorre num nicho eco cultural. Em consequência, os processos cerebrais, as ligações e conexões dos circuitos são selecionistas e dependerão da história pessoal de cada um.

Numerosas experimentações revelaram que a variação que reina na seleção desenvolvimental, a importância das modificações da força sináptica que entram em jogo na aprendizagem e na memória, e o aporte da reentrada para coordenar a

---

<sup>5</sup> A teoria da seleção de grupos neuronais (TSGN), também conhecida como darwinismo neural (DN), foi proposta por Gerald Edelman (1987; 1988; 1989; 1992. Ver tb. EDELMAN e TONONI, 1995, 2000) para tentar explicar os fenômenos mentais, incluindo os fenômenos conscientes, sob uma perspectiva neurocientífica.

<sup>6</sup> (EDELMAN, 2007, p. 34-35).

atividade das regiões do cérebro para sincronização de seus circuitos. (EDELMAN, 2007, pp. 34-35)

O resultado final da seleção do desenvolvimento e da seleção experiencial é o favorecimento de alguns circuitos em detrimento de outros. A seleção experiencial dá origem à formação de repertórios secundários de grupos neuronais, em resposta a padrões particulares de estímulos.

Resumindo a tese de Edelman (2007, p. 40): “Como o sistema imunitário o cérebro é selecionista. [...] Propus a tese do darwinismo neuronal [...] por razões de variedade anatômica microscópica”. E constatando que se formam em virtude do comportamento dos animais (logo, do homem), fortificando certas sinapses em detrimento do enfraquecimento de outras e as vias das sinalizações reentrantes mudam constantemente com a rapidez do pensamento, segue-se que o cérebro é selecionista e não instrucionista. Não é programado. A auto-organização do sistema cerebral é consequência da seleção resultante da evolução:

Segundo esta teoria, a lembrança de tal evento é uma propriedade de sistema dinâmico no qual o reforço e enfraquecimento sináptico favorecem os rearranjos de certos circuitos do objeto original. *Mas então, o sinal não vem do objeto original. Há antes estimulação, no seio do cérebro de um sujeito, circuitos reentrantes para proporcionar uma imagem ou um pensamento do objeto por relembração.* Nesse caso, a imagem é convocada porque o cérebro se fala a si mesmo. A memória, que é uma recategorização influenciada pelos sistemas de valor, troca a precisão extrema pelo poder de associação. (EDELMAN, 2007, p. 76)

Portanto, quando os alunos aprendem Matemática, ou outro tipo de saber, não aprendem de maneira uniforme entre eles: sua aprendizagem dependerá de sua evolução no nicho eco, social e cultural, ou, dito de outra forma, eles *selecionam* daquilo que lhes é ensinado ou do que ouvem ou leem de acordo com sua história individual.

A análise da evolução, do desenvolvimento da estrutura do cérebro torna altamente improvável a ideia de que o cérebro possa ser uma máquina de Turing [...] O cérebro possui uma enorme variabilidade estrutural entre indivíduos em numerosos níveis de organização [...] a estrutura do cérebro é altamente variável. (EDELMAN, 1994, p. 155)

Essa questão é considerada fundamental na obra de Edelman, afirmando ser essencial considerar que os cérebros selecionistas operam necessariamente no quadro dos condicionantes impostos pelos sistemas de valores diversos e únicos de cada cérebro. Tais sistemas de valores, que modulam as respostas sinápticas e são constituídas de redes neurais ascendentes e dispersas, como já assinalado, são os neurotransmissores: dopamina, noradrenalina, acetilcolina e outros.

A tríade fundamental envolvida na construção da cognição pelo cérebro é formada pela categorização perceptiva (percepção), pela atenção e pela memória (memorização). A categorização perceptiva das informações, que se inicia com os dados que são captados do ambiente pelos sentidos, é operada pelas conexões sinápticas que se conectam e reconectam, segundo os princípios anteriormente assinalados. No entanto, acrescenta:

Embora a categorização e a memória sejam necessárias para a aprendizagem, não são suficientes. É preciso ainda que estejam conectadas aos sistemas de valor por intermédio das partes do cérebro diferentes daquelas que efetuam as categorizações. A condição suficiente para a adaptação é proporcionada pela conexão dos assim denominados centros hedonistas e o sistema límbico do cérebro, de maneira que satisfaçam as necessidades homeostáticas e outras. As diversas estruturas cerebrais carregadas de valores – sobretudo o hipotálamo, diversos núcleos do mesencéfalo e a outros que apareceram durante a evolução. (EDELMAN, 1994, p. 155)

As percepções não produzem imagens dos objetos e do mundo; os neurônios captam essas imagens e as interpretações são feitas pelo cérebro consciente: a categorização perceptiva não é cópia nem representação da realidade; segundo Eccles e Popper (1991):

Cada um de nós acredita estar vivendo diretamente no inundo que nos cerca, sentindo seus objetos e eventos de uma forma precisa, vivendo num tempo real, que transcorre normalmente. Eu afirmo que isto não passa de uma ilusão da percepção, porque cada um de nós enfrenta a partir de um cérebro ligado ao que “está fora” por alguns milhões de frágeis fibras nervosas sensoriais. Esses são nossos únicos canais de informações, nossas linhas vitais para estabelecer nosso vínculo com a realidade. Estas fibras nervosas sensoriais não são gravadores de alta-fidelidade, pois elas acentuam certos aspectos dos estímulos, negligenciando outros. O neurônio central é um contador de histórias, no que diz respeito às fibras nervosas aferentes; e ele nunca é inteiramente digno de crédito, permitindo certas distorções de qualidade de medida, dentro de uma relação especial não natural, tidas isomórficas, entre “exterior” e “interior”. *A sensação é uma abstração, não uma réplica do mundo real.* (ECCLES; POPPER, 1991, p. 315)

Ora, como vai o docente saber qual abstração o cérebro de todos e de cada um de seus alunos vai fazer? Desses pressupostos: da unicidade do cérebro, da variação imensa de conexões cerebrais, da modulação dos neurotransmissores, das variadas categorizações perceptivas individuais, da abstração que se dá em primeira pessoa, como proceder para avaliar? O que avaliar na solução de problemas postos aos alunos?

### **Implicações para avaliação em Matemática**

Os pressupostos teóricos expostos, se levados em sua devida conta, tem incidência fundamental tanto para o ensino como para avaliação. Apresentaremos algumas

considerações, mas há uma constatação liminar que contradiz diretamente o sistema de avaliação vigente. A saber, as provas são elaboradas de maneira uniforme, são únicas para cada turma e únicas para os sistemas municipais, estaduais ou federais. E onde fica “a história de cada aluno”? Há um falso pressuposto de se estar sendo democrático.

Pelos pressupostos dos estudos de Edelman, as avaliações deveriam ser personalizadas ou individualizadas, mas isto acarretaria sérios problemas aos avaliadores. Não é o que pretendemos propor, mas, sim, que as correções sejam individualizadas (As provas de concursos ou do ENEM e do ENADE são classificatórias e não cabem no escopo destas considerações aqui apresentadas). Explicamos, a seguir, nossa proposta.

Em primeiro lugar, as questões de matemática não devem vir com as respostas, pois, nesse caso, teremos alunos que procurarão chegar à resposta por procedimentos que não refletem o que foi trabalhado em sala de aula. Este é um conhecimento essencialmente lógico, isto é, as conclusões devem ser deduzidas de premissas ou de axiomas segundo raciocínio válido.

Em segundo lugar, sem esquecer as pesquisas de Piaget, a epistemologia genética aponta para quatro etapas no desenvolvimento mental dos indivíduos: a fase sensória motora, de 0 a 2 anos; a fase pré-operacional, dos 3 a 7 anos; a etapa operacional concreta, dos 8 a 11 anos; e a etapa das operações simbólicas ou formais<sup>7</sup>.

Por conseguinte, o professor, nas avaliações, procurará determinar em que estágio está o aluno, pois a idade não é indicador suficiente, como aponta Vygotsky (2010), e necessita de comprovação experimental, que é fornecida pelos exercícios em classe e pelas avaliações. Fala-se, sim, em avaliação formativa, mas raramente se vai ao cerne da questão. Saber onde e em que o aluno errou não é saber realmente porque não acertou. Em outros termos, urgente se faz determinar o real estágio intelectual de desenvolvimento do aluno, ou, como assinala Vygotsky (2010), qual é a Zona de Desenvolvimento Real (ZDR) em que se encontra e, a seguir, delinear qual é a Zona de Desenvolvimento Proximal ou Potencial (ZDP) do aluno. Esses conhecimentos fornecerão subsídios para que os docentes possam propor atividades para sanar as dificuldades e indicar qual possível trajetória que o aluno poderá seguir.

A apropriação do saber não se dá de maneira direta: ela é, em essência, mediada por sistemas simbólicos (VYGOTSKY, 1984; VYGOTSKY; LURIA; LEONTIEV, 1998). Dentre os chamados “sistemas simbólicos”, a linguagem assume um papel relevante. É ela a principal

---

<sup>7</sup> Ver PIAGET, 1999.

responsável pela transmissão cultural, na abordagem vygotskiana, e o principal instrumento simbólico mediador na sala de aula. É através da linguagem que professores e alunos organizam, propõem e executam sequências de atividades que possibilitam, nas suas múltiplas interações, negociar e compartilhar significados.

Se ampliarmos a ideia de linguagem enfocada pelas teorias socioculturais, e considerando a importância dessa no contexto da educação, caminhamos em direção à investigação do discurso educacional como uma ferramenta essencial na análise dos fenômenos didáticos. A concepção de “discurso”, nessa linha de pensamento, amplifica a ideia de linguagem, podendo o discurso ser entendido, então, como “linguagem em ação” (COLL, 1998).

O que os estudos de Piaget e Vygotsky mostram também está em consonância com a teoria de Edelman de que o conhecimento depende do nicho eco cultural no qual os alunos estão envolvidos e no qual se desenvolvem. As pesquisas realizadas por Luria e sua equipe, embora realizadas na década de 1930, estão de acordo com a hipótese de Edelman.

Os membros da equipe propuseram-se verificar as teses de Vygotsky sobre a formação social da mente e concluem que:

[...] há uma grande variabilidade em relação aos indivíduos nos sistemas cognitivos.  
[...] As propriedades que os humanos utilizam efetivamente para determinar as categorizações são interativas e dependem de diversas variáveis biológicas, culturais e ambientais. (LURIA, 1992, p. 72)

Em seguida, as questões devem ter alguma relação com o mundo real dos alunos, para que percebam que há algum sentido no problema. As pessoas simples (JPFs<sup>8</sup>) resolvem com negociações e, socialmente, constroem significados, havendo uma colaboração e coconstrução do conhecimento<sup>9</sup>. Os alunos, por outro lado, estão num mundo acadêmico, em outra situação fictícia e temporária, que talvez não importe para sua vida. Aprendem sem saber se vão, nem quando, nem onde, nem como aplicar. Será que isto é considerado ao se planejar o conteúdo a ser trabalhado em sala de aula? Há, em nosso ver, uma situação completamente distante da realidade e, senão geralmente, desinteressante para o aluno.

É o que mostram Brown, Collins e Duguit (1989), na tabela a seguir:

#### **JPF, Practitioner, and Student Activity**

---

<sup>8</sup> JPFs – Pessoas simples, taxonômicas e Atividades dos Estudantes.

<sup>9</sup> Ver em SIEMENS, George. Knowing Knowledge. George Siemens. A Creative Commons licensed version is available online at [www.knowingknowledge.com](http://www.knowingknowledge.com) e [http://www.elearnspace.org/KnowingKnowledge\\_LowRes.pdf](http://www.elearnspace.org/KnowingKnowledge_LowRes.pdf)

	<b>Pessoas simples</b>	<b>Estudantes</b>	<b>Profissionais</b>
<b>raciocinam com:</b>	estórias causais	Leis	modelos causais
<b>agem sobre:</b>	Situações	Símbolos	situações conceituais
<b>resolvendo:</b>	problemas emergentes e dilemas	problemas bem-definidos	problemas mal definidos
<b>produzindo:</b>	sentido negociável & compreensão construída socialmente	sentido fixo & conceitos imutáveis	sentido negociável & compreensão construída socialmente

Fonte: Brown, Collins e Duguit (1989)

Para ilustrar, segue o problema do Quadrado Mágico: Colocar os números de 1 a 9 nos quadrados menores para que a soma dos dígitos das colunas, das linhas e das diagonais seja a mesma. Quando preenchido, recebe o nome de Quadrado Mágico. Se for um simples exercício tradicional, os professores se contentam quando os alunos acertaram a resposta. Mas se quiserem ensinar estratégias de solução, então, poderão propor que os alunos resolvam colaborativamente e encontrem várias maneiras de proceder. Podemos remeter à ideia de representação espontânea ao que diz Bachelard (1996): “em qualquer idade, o espírito não é jamais virgem, tábua lisa ou cera sem impressão”.

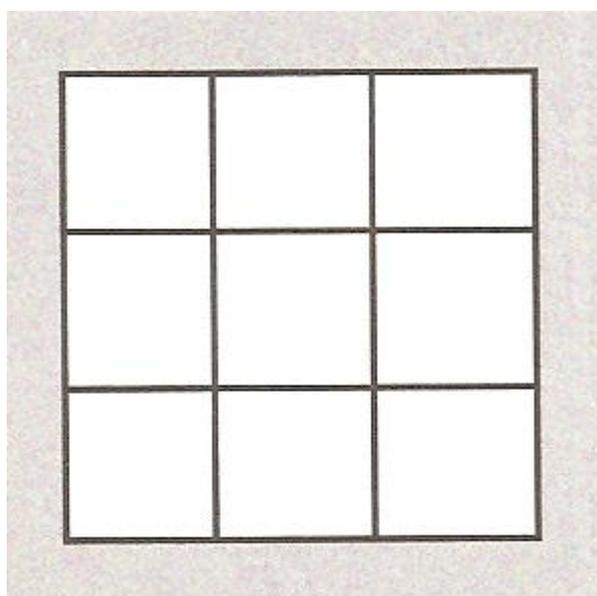


Figura 1 – Quadrado Mágico  
Fonte: Elaborado pelos autores.

Se considerarem que o 9 deve ocupar o centro estão aprendendo a ter um foco preciso e ver as consequências resultantes. Assim, em equipe, explorarão diversas estratégias de chegar ao resultado e desenvolverão raciocínios diferentes. E, como esse exemplo simples, há

muitos outros que cada professor pode explorar no dia a dia, abrindo espaço à imaginação e ao exercício da autonomia e da liberdade. Nesse sentido, Papert (2017) afirma que “Não devemos aprender a dar respostas certas ou erradas, temos de aprender a solucionar problemas”.

Santos, Araújo e Silva (2000) mostraram como quatro alunos chegaram à mesma resposta por caminhos ou métodos diversos: tratava-se de distribuir 350 lápis para 35 colegas. Todos obtiveram a resposta correta, 10, mas cada aluno usou uma estratégia diferente. Nessa avaliação, o professor não pode apenas se contentar em dar como correta a resposta, mas em procurar inferir *como o cérebro cria Matemática*, parafraseando Stanislas Dehaene<sup>10</sup>.

Em geral, os professores não consideram os métodos heurísticos dos alunos por não serem os convencionais ou os que os manuais didáticos trazem. Além de impedir as manifestações de autonomia e de liberdade dos alunos, estes são engessados pelo método dito “clássico” e tido como correto pelo corpo acadêmico. Assim, implicitamente, desvalorizam-se as heurísticas individuais, que não são aceitas em sala de aula. Os alunos podem usar heurísticas frágeis, mas não podem ser descartadas liminarmente, pois a criação nasce, muitas vezes, do imprevisto e do imprevisível. Se não fosse isso correto, como explicar o progresso e os avanços da matemática e de qualquer ciência.

Lave e Wenger (2009) descrevem situações em que alguns alunos se sentem forçados a disfarçar “suas estratégias” eficazes, de modo que os docentes acreditem que eles resolverem os problemas da forma como lhes foi ensinada. Contudo, a aprendizagem não se dá apenas em aula; aprende-se com os pares, com os pais, com grupos virtuais de todos os tipos. Além disso, estudos de antropologia mostram que há várias matemáticas segundo a cultura.

Bessa de Menezes (2010), em seu trabalho de tese, aponta que o aluno reconstrói os conhecimentos que são apresentados em sala de aula, de acordo com as relações com as quais se depara em seu cotidiano. Ainda sobre esse aluno, nós o entendemos como um sujeito ativo no processo de ensino-aprendizagem, em que o conhecimento é fruto de elaborações e reelaborações, no qual constrói representações mentais sobre o mundo real ou sobre objetos abstratos e, assim, constrói sua própria estrutura cognitiva, sua inteligência. Igualmente, a relação com o mundo não é direta, mas, sim, mediada por sistemas simbólicos, criando uma

---

<sup>10</sup> DEHAENE, S. “The number sense: How the mind creates mathematics”. [cognitionandculture.net/wp.../the-number-sense-how-the-mind-creates-mathematics.pdf](http://cognitionandculture.net/wp.../the-number-sense-how-the-mind-creates-mathematics.pdf)

relação “triangular”: indivíduo-mundo-mediador (quer seja esse mediador o outro – pessoa – ou os objetos e os signos).

Assim sendo, o conhecimento, por sua vez, não é entendido como uma construção solitária. Ele é historicamente construído e culturalmente organizado. Nesse processo, a sala de aula será entendida como um palco de negociação de significados, em que os conhecimentos historicamente construídos são organizados de forma a serem objetos de negociação entre professor e alunos. Estes últimos se apropriam dos saberes científicos e culturais, por meio das múltiplas interações vividas naquele contexto.

No tocante à avaliação, essa negociação de significados, realizada em sala de aula, estabelece normas para a identificação de uma possível aprendizagem. Sobre esse ponto, Bessa de Menezes (2010) avança, ao afirmar que:

[...] pensando nesse aluno como uma pessoa, que é composta de diversos sujeitos de várias instituições diferentes, carregando consigo elementos destas relações. Com isso, reconstrói o conhecimento para si, percebendo-o de uma maneira particular, que talvez não seja reconhecida, ainda, pelos sujeitos que estão ao redor, porém, sempre tentando deixar esse olhar em conformidade com as instituições ao seu redor, como observamos na autonomia de alguns alunos durante a resolução dos exercícios da lista.

São essas relações com outras instituições, fora da sala de aula, que poderão dar o “tom” desta re-construção. É ela que irá limitar, ou ampliar, as afirmações e as aplicações dessa nova forma de ver o saber, visto que, esse aluno, terá que dar conta, de certo modo, em todas as instituições. Entendemos que o saber não aparecerá do mesmo modo em todas as instituições, mas deverá ser reconhecido em todas elas, para poder ser considerado um objeto delas. (BESSA DE MENEZES, 2010, p. 138)

Brito Lima (1996), em seus estudos, questionou alunos sobre o porquê de, numa determinada equação, o número, ao ser transposto para o outro membro, aparecia, por exemplo, com um sinal negativo a sua frente. As justificativas das crianças entrevistadas era a de que “ao mudar de lado, deve-se mudar o sinal”.

Outros alunos, quando questionados sobre o porquê desse procedimento, justificavam que era “porque tinha que usar a operação inversa”, sem, contudo, explicar o porquê do uso de tal operação. Quando a pesquisadora/entrevistadora insistia ainda mais, quase sempre a resposta final era: “porque o professor ensinou assim”.

[...] não só no ensino de matemática, mas de qualquer disciplina: o que o professor ensina deve ser aprendido e aplicado, sem que necessite de muitas explicações. Se ele ensinou, deve ser cumprido. Dessa forma, as respostas são banais: “porque tem que ser assim”; “porque senão dá errado”; sem que, na verdade, o aluno apresente o argumento formal que justifique tal procedimento. (BRITO LIMA, 1996, p 82)

Nesse ponto, os trabalhos de Lave e Wenger (2009), Bessa de Menezes (2010) e Brito Lima (1996) convergem. Ou seja, durante o processo de avaliação, pode ser imposta uma

forma de resolução que é pretendida/estabelecida pelo professor, porém, que nem sempre *essa forma* é como o aluno realmente construiu o conhecimento que está em jogo no cenário didático. Assim sendo, essa *imposição* poderá trazer uma falsa impressão de aprendizagem, pois o aluno poderá apresentar uma simples repetição do que foi realizado em sala, porém, sem saber justificar o que foi feito. Sob esse aspecto, a avaliação poderá limitar a criatividade, um dos elementos fundamentais da autonomia e essencial para a construção de conhecimentos.

[...] pudemos observar (objetos ostensivos) alguns alunos quando questionados pelos colegas sobre o porquê do modo que haviam feito determinados subtipos de tarefa, eles respondiam: “Eu fiz exatamente como o professor fez”. Outra resposta dada por eles era: “Eu fiz exatamente como está no livro”. Assim, acreditavam que estavam fornecendo as justificativas e explicações necessárias para responder pelas suas escolhas e pelo modo como foi alcançada a solução. Alcançar a solução é, sem dúvida, o maior objetivo dos alunos em Matemática, porém, para alguns, sem importar a forma ou o meio para chegar lá. Em muitos casos, diante de um contrato didático, estabelecido em sala de aula, em que o professor valoriza a resposta em detrimento da construção da solução da questão, encontrar o “x” da questão mantém os alunos em conformidade com as instituições escolares. (BESSA DE MENEZES, 2010, p. 144)

Nessa perspectiva, o processo de avaliação pode se tornar um vilão da aprendizagem. Ao limitar os alunos a repetir o que foi apresentado em sala de aula, o professor priva a capacidade criativa deles, além de desencorajá-los a pensar. Nesse sentido, é fundamental tornar a educação mais pessoal, em vez de linear.

As consequências de tais escolhas têm se refletido de forma bastante marcante nos resultados de nossos alunos, além de contribuir para o grande índice de evasão em nossas escolas, na medida em que não conseguimos dar significado à Matemática que estamos ensinando.

### **Considerações finais**

A matemática escolar, normalmente, possui uma relação desconexa com a realidade. No mundo em geral, a Matemática é feita por geólogos, biólogos, engenheiros, nos fármacos, nos aparelhos de todos os tipos, dos simples aos sofisticados; do banco ao avião automatizado; por médicos, nos laboratórios, nas análises clínicas e muitos outros que a aplicam. É bem diferente do que se faz nas escolas em que tudo é feito no papel e à mão.

Apoiados por algumas pesquisas (CHEVALLARD, 1998; ARAÚJO, 2009; BRITO MENEZES, 2006), devemos ter em mente que o aluno se relaciona com o saber em jogo sob

um olhar particular. Ou seja, o sujeito da ação (o aluno) se apropria do saber de uma forma particular. O ser nasce indivíduo e, a partir das relações que tem com as instituições que “cruzam” a sua vida (família, língua, bairro, escola...), se torna sujeito de cada uma delas.

Esse ser se adequa à forma e à maneira de cada instituição, transformando-se em um sujeito em conformidade com elas. Às vezes de forma ativa, com certa intencionalidade, interagindo, mudando e sendo mudado por elas. Em outros casos de forma indiferente, em que, simplesmente, aceita as normas e regras sem contestá-las.

Assim sendo, pensando nesse aluno como uma pessoa, que é composta de diversos sujeitos de várias instituições diferentes, carregando consigo elementos destas relações, ele reconstrói o conhecimento para si, percebendo-o de uma maneira particular que talvez não seja reconhecida, ainda, pelos sujeitos que estão ao redor. Contudo, sempre tentando deixar esse olhar em conformidade com as instituições que o circundam.

São essas relações com outras instituições, fora da sala de aula, que poderão dar o «tom» desta reconstrução dos conhecimentos trabalhados em sala. São elas – as relações – que irão limitar, ou ampliar, as afirmações e as aplicações dessa nova forma de ver esses conhecimentos, visto que, o aluno, terá que dar conta, durante as avaliações. Nesse sentido, apesar das avaliações escolares serem amplas, ou seja, uma única avaliação é aplicada para todos os alunos, não devemos deixar de levar em conta as construções individuais de cada um desses alunos. Não podemos transformar a avaliação em matemática numa espécie de sistema binário, em que a aquisição do conhecimento se traduz por uma escala na qual os valores são representados por 0 e 1; dessa forma o valor 1 corresponde a uma aquisição completa e definitiva, enquanto o valor 0 representaria a não aquisição de certo objeto de conhecimento (SANTOS; ARAÚJO; SILVA, 2000).

Por outro lado, as pesquisas em avaliação têm se concentrado na avaliação de programas ou de efeitos de aprendizagens específicas, ao invés de se preocupar com as avaliações individuais dos alunos. Menos ênfase ainda se tem dado às diferenças entre os alunos e à ajuda que lhes seria possível dar a partir de uma observação instrumentalizada de seus comportamentos.

Evidentemente, uma mudança no processo avaliativo não garantirá que esse sujeito vá ser capaz de, um dia, mobilizar os saberes escolares para resolver problemas de sua vida cotidiana. De fato, o que frequentemente encontramos é uma espécie de conduta adaptativa e de sobrevivência, em que os alunos seriam meros estrategistas de um jogo em que cada uma

das partes executa seu papel: os professores pensam que ensinam e os alunos fingem que aprendem ou apenas se conformam (SPÓSITO, 2004).

Somados a esses aspectos, os resultados da neuroepistemologia de Edelman, articulados como os estudos de Piaget, Lave, Brown, entre outros, nos levam a inferir que a avaliação não deve se satisfazer apenas com o acerto da resposta, nem somente se o aluno seguiu o método ou estratégia ensinada em aula. Mas é necessário que, nas análises dos exercícios e das avaliações de qualquer espécie, os docentes examinem tanto os erros como os acertos dos alunos para estabelecer categorias e, assim, ter subsídios para planejamento de aulas de reforço e outras atividades. Cumpre, portanto, com professores que estão em exercício, realizar pesquisas para construir os quadros categóricos aos quais nos referimos.

## Referências

ARAÚJO, A. J. **O ensino de álgebra no Brasil e na França: estudo sobre o ensino de equações do 1º grau à luz da teoria antropológica do didático.** 2009, 290f. Tese (Doutorado em Educação) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2009.

BACHELARD, G. **A Formação do Espírito Científico.** São Paulo: Contraponto, 1996.

BESSA DE MENEZES, M. **Praxeologia do Professor e do Aluno: uma análise das diferenças no ensino de Equações do Segundo Grau.** 2010, 177f. Tese (Doutorado em Educação) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2010.

BRITO LIMA, A. P. **O desenvolvimento da representação de igualdades.** 1996. Dissertação de Mestrado (Mestrado em Psicologia) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 1996.

BRITO MENEZES, A.P. **Contrato Didático e Transposição Didática: Inter-relações entre os fenômenos didáticos na iniciação à álgebra na 6ª série do Ensino Fundamental.** 2006, 410f. Tese (Doutorado em Educação) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2006.

BROWN, J. S.; COLLINS, A.; DUGUID, P. Situated Cognition and the Culture of Learning. **Educational Researcher**, v. 18, n. 1. p. 32-42, (Jan - Feb), 1989.

CAILLET, J. C. **La classe renversées. L’Innovation pédagogique par le changement de posture.** Paris: Ellipses Édition Marketing S.A., 2017, p. 21.

CHEVALLARD, Y. Analyse des pratiques enseignantes et didactique des mathématiques: l’approche anthropologique. In : L’UNIVERSITE D’ETE, **Actes de l’Université d’été La Rochelle**, IREM, Clermont-Ferrand, France, 1998, p.91-118.

COLL, C. A construção de significados compartilhados em sala de aula: atividade conjunta e dispositivos semióticos no controle e acompanhamento mútuo entre professor e alunos. In: COLL, C.; EDWARDS, D. (orgs.). **Ensino, Aprendizagem e Discurso em Sala de Aula: Aproximações ao Estudo do Discurso Educacional**. Porto Alegre: Artes Médicas, 1998.

EDELMAN, G. **La Science do Cerveau et la Connaissance**. Paris: Odile Jacob, 2007.

\_\_\_\_\_. **Biologie de la conscience**. Paris: Odile Jacob, 1994.

EDELMAN, G.M. ; TONONI, G. **Comment la matière devient conscience**. Paris: Odile Jacob, 2000.

ECCLES, J.; POPPER, K. R. **O eu e seu cérebro**. Campinas: Papyrus, 1991.

LURIA, A. R. **A construção da Mente**. Traduzido por Marcelo Brandão Cipolla. São Paulo: Ícone, 1992.

LAVE, J.; WENGER, E. **Situated learning: Legitimate Peripheral participation**. 20 ed, Cambridge- New York: Cambridge University Press, 2009.

MORIN, E. **Epistemologia da complexidade**. Mira-Sintral: Publicações Europa América, 1984.

\_\_\_\_\_. **La science du cerveau et de la connaissance**. Paris: Odile Jacob, 2007.

OCDE. **Rumo à nova ciência do aprendizado**. Síntese. 2002. Disponível em : <<http://www.oecd-ilibrary.org/docserver/download/9789264174986-sum-pt.pdf?expires=1515620130&id=id&accname=guest&checksum=17017A115BF870C4A6A83DA277C15641>>

PAPERT, S. **Entrevista concedida a Ana de Fátima Souza**. Disponível em: <https://www.dimap.ufrn.br/~jair/piu/artigos/seymour.htm>. Acesso em 10 maio 2017.

PIAGET, J. **Para onde vai a educação**. São Paulo: José Olympio, 1976.

\_\_\_\_\_. **Seis estudos de psicologia**. 24ª edição. Rio de Janeiro: Forense, 1999.

SANTOS, M. C.; ARAÚJO, A. J.; SILVA, N. K. B. N. Avaliar com os Pés no Chão... da classe de Matemática. In: CARVALHO, M. N.; UYTFENBROEK, X (Orgs). **Avaliar com os pés no chão da escola**. 1ª Edição. Recife: EDUFPE, 2000, p. 119-148.

SPÓSITO, M. (Des)encontros entre os jovens e a escola. In FRIGOTTO, G.; CIAVATTA M. (Orgs). **Ensino Médio: ciência, cultura e trabalho**. Brasília, MEC, 2004.

VYGOTSKY, L. S. Aprendizagem e desenvolvimento na Idade Escolar. In: VYGOTSKY, L.; LURIA, A.; LEONTIEV, A.N. **Linguagem, desenvolvimento e aprendizagem**. 11ª. Edição. São Paulo: Ícone, 2010, p. 103-116.

VYGOTSKY, L.S. **A Formação Social da Mente**. São Paulo: Martins Fontes, 1984.

VYGOTSKY, L.S.; LURIA, A.; LEONTIEV, A. **Linguagem, Desenvolvimento e Aprendizagem**. 6ª edição. São Paulo: Ed. Ícone (USP), 1998.

Recebido em: 14 de maio de 2017.

Aprovado em: 09 de dezembro de 2017.