



## **AVALIAÇÃO FORMATIVA E OS INSTRUMENTOS METACOGNITIVOS DE AVALIAÇÃO EM EDUCAÇÃO MATEMÁTICA: UMA AJUDA EFETIVA AO ENSINO E A APRENDIZAGEM**

Domício Magalhães Maciel<sup>1</sup>

### **Resumo**

Este trabalho apresenta um modelo de avaliação formativa, numa perspectiva sociocognitivista, para, então, discorrer mais detidamente sobre a diversificação dos instrumentos avaliativos num processo de ensino-aprendizagem de Matemática. Antes, traz-se uma reflexão sobre o pensamento de uma professora de Matemática acerca dos instrumentos de avaliação em sua prática avaliativa. Revelam-se os movimentos da área da Educação Matemática, visando dar um caráter formativo à avaliação, deslocando seu foco da exclusão para a inclusão. Destacam-se dois instrumentos avaliativos que consideram a aplicabilidade do desenvolvimento da metacognição no processo da aprendizagem em Matemática, apresentando algumas práticas de seu uso. Espera-se contribuir com o processo ensino-aprendizagem ao propor a integração da avaliação nesse processo.

**Palavras-chave:** Educação Matemática. Avaliação Formativa. Instrumentos de Avaliação. Metacognição.

### **FORMATIVE EVALUATION AND METACOGNITIVE INSTRUMENTS OF EVALUATION IN MATHEMATICS EDUCATION: AN EFFECTIVE AID TO TEACHING AND LEARNING**

### **Abstract**

In this work, we present a formative evaluation model, from a sociocognitive perspective, to then discuss more closely the diversification of the evaluation instruments in a teaching-learning process of Mathematics. Rather, we bring a reflection on the thought of a Mathematics teacher about the instruments of evaluation in her evaluative practice. We reveal the movements of the area of Mathematics Education aiming to give a formative character to the evaluation, shifting its focus from exclusion to inclusion. We highlight two evaluation instruments that consider the applicability of the development of metacognition in the learning process in Mathematics, presenting some practices of the same. We hope to contribute to the teaching-learning process by proposing the integration of evaluation in this process.

**Keywords:** Mathematics Education. Formative Evaluation. Evaluation Instruments. Metacognition.

---

<sup>1</sup> Doutorando em Educação Matemática pela Universidade Estadual Paulista (UNESP). Mestre em Educação - Educação Matemática pela Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP). Professor Adjunto do Departamento de Matemática da Universidade Federal do Maranhão (UFMA). São Luís – Ma. E-mail: domicio.ufma@gmail.com

## **Pensando no que fala Moriel sobre os instrumentos de avaliação**

Conhecemos uma Professora de Matemática do Ensino Médio, que se apresentou como Moriel. Conversamos muito sobre a sua prática avaliativa e trazemos, neste trabalho, um recorte de nossas reflexões sobre o que ela pensava naquele momento a respeito de suas práticas avaliativas, à luz de teorias e práticas existentes sobre a avaliação formativa e, em particular, no contexto da Educação Matemática.

O empenho de Moriel em tornar o aluno ativo e participativo em sala de aula é coerente com a sua concepção de avaliação, quando diz ser esta “o dia a dia do aluno em sala de aula”. O seu modo de manter o aluno atento às discussões, fazendo perguntas sobre o que ele não entende, permite-lhe controlar aquele que fica desatento, os tipos de erros e dificuldades de todos. Já na avaliação que faz dos procedimentos dos alunos ao resolverem exercícios, ela considera como lacunas precedentes as que advêm de falhas na aprendizagem da Matemática elementar. Moriel ainda pontua que sua ação pedagógica junto à aprendizagem do aluno é a de acompanhar o processo e não somente o resultado.

No entanto, a prova é o instrumento privilegiado em sua prática avaliativa. Um dos motivos que Moriel tem para dar relevância à prova, apesar de afirmar que utiliza outros instrumentos de avaliação, é a convicção de que esta é um meio de fazer os alunos estudarem. Mas qual a validade de uma sessão intensa de estudos se, no momento da prova, o aluno não está inteiramente livre para resolver uma questão, considerando o tempo limitado para resolvê-la, fazendo todas as associações que faz com o resultado da prova, como a expectativa dos pais, a possibilidade de ser reprovado ou ficar “de recuperação”, ser comparado com outros alunos, e outras ainda, levando-o a entrar num estado de ansiedade que influencia negativamente na resolução de um problema?

A prova, como Moriel entende, é um meio de levar o aluno a estudar. Entretanto, se isso é a contribuição que a avaliação pode dar às aprendizagens de Matemática de seus alunos, o resultado mostra que eles ou não estudaram, ou não estudaram de forma eficaz, ou então, apesar de estudarem muito, algo de natureza psicológica interferiu em sua realização.

Caso a primeira hipótese seja a causa do resultado negativo, fica evidente que o fato de existir a prova não é uma condição que motiva em todos os casos o aluno a estudar. Caso seja válida a segunda hipótese, o fato de ser obrigado a estudar por causa da prova não garante demonstração de aprendizado, se o aluno não tem uma estratégia de aprendizagem eficaz. Se a última hipótese for verificada, a prova, feita da forma como é feita, vinculada a outras

necessidades alheias à aprendizagem, como a nota, a aprovação/reprovação etc., elimina o efeito motivacional que poderia produzir no aluno, principalmente se o resultado for negativo para ele.

Então, é contraditório justificar a prova como uma necessidade motivacional em função das variáveis psicológicas envolvidas nela, como a motivação para aprender, as crenças de autoeficácia e as estratégias cognitivas e metacognitivas relacionadas à realização dela, sem falar da falta de adaptações do ensino e da regulação da aprendizagem após a informação sobre o seu resultado. Além disso, em termos dos aspectos motivacionais, a prova pode perder esse caráter, se o grau de dificuldade das questões for minimizado.

Moriel também justifica a sua sustentação na prova pela garantia de uma avaliação segura, por ser objetiva. Podemos entender, assim, que a participação dos alunos nas atividades feitas em classe não gera informações confiáveis para ela, no sentido de fazer um juízo de valor das aprendizagens matemáticas deles, por serem subjetivas. Temos, aqui, uma concepção tecnicista da avaliação, ao minimizar a importância do processo na hora de fazer o juízo de valor, pela subjetividade que o caracteriza. Isto nos leva a concluir que, na prática, a avaliação desenvolvida por Moriel é predominantemente somativa. O tópico seguinte explica porque afirmamos isso.

Defendemos que a prática de avaliação de Moriel contribuiria mais para a aprendizagem de Matemática de seus alunos se não se prendesse tanto à prova como meio objetivo de informar burocraticamente os resultados de seu trabalho pedagógico. Vejamos, a seguir, os aconselhamentos que os teóricos da Educação/Educação Matemática e áreas afins dariam a Moriel no sentido de tornar formativa a sua avaliação.

### **O que os teóricos da Educação/Educação Matemática aconselhariam a Moriel para tornar formativa a sua avaliação?**

Michel Scriven revolucionou a teoria da avaliação, em 1967, com a publicação de *The Methodology of Evaluation*, em que criou os conceitos da *avaliação formativa* e *avaliação somativa*. Antes de Scriven, após um ciclo de intervenções pedagógicas, fazia-se um teste (avaliação somativa) para detectar quais os objetivos alcançados num programa de ensino. Com ele, a forma como se dava o processo (avaliação formativa) passou a ser considerada para possibilitar intervenções no mesmo, enquanto ainda estava em curso (SOUSA, 1998). Entretanto, as suas ideias se restringiram à avaliação de currículo, sendo Lee J. Cronbach o primeiro a utilizar a avaliação formativa no processo ensino-aprendizagem

(CARDINET, 1986). Com a sua obra *Handbook on Formative and Summative Evaluation of Student Learning*, Benjamim S. Bloom e colaboradores deram os primeiros passos para o ensino individualizado, utilizando, para isso, a avaliação formativa. Contudo, ele dava ênfase ao produto, sendo esta uma limitação para uma educação que objetiva a integração do indivíduo consigo mesmo e com os seus semelhantes (DEPRESBITERIS, 1989).

Contraopondo-se ao aspecto puramente cognitivo da avaliação formativa, autores como Allal (1986), Perrenoud (1999), Cardinet (1986) e Hadji (1994), entre outros, passaram a fazer o vínculo sociedade-aluno, dando à avaliação formativa um enfoque mais humano, em que o processo passou a ter mais relevância, sendo que o produto deixou de ser a preocupação essencial da avaliação. Essa nova perspectiva dada à avaliação, e em particular à avaliação formativa, surgiu depois das denúncias feitas pelos sociólogos da Educação a respeito do caráter reprodutivo das desigualdades sociais associado à escola: Louis Althusser, em 1969, com sua obra *Ideologia e Aparelhos Ideológicos de Estado*; P. Bourdieu e J. C. Passeron, em 1970, com sua obra *A Reprodução: elementos para uma teoria do sistema de ensino*; e C. Baudelot e R. Establet, em 1971, com a sua obra *Teoria da Escola Capitalista*.

Em relação ao processo, que passou a ser relevante, a área da Psicologia Cognitiva, por sua vez, tem dado muitas contribuições no sentido de possibilitar uma maior eficácia das estratégias cognitivas e metacognitivas dos alunos, além de estudar as relações de causa e efeito existentes no contexto sociopedagógico, incluindo aí os processos avaliativos que influenciam na aprendizagem e/ou nos resultados das avaliações eminentemente somativas. Essa área de conhecimento ainda trata de outras variáveis psicológicas que são influenciadas quando da realização de uma atividade, tais como motivação, autoestima, crenças de autoeficácia e metas de realização (meta aprender e meta *performance*). Em Maciel (2003), encontramos uma discussão teórica pormenorizada dessas variáveis cognitivas.

No contexto do ensino da Matemática, as consequências de uma avaliação meramente classificatória são gravíssimas para o aluno e para toda a sociedade. Este tipo de avaliação tornou-se um poder muito grande nas mãos dos professores desta disciplina, tornando-a rude, desinteressante, aterrorizante, dentre outros aspectos. O mito de que nem todos conseguem aprender Matemática e a avaliação somativa, meramente quantitativa, demonstrou isso ao longo dos tempos, atrasou em muito o desenvolvimento de uma didática que possibilitasse dar à Matemática a sua real beleza e importância para a formação de um cidadão emancipado, que ninguém, em sã consciência, pode lhe furtar (MACIEL, 2003).

Na trajetória do campo da avaliação, encontramos o desenvolvimento do conceito da avaliação formativa relativa à aprendizagem. Ao aprofundá-lo, reunindo autores de várias áreas de conhecimento, apresentamos, de acordo com Maciel (2003), um modelo de avaliação formativa numa perspectiva sociocognitivista. A avaliação formativa, que pressupõe um ensino diferenciado, também se preocupa com a emancipação do aluno, pois, ao invés de apenas medir, visa à interpretação, ao apoio, à orientação, ao estabelecimento do diálogo entre aluno e professor e alunos e alunos (HADJI, 1994). De modo bem amplo, segundo Hadji (1994, p. 30),

O essencial da avaliação reside numa relação:

- relação entre o que existe e o que era esperado;
- relação entre um dado comportamento e um comportamento-alvo;
- um desempenho real e um desempenho visado;
- relação, por fim, entre uma realidade e um modelo ideal.

Neste trabalho, focamos nos instrumentos de avaliação em Educação Matemática. Então, depois de estabelecidos os critérios de avaliação, passamos à construção dos instrumentos que possibilitarão o surgimento dos dados que servirão de base para a apreciação do aluno. Segundo Hadji (1994, p. 47),

a busca dos observáveis é um processo de produção de informação para avaliação, ao que a avaliação não se reduz em nenhum caso. Quando há uma preocupação com os instrumentos da avaliação, pensa-se de modo prioritário nos instrumentos que vão permitir recolher as informações para a avaliação. Esses instrumentos serão diversos, em função dos tipos de dados possíveis.

O que seria um bom instrumento de avaliação? Deve-se ter um padrão ou ele é construído a partir dos objetivos e finalidades da avaliação? Quando deve ser aplicado? Qual o meio em que ele melhor se aplica? Segundo Hadji (1994), não é objetivo construir os instrumentos sem um plano previamente elaborado. Além disso, as informações a serem coletadas devem guardar uma coerência com os objetivos traçados, para que possam ser tratadas com a finalidade de ajudar as aprendizagens do aluno. Logo, os critérios devem ser pensados antes de pensar nos dispositivos a serem implementados na ação avaliativa. Formativamente, a busca dos diversos instrumentos se baseia num dos pressupostos da avaliação formativa que é “fornecer informações que permitam uma adaptação do ensino às diferenças individuais na aprendizagem” (ALLAL, 1986, p. 177). Segundo esta autora, a avaliação formativa é composta das três fases seguintes:

- *coleta de informações* relativas aos progressos e dificuldades de aprendizagem sentidos pelos alunos;

- *interpretação dessas informações* numa perspectiva de referência criterial e, na medida do possível, diagnóstico dos fatores que estão na origem das dificuldades de aprendizagem observadas no aluno;
- *adaptação das atividades de ensino e de aprendizagem* de acordo com a interpretação das informações coletadas (ALLAL, 1986, p. 178, grifos nossos).

Desse modo, esse modelo de avaliação tem por princípio a regulação da aprendizagem. Na prática, regulação, que consiste no conjunto das ações que visam “assegurar a articulação entre as características das pessoas em formação, por um lado, e as características do sistema de formação, por outro” (ALLAL, 1986, p. 176), sendo a finalidade precípua da avaliação formativa. Nessa perspectiva, o professor é orientado a desenvolver um ensino diferenciado que busca no grupo o respeito às diferenças. O conhecimento é socializado. O aluno é estimulado a desenvolver, em trabalhos individuais e cooperativos, a sua metacognição que *é o conhecimento que o indivíduo tem de como se dá o processo de construção do seu conhecimento* (ANDRETA et al., 2010). A autoavaliação é valorizada com vista à construção de sujeitos autônomos e emancipados, por se tornarem críticos e participativos, além de conscientes de seu percurso enquanto aprendizes.

No contexto da Educação Matemática, para mudar a realidade cruel e antipedagógica de uma avaliação essencialmente somativa, desde o final do século passado e início deste, os teóricos desse campo de conhecimento vêm repensando essa questão, conforme listamos: NCTM (1989, 1995); Vergani (1993); Abrantes (1995); Darsie (1996, 1998); Santos (1997); Rodríguez (1997); González (1998); Seminário Internacional de Pesquisas em Educação Matemática – SIPEM (GT 8 – Avaliação em Educação Matemática), trianual, que ocorre no Brasil, desde 2000; entre outros.

Nesse movimento, os educadores matemáticos se aproximaram de uma avaliação formativa quando passaram a vê-la como uma interpretação. Abrantes (1995, p. 14) advoga essa ideia quando diz que “mais do que controlar, a função do professor é interpretar, identificar problemas, gerar hipóteses explicativas. Mais do que medir o desvio em relação a comportamentos previamente determinados, importa compreender as razões do erro”. Ponte (1997, p. 103) corrobora esse entendimento quando afirma que “a perspectiva interpretativa da avaliação nos leva a encarar esta como parte integrante do processo ensino-aprendizagem”.

Assim, os educadores matemáticos têm levado em conta que a sociedade do século XXI demandará mais dos alunos atuais, pois precisarão estar preparados para resolver problemas mais desafiadores. Deverão acompanhar a evolução do conhecimento. A capacidade de comunicação matemática deverá ser mais eficiente. Deverão se sentir mais autônomos para explorar situações cotidianas ou não (ONUCHIC et al., 2014). “Em suma,

haverá uma forte demanda de que os alunos saibam Matemática e sejam hábeis para usá-la no mundo em constante mudança que irão enfrentar durante suas vidas” (SANTOS, 1997, p. 4).

No entanto, a avaliação ainda cumpre seu papel mais marcante em todas as épocas. Desse movimento, surge um novo pensar em avaliação em Matemática, cujos autores privilegiam o processo metacognitivo do aluno ao estimular a sua autoavaliação, tendo em vista a sua autorregulação, e buscam alternativas de diversificação dos instrumentos de avaliação. Para contribuirmos para a aprendizagem de Matemática dos alunos, a avaliação deverá ocorrer no processo, em diversos momentos, de diversas formas. A área de Educação Matemática tem estudado alternativas para melhorar esse processo no sentido de colocar a avaliação a favor das aprendizagens de Matemática dos estudantes.

### **Em busca de alternativas para uma avaliação formativa no processo ensino-aprendizagem de Matemática**

No contexto do ensino-aprendizagem de Matemática, numa perspectiva da avaliação formativa, é preciso que se tenha em mente o processo como se dá a construção do conhecimento de forma individual e grupal. Nesse ambiente, o aluno se perceberá como elemento da turma com o mesmo grau de importância dos demais. A sua relação com os outros colegas será de cooperação. As atividades de avaliação contemplarão não somente provas com questões que visem apenas levantar dados quantitativos de acertos e erros. Desse modo, a avaliação dos processos de ensino-aprendizagem necessita de uma diversidade de instrumentos avaliativos que revelarão para o professor e para o aluno não só o que ele está aprendendo, mas também como está aprendendo. Diversos educadores matemáticos têm se debruçado em construir/discutir um leque de atividades/instrumentos de avaliação, sem descartar a prova, que visem a:

- observação do aluno para acompanhamento dos seus processos de crescimento individual (VERGANI, 1993);

- integrar o aluno, com motivação para aprender, em atividades de aprendizagens individuais e/ou cooperativas (ABRANTES, 1995; PIRONEL, 2002; SANTOS, 1997).

Cardinet (1984 apud VERGANI, 1993, p.151) aponta algumas características da avaliação formativa dos processos em Matemática:

- Não estabelece um grau de exigência igual para todos os alunos;
- Não coloca todos os alunos na mesma situação ou face às mesmas perguntas;
- Não lhe interessa classificar as questões em ‘fáceis’ ou ‘difíceis’: procura, sobretudo questões ‘interessantes’ e ‘educativas’;

Não lhe interessam resultados ‘fíéis’ e repetitivos: importa-lhe que os alunos não cometam sempre os mesmos erros;  
Não visa objetividade, mas a abertura, admitindo diferentes percursos de solução e rejeitando classificações em termos de ‘certo’ ou de ‘errado’;  
Não se prende com ‘notas a dar’, opondo-se mesmo à atribuição de classificações numéricas: preocupa-se com processos eficazes de pensamento;  
Não é necessariamente individualizada: os grupos corrigem-se coletivamente usando critérios de valor globais.

Neste trabalho, ao tratar do contexto de avaliação formativa, enfatiza-se o uso da metacognição, pois, além de valorizar a produção individual do aluno, que pode ser feita em cooperação com os seus colegas, facilita a aprendizagem. As pesquisas da Psicologia Cognitiva têm dado respaldo à utilização da metacognição no processo de aprendizagem e da avaliação (MEVARECH, 1999; SOUZA; BORUCHOVITCH, 2010). Vejamos o que sugerem os educadores matemáticos em relação aos instrumentos metacognitivos de avaliação.

### **Instrumentos metacognitivos de avaliação em Educação Matemática**

Na área de Educação Matemática, González (1998) sugere que, na resolução de problemas, a metacognição constitui um recurso intelectual intimamente relacionado com o grau de consciência, destreza, domínio e forma de levar a cabo o controle do processo de busca da solução do problema. A metacognição, para esse autor, implica um estado de alerta e vigília em que o resolvidor de problemas permanece durante a realização de uma atividade de resolução de problemas, fazendo o possível, que é: a) manter autocontrole sobre as ações realizadas; b) otimizar os recursos que possui; e c) avaliar o processo. Entre as metacognições associadas com a resolução de problemas, González (1998) cita:

1. uma noção acerca do que é problema;
2. uma representação em torno da sequência de ações que hão de seguir-se para resolver um problema;
3. conhecimentos acerca dos tipos de problemas preferidos;
4. conhecimento que a pessoa tem acerca de si mesmo como resolvidor de problemas;
5. concepções acerca do que significa resolver um problema.

Desta forma, metacognitivamente, o resolvidor de problemas transforma-se em objeto de reflexão e, assim, ele se autoavalia como resolvidor de problemas.

Fazendo ainda o uso da metacognição, pode-se propor a utilização de mapas conceituais (RODRÍGUEZ, 1997; SANTOS, 1997; NOVAK; CAÑAS, 2010), ou a elaboração de diários (DARSIE, 1996; RODRÍGUEZ, 1997; SANTOS, 1997), ou portfolios (LAMBIDIN; WALKER, 1994; PONTE, 1997; SANTOS, 1997). Desta forma, caminha-se verdadeiramente em busca da compreensão dos conceitos matemáticos.

A proposição da diversificação de instrumentos de avaliação não é para aumentar o trabalho do professor, e sim para diversificar a forma de observar o aluno, recolher evidências do seu desenvolvimento educativo matemático. Mas toda sugestão deve ser testada para que ocorram adaptações segundo a realidade educativa. De todo modo, para se ter regulação das aprendizagens, é preciso, antes de tudo, entender que “o principal instrumento de toda a avaliação formativa é, e continuará sendo, o professor comprometido em uma interação com o aluno” (PERRENOUD, 1999, p. 81). Ressalte-se que a diversificação dos instrumentos de avaliação só servirá de ajuda à aprendizagem de Matemática dos alunos se estiverem desvinculados dos processos burocráticos de atribuição de notas. Qualquer juízo de valor deve ser fruto das diversas observações que puderem ser feitas do aluno, e por ele também, com vista à sua aprendizagem de Matemática.

Em Maciel (2003), procuramos trazer à luz os diversos trabalhos publicados da área de Educação Matemática relativos à aplicação ou testagem de instrumentos de avaliação em Educação Matemática, discutindo sua validade quanto à sua contribuição para a aprendizagem de Matemática dos alunos. Neste trabalho estão em foco os mapas conceituais e diários matemáticos.

### **Diários ou memórias**

Este tipo de atividade pode ser feito no final do semestre, do bimestre, no final de uma unidade ou mesmo no final de uma aula. Os diários ou memórias visam evidenciar e desenvolver, de forma harmoniosa, os aspectos emocionais e intelectuais de cada aluno (SANTOS, 1997). Também ajuda a desenvolver a metacognição do estudante, pois ele reflete sobre as impressões sentidas e sobre as aquisições de conhecimentos matemáticos no decorrer das aulas (DARSIE, 1998). Santos (1997, p. 24) sugere as seguintes questões metacognitivas para explorar os aspectos emocionais e/ou intelectuais: “o que mais te marcou nas aulas de Matemática deste bimestre; o que mais você gostou das aulas do mês de abril? O que você

não gostou do que estudamos em Matemática neste semestre? Faça um resumo com os conceitos estudados na aula de hoje”.

Rodríguez (1997), chamando-o de diário matemático do estudante, sugere um esquema para a execução de um diário simples de regulação do processo, que adaptamos:

Data da aula: \_\_\_\_\_ Tema da aula: \_\_\_\_\_

- 1) Quais foram os objetivos da aula?
- 2) Que aspectos acredita que ficaram claro?
- 3) Que aspectos pensa que ficaram confusos?
- 4) Descreva de forma simples três ou mais momentos significativos no desenvolvimento da atividade ou da aula:
  - a) \_\_\_\_\_
  - b) \_\_\_\_\_
  - c) \_\_\_\_\_
  - d) \_\_\_\_\_
  - e) \_\_\_\_\_
- 5) Identifique alguns indícios de mudanças de tuas ideias da Matemática.

Para esse autor, favorecer a metacognição por meio de reflexões pontuais do indivíduo e do grupo é importante. O cuidado com a aplicação desse tipo de instrumento evitará o desestímulo por parte dos alunos que, a princípio, não aderem a ele, como falam os alunos citados por Pironel (2002, p.107), que denominou este instrumento de diários interativos:

Não acho interessante não, porque eu vou colocar minhas dúvidas, mas depois eu vou embora e minhas dúvidas vão ficar lá no diário.  
Eu não gostei dos diários interativos, pois são vários alunos e o professor não consegue ler todos. E é um pouco cansativo, porque não dá tempo de escrever na aula e tem que escrever em casa.

Entretanto, assim mesmo, alguns entenderam a ideia e o fizeram, mesmo sem o recolhimento por parte daquele pesquisador. As falas seguintes, extraídas de seus sujeitos, justificam isto (PIRONEL, 2002, p. 108):

O diário vem a ser uma nova autoavaliação, só que diária, é, mais uma vez, um lugar onde podemos expressar o que estamos sentindo, nossas dúvidas e nossas expectativas;  
Pode ser muito produtivo que o aluno descreva diariamente como foi sua aula, podendo até responder questionamentos propostos pelo professor.

Os diários devem ser entendidos como um exercício de metacognição. É proveitoso que o professor estimule esse exercício, pois “a reflexão sobre as experiências vividas no

processo de aprendizagem possibilita a construção de novos significados que vão sendo construídos e atribuídos a essas experiências, ressignificando, assim, a aprendizagem, o conhecimento, o pensar e o agir” (DARSIE, 1996, p. 51).

Para Darsie (1998), o diário não deve ser visto apenas como instrumento onde se registre a reflexão, mas, sobretudo, como um desencadeador de reflexões, pois a escrita propicia a continuidade do processo reflexivo. Como instrumento de avaliação, ele produz informações sobre o processo de aprendizagem dos alunos ajudando o professor a fazer adaptações diferenciadas de seu ensino (DARSIE, 1998). Para essa autora, o diário propicia pensar a avaliação como instrumento de aprendizagem, pois segundo ela,

por meio do exercício de metacognição o aluno toma consciência de onde partiu (seus conhecimentos prévios), o que construiu (conhecimento científico/escolar) e como construiu (método utilizado na construção), podendo então fazer e refazer conscientemente esses caminhos numa permanente atitude investigadora diante do conhecimento. (DARSIE, 1996, p. 51)

O diário explicita também emoções e afetividade com relação à Matemática, ao professor e à sua didática, propiciando verificar o resgate da autoestima do aluno e da confiança do professor em suas práticas docentes, como mostram, em Maciel, Maria do Carmo; Maciel, Maria Delourdes e Lopes (2012, p. 483), os diários de um aluno em relação à sua aprendizagem e o da professora em relação à sua prática docente e ao uso do diário em sua prática avaliativa:

Na aula de hoje, o meu grupo terminou o trabalho do mapa conceitual sobre o logaritmo e amanhã vamos apresentar na sala. Eu aprendi muito com essa matéria, e fui bem na prova, tirei 8, eu espero que minha apresentação seja boa. Eu gostei do trabalho, trabalhar em grupo, pois foi muito legal, estudarmos mais um pouco para poder fazer, como o colega disse, foi divertido e legal (Diário do aluno).

Eu achei, em relação aos diários, que melhoraram minha relação que eu tinha com os meus alunos. Um dos alunos elogiou a minha aula e comparou com as outras aulas. Estes alunos não tinham como escrever se não fossem sinceros. Eles foram sinceros, se expressaram com muita sinceridade. Isto com os diários foi positivo. O rendimento das turmas melhorou muito e os diários ajudaram (Diário da Professora).

## **Mapas conceituais**

Usando a teoria da aprendizagem significativa de David Ausubel, Joseph D. Novak e colaboradores, em 1972, desenvolveram estudos para entender, cognitivamente, como os estudantes aprendiam as ciências (NOVAK; CAÑAS, 2010). Para auxiliar essa compreensão, criaram-se os mapas conceituais. Segundo Novak e Cañas (2010, p. 1),

mapas conceituais são ferramentas gráficas para a organização e representação do conhecimento. Eles incluem conceitos, geralmente dentro de círculos ou quadros de

alguma espécie, e relações entre conceitos, que são indicadas por linhas que os interligam. As palavras sobre essas linhas, que são palavras ou frases de ligação, especificam os relacionamentos entre dois conceitos.

Os mapas conceituais expressam o entendimento do aluno sobre um determinado conteúdo. A partir de um conceito central, ele faz conexões entre este e outros que a ele estão subordinados ou relacionados. Pode ser feito à mão livre ou fazendo uso do computador a partir de um *software* público como o *Cmap Tools*. Esse programa computacional que pode ser baixado da internet pelo *link* <http://cmap.ihmc.us/download>,

permite ao usuário fazer *links* com fontes (fotos, imagens, gráficos, vídeos, mapas, tabelas, textos, páginas de internet ou outros mapas conceituais) localizadas em qualquer parte da internet ou em arquivos pessoais a conceitos ou interligar palavras em um mapa conceitual simplesmente clicando e arrastado os elementos desejados. (NOVAK; CAÑAS, 2010, p.17)

Sugere-se sua utilização tanto para o ensino, estudo/aprendizagem, como para avaliação (MOREIRA; BUCHWEITZ, 1987; SANTOS, 1997). Utilizar o mapa conceitual como instrumento de avaliação é verificar “como ele estrutura, hierarquiza, diferencia, relaciona, discrimina e integra conceitos de uma determinada unidade de estudo, tópico, disciplina, etc.” (MOREIRA; BUCHWEITZ, 1987, p. 45). Em seus estudos em busca de alternativas para avaliação em Matemática, Santos (1997) classificou os mapas conceituais em: diagnóstico, exploratório, estudo e avaliação. Este tipo de instrumento permite avaliar o poder de síntese do aluno, assim como o entendimento sobre o assunto por ele apresentado, além de revelar aspectos afetivos do aluno em relação ao seu processo de aprendizagem de Matemática. Também auxilia no desenvolvimento da sua metacognição (SOUZA; BORUCHOVITCH, 2010).

Para o estudante, o uso do mapa conceitual pode ser considerado como elemento organizador e, nesse caso, tem um valor de autorregulação de aprendizagem (RODRÍGUEZ, 1997). Para esse autor, a classe que elabora um mapa em Matemática é uma comunidade matemática que passa do resolver ao organizar o que se tem resolvido. Nessa comunidade, ele sugere que cada aluno compare um mapa com outro feito por ele anteriormente sobre o mesmo conceito ou, então, compare com o colega ou colabore com a elaboração de um mapa de classe. Utilizando o *Cmap Tools*, ou outro *software* com potencialidades similares, é possível compartilhar os mapas ou mesmo construí-los, de modo colaborativo, a distância (NOVAK; CAÑAS, 2010).

Os autores citados neste tópico sugerem que o aluno seja familiarizado com o mapa conceitual antes. O professor, para explicá-lo, pode usá-lo, primeiro, como instrumento de



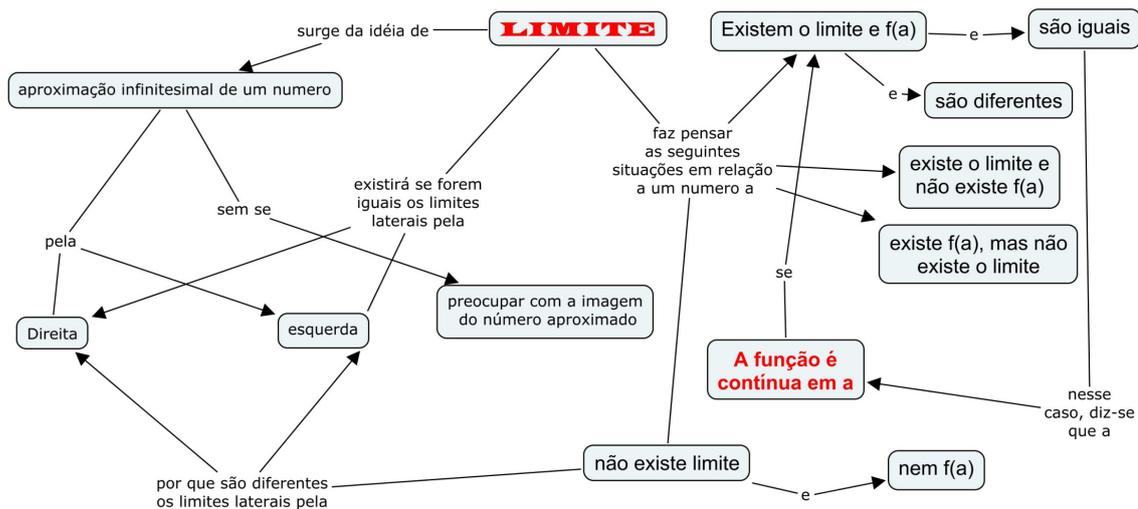


Figura 2 – Mapa conceitual do Limite de uma função  
 Fonte: Acervo do autor, 2011.

Apresentamos também, aqui, um mapa, construído no *Cmap Tools*, por um aluno do autor deste artigo, da disciplina “Matemática Aplicada à Administração”. Em sua avaliação sobre o uso deste instrumento, ele afirma que os mapas propostos pelo professor “ajuda muito o aluno; uma forma de ter noção do todo com recortes que se estruturam”.

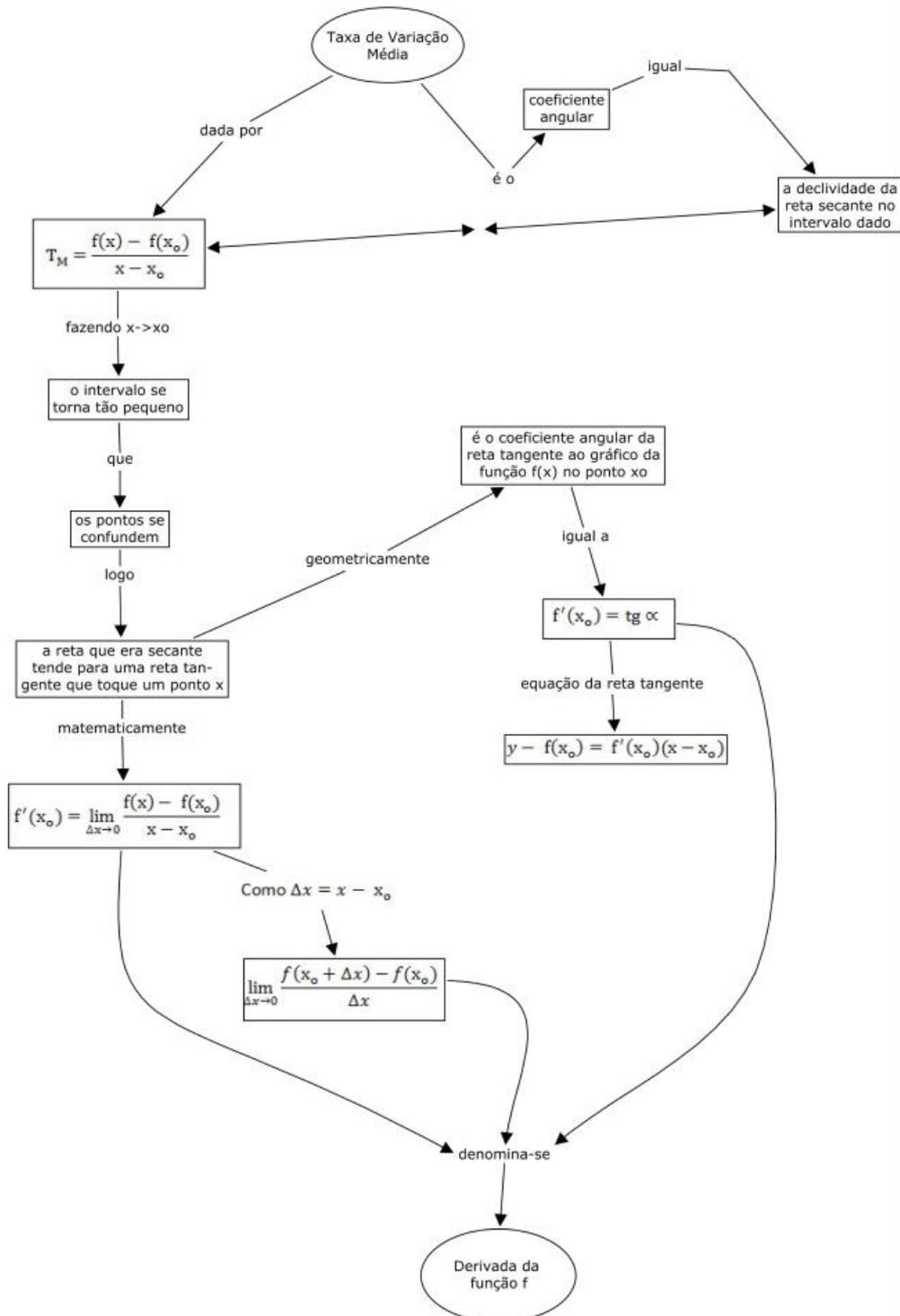


Figura 3 – Mapa conceitual da derivada de uma função no ponto  $x_0$ .<sup>2</sup>  
 Fonte: Acervo do Autor, 2011.

### Considerações finais

<sup>2</sup> Neste mapa, no balão inferior, faltou a complementação: “no ponto  $x_0$ ”. Eis um *feedback* do professor.

Desenvolver, hoje, avaliações formativas em Educação Matemática é uma chance de rever as práticas de ensino e de aprendizagem. Há um referencial teórico-prático suficiente, como apresentado neste trabalho, de modo resumido, que pode subsidiar uma formação de professores nesse sentido.

A prova pode se tornar um bom instrumento avaliativo se estiver desvinculado da burocracia de dar uma nota para o aluno. No entanto, ela não pode ser o único instrumento avaliativo. O aluno, no processo de avaliação, deve ser instigado a pensar sobre o seu processo de aprendizagem, sobre aquilo que aprendeu e sobre o que não aprendeu também. As pesquisas da área de Educação Matemática, transformadas em publicações, seja na forma de relatório de pesquisa ou na forma de artigos, trazem para a comunidade de educadores matemáticos, particularmente para os professores de Matemática do Ensino Fundamental e Médio, a diversidade de instrumentos de avaliação que procuram acompanhar o progresso que ocorreu em relação às metodologias de ensino e aos objetivos educacionais previstos para a disciplina Matemática. Esses instrumentos de avaliação propiciam o exercício da argumentação e a escrita matemática, além de desenvolverem a metacognição com implicações na melhoria das estratégias cognitivas de aprendizagem em Matemática.

Dentre esses instrumentos de avaliação, neste trabalho, os mapas conceituais e diários matemáticos foram destacados. Eles subsidiam uma avaliação formativa porque dão voz aos estudantes num processo de autoavaliação que pode implicar na autorregulação de sua aprendizagem. Por serem metacognitivos, podem ajudar o estudante a construir uma síntese sobre o conteúdo apresentado pelo professor, que pode ser de forma problematizadora, apostando nos conhecimentos que ele já adquiriu ou que deve ainda adquirir para avançar no seu estudo. Podem servir tanto para a aprendizagem, com poder autoavaliativo, como para avaliação dos processos de ensino-aprendizagem.

Com um único instrumento de avaliação como a prova, dificilmente o professor contribuirá para a aprendizagem de seus alunos, podendo ainda fazer um trabalho contrário, desvirtuando a função avaliativa desse instrumento já há muito criticado, mas que ainda serve como crivo seletivo da sociedade por se apostar no seu poder competitivo, classificatório e inculcador da ideologia dominante de uma sociedade de classe, que pela nota separa os grupos que devem contribuir de forma mais efetiva para a sua organização e desenvolvimento, que usufruirão, por consequência, de todos os benefícios que a escolaridade pode dar ao indivíduo. Por outro lado, sendo formativo, em sua avaliação, o professor aprende a ensinar e o aluno aprende a aprender.

## Referências

ABRANTES, P. **Avaliação e Educação Matemática**. MEM/USU-GPEM. Rio de Janeiro, 1995. (Série Reflexões em Educação Matemática).

ALLAL, L. Estratégias de avaliação formativa: concepções psicopedagógicas e modalidades de aplicação: In: **Avaliação num ensino diferenciado** - Atas do colóquio realizado na Univ. de Genebra, março 1978. Coimbra: Livraria Almedina, 1986, p. 175-209.

ANDRETTA et al. Metacognição e Aprendizagem: como se relacionam? *Psico*, Porto Alegre, PUCRS, v. 41, n. 1, pp. 7-13, jan. / mar. 2010. Disponível em: <<http://revistaseletronicas.pucrs.br/ojs/index.php/revistapsico/article/view/3879/520>>. Acesso em: 23 nov. 2017.

CARDINET, J. A avaliação formativa, um problema atual. In: **Avaliação num ensino diferenciado** - Atas do colóquio realizado na Univ. de Genebra-março 1978. Coimbra: Livraria Almedina, 1986, p. 13-23.

DARSIE, M. M. P. Avaliação e aprendizagem. **Caderno de Pesquisa**, São Paulo, n. 99, p.47-59, nov. 1996.

\_\_\_\_\_. **A reflexão distanciada na construção dos conhecimentos profissionais do professor em curso de formação inicial**. 1998. 316 f. Tese (Doutorado em Educação: Didática) – FE/USP, São Paulo, 1998.

DEPRESBITERIS, L. **O desafio da avaliação da aprendizagem**: dos fundamentos a uma proposta inovadora. São Paulo: EPU, 1989.

GONZÁLEZ, F. E. Metacognicion y tareas intelectualmente exigentes. *Zetetiké*, Campinas, v. 6, n. 9, p. 59-87, jan./jun. 1998.

HADJI, C. **A avaliação, regras do jogo**: das intenções aos instrumentos. Porto: Porto editora, 1994.

LAMBDIN, D. V.; WALKER, V. L. Planning for classroom: portfolio assessment. **Arithmetics Teacher**, Reston, v. 41, n. 6, p. 318-324, feb. 1994.

MACIEL, D. M. **A avaliação no processo ensino-aprendizagem de matemática, no ensino médio**: uma abordagem formativa sócio-cognitivista. 2003. 165 f. Dissertação (Mestrado em Educação – Educação Matemática) – Faculdade de Educação, Universidade Estadual de Campinas - UNICAMP, Campinas, 2003.

MACIEL, Maria do Carmo C.; MACIEL, Maria Delourdes; LOPES, C. E. Escrita e metacognição nas aulas de matemática utilizando diários e mapas conceituais: benefícios para o processo ensino-aprendizagem. **REnCiMa**, São Paulo, v. 3, n. 3, p. 478-487, out. 2012. Disponível em: <<http://revistapos.cruzeirodosul.edu.br/index.php/rencima/article/viewFile/407/342>>. Acesso em: 23 nov. 2017.

MEVARECH, Z. R. Effects of metacognitive training embedded in cooperative settings on mathematical problem solving. **The Journal of Educational Research**, Washington-DC, v.92, n.4, 195-205, mar./apr. 1999.

MOREIRA, M. A.; BUCHWEITZ, B. **Mapas conceituais**: instrumentos didáticos, de avaliação e de análise de currículo. São Paulo: Moraes, 1987.

NATIONAL COUNCIL OF TEACHERS OF MATHEMATICS-NCTM. **Curriculum and evaluation standards for school mathematics**. Reston: National Council of Teachers of Mathematics-NCTM, 1989.

\_\_\_\_\_. Assessment standards for school mathematics. Reston: NCTM, 1995.

NOVAK, J.; CAÑAS, A. J. A teoria subjacente aos mapas conceituais e como elaborá-los e usá-los. **Práxis Educativa**, Ponta Grossa, v. 5, n.1, p. 9-29, jan./jun. 2010. Disponível em: <<http://www.revistas2.uepg.br/index.php/praxiseducativa/article/view/1298>>. Acesso em: 23 nov. 2017.

ONUCHIC, L. R. et al. (Orgs). **Resolução de Problemas**: teoria e prática. Jundiaí: Paco Editorial, 2014.

PERRENOUD, P. **Avaliação: da excelência à regulação das aprendizagens**: entre duas lógicas. Porto Alegre: Artmed, 1999.

PIRONEL, M. **A avaliação integrada no processo ensino-aprendizagem da matemática**. 2002. 193 f. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) – UNESP, Rio Claro, 2002.

PONTE, J. P. et al. **Didática da Matemática**: ensino secundário. Lisboa: Editorial do Ministério da Educação, 1997.

RODRÍGUEZ, J. G. **Evaluacion en matemática**: una integracion de perspectivas. Madrid: Editorial Sintesis, 1997.

SANTOS, V. M. P. (Coord.) **Avaliação de aprendizagem e raciocínio em matemática**: métodos alternativos. Instituto de Matemática UFRJ-Projeto Fundão, Rio de Janeiro, 1997.

SOUSA, C. P. de. Descrição de uma trajetória na/de avaliação educacional. In: CONHOLATO, M. C. et al. (Org.). Sistemas de avaliação educacional. **Idéias**, nº 30, p. 161-174, 1998.

SOUZA, N. A.; BORUCHOVITCH, E. Mapas conceituais e avaliação formativa: tecendo aproximações. **Educação e Pesquisa**, São Paulo, v. 36, n. 3, p. 795-810, set./dez. 2010. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/ep/v36n3/v36n3a10.pdf>>. Acesso em 23 nov. 2017.

VERGANI, T. Uma avaliação das avaliações. In: **Um horizonte de possíveis sobre uma educação matemática viva e globalizante**. Lisboa: Universidade Aberta, 1993, p. 147-159.

Recebido em: 14 de maio de 2017.

Aprovado em: 27 de novembro de 2017.