

## NÚCLEO DE ESTUDOS SOBRE FORMAÇÃO E PRÁTICAS DO PROFESSOR DE MATEMÁTICA: INVESTIGAÇÕES SOBRE AVALIAÇÃO

Nielce Meneguelo Lobo da Costa, Rosângela de Souza Jorge Ando, Vera Mônica Ribeiro, Rosana Jorge Monteiro Magni

Universidade Anhanguera de São Paulo – UNIAN. (Brasil)

nielce.lobo@gmail.com, \_rosangela.ando@gmail.com, veramonica@terra.com.br, rosanajmm@gmail.com

**RESUMO:** Neste artigo discutimos parte de uma pesquisa cujo objetivo foi acompanhar e analisar estudos sobre avaliação da aprendizagem empreendidos por professores de Matemática de um Projeto maior, inserido no Programa Observatório da Educação, da CAPES, Brasil. A fundamentação teórica relativa à formação continuada veio de estudos de Imbernon e sobre avaliação, de Cury e Haydt. A metodologia qualitativa, de cunho co-generativo, segundo Greenwood e Levin, teve como procedimentos: acompanhamento dos encontros dos professores e suporte às ações para suas classes. A coleta foi por observações, recolha de materiais dos professores e gravações audiovisuais dos encontros e da sala de aula. A análise foi interpretativa por triangulação, conforme Denzin. Concluímos que, a partir dos estudos e investigações em avaliação realizadas em conjunto pelos professores, eles puderam conhecer melhor dificuldades dos alunos sobre funções, especialmente analisando tipos de erros identificados nas resoluções das questões.

**Palavras chave:** avaliação, formação Ccontinuada, erros, estratégias equivocadas, funções

**ABSTRACT:** This article discusses a partial research aimed at accomplishing and analyzing learning evaluation studies, which were carried out by Mathematics professors, as a part of a wider project, inserted in the Observatory Education Program of “CAPES”, Brazil. It also includes a theoretical support related to the continuous training based on Imbernon's studies and about evaluation by Cury and Haydt. The qualitative co- generative methodology, according to Greenwood and Levin, used as procedures: professor's supervision and support to the actions for their lessons. The collected information was obtained by means of observations, getting of teachers' materials, and classroom activities recorded on videos. The analysis was processed by means of triangulation, according to Denzin. We conclude that from the researches and studies about evaluation, already carried out together with the professors; it was possible to better know the students' difficulties about functions, especially by analyzing the types of mistakes identified in the problem solving activities.

**Key words:** evaluation, continuous training, mistakes, wrong strategies, functions

## ■ Introdução

A pesquisa que subsidia este artigo se desenvolveu em um projeto de formação e pesquisa em andamento, intitulado “Educação Continuada do Professor de Matemática do Ensino Médio: Núcleo de Investigações sobre a Reconstrução da Prática Pedagógica” financiado pelo Programa Observatório da Educação da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), do Ministério da Educação do Brasil. O Projeto tem a duração de quatro anos e foi iniciado em 2013, com o intuito de constituir, desenvolver e analisar um núcleo investigativo sobre o trabalho docente. Assim sendo, busca compreender processos formativos que possam impulsionar a reconstrução da prática docente e suas implicações na sala de aula. O Núcleo de Estudos sobre Formação e Práticas do Professor de Matemática foi constituído no âmbito do Projeto e a pesquisa aqui abordada teve por objetivo acompanhar e analisar estudos sobre a avaliação da aprendizagem empreendidos por professores de Matemática integrantes do Núcleo, particularmente quanto à análise de erros dos estudantes em avaliações sobre funções.

Partimos do pressuposto que a prática pedagógica se compõe de momentos de planejamento, de docência e de avaliação. Dessa forma, ao investigar a prática, deve se considerar que a avaliação é um dos aspectos do processo educativo a ser analisado e que ainda carece de estudos. A avaliação, vista como integrante da prática é a que se denomina avaliação interna, a qual é pensada, elaborada e aplicada pelo professor em sua classe. Ela produz dados cuja análise fornece indicativos sobre a aprendizagem dos alunos.

A avaliação apresenta três funções para informar sobre os conhecimentos dos alunos de modo a auxiliar os processos de ensino e de aprendizagem. São elas, as funções de: diagnosticar, controlar e classificar. De acordo com estas características, são definidas três modalidades de avaliação: a diagnóstica, a formativa e a somativa.

A avaliação com caráter diagnóstico visa identificar os conhecimentos prévios e caracterizar eventuais lacunas ou dificuldades na compreensão dos conceitos e dos procedimentos, que requerem intervenções didáticas. A avaliação com a função de controle é a denominada formativa e procura apontar os acertos e dificuldades do aprendiz, de modo a permitir o reajuste das ações pedagógicas ao longo dos processos de ensino e de aprendizagem. Seus resultados auxiliam tanto o professor como o aluno, visto que permitem ao professor identificar possíveis erros e dificuldades dos alunos de modo a reorientar o ensino e, ao aluno, permitem perceber seus acertos e estratégias equivocadas de modo a refinar seus conhecimentos. A avaliação somativa é a que objetiva apreciar se as metas foram atingidas e é normalmente aplicada com caráter classificatório (para aprovar ou reprovar).

As modalidades de avaliação, seja a diagnóstica, a formativa e a somativa, se complementam para confiabilidade da interpretação, formando um tripé para assegurar uma coleta de dados própria para fornecer informações a serem utilizadas na continuidade dos processos de ensino e de aprendizagem. Nesse sentido Haydt (2008) insiste: “Essas três formas de avaliação estão intimamente vinculadas. Para

garantir a eficiência do sistema de avaliação e a eficácia do processo ensino-aprendizagem, o professor deve fazer uso das três modalidades” (p.18).

Além das avaliações de caráter interno, os sistemas educacionais utilizam as chamadas avaliações externas que geram resultados globais sobre o desempenho não de um aluno, individualmente, mas de um conjunto de alunos e têm a função de informar o nível educacional atingido pelo sistema avaliado. Quanto a esse tipo de avaliação, vale ressaltar que hoje os professores brasileiros têm acesso a diversos resultados, uma vez que são disponibilizados os indicadores de avaliações externas aplicadas no âmbito nacional tais como, por exemplo, o Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM), ou locais, como os do Sistema de Avaliação de Rendimento Escolar do Estado de São Paulo (Saresp), a Avaliação da Aprendizagem em Processo (AAP) entre outros.

Entendemos que, seja a avaliação interna, seja a externa, “ela só se torna relevante no processo educativo se os seus resultados forem analisados e utilizados para orientar os alunos e para regular a prática pedagógica. Contudo, empreender essas análises e construir intervenções didáticas não é tarefa simples para o professor”, como já discutimos em Lobo da Costa, Ando, & Magni, (2015). Isso posto, ressaltamos a importância de abrir espaços de discussão sobre tal nos processos de formação continuada, assim como nos grupos de estudos de professores e em núcleos que tenham um caráter de investigação da prática.

Neste artigo discutimos investigações sobre avaliação empreendidos por professores de Matemática do Núcleo. Esses professores ao longo de uma formação continuada estudaram processos avaliativos desenvolvidos em sala de aula e em avaliações externas, sobretudo utilizando as bases de dados do INEP e, quanto ao conteúdo matemático, analisaram funções e sua abordagem em exames como ENEM e PISA e identificaram erros recorrentes de alunos.

### ■ Fundamentação teórica

A fundamentação teórica quanto à formação continuada veio dos estudos de Imbernón (2000) que enfatiza a importância de que essa seja pensada de modo a privilegiar cinco eixos de atuação:

1. A reflexão prático-teórica sobre a própria prática mediante a análise, a compreensão, a interpretação e a intervenção sobre a realidade. A capacidade do professor de gerar conhecimento pedagógico por meio da prática educativa.
2. A troca de experiência entre iguais para tornar possível a atualização em todos os campos de intervenção educativa e aumentar a comunicação entre os professores.
3. A união da formação a um projeto de trabalho.
4. A formação como estímulo crítico ante práticas profissionais como a hierarquia, o sexismo, a proletarianização, o individualismo, o pouco prestígio etc., e práticas sociais como a exclusão, a intolerância etc.

5. O desenvolvimento profissional da instituição educativa mediante o trabalho conjunto para transformar essa prática. Possibilitar a passagem da experiência de inovação (isolada e individual) à inovação institucional. (Imbernón, 2000, p. 48)

A pesquisa aqui discutida envolve professores do Núcleo estudando e refletindo sobre processos avaliativos e se alicerça nestes cinco eixos destacados por Imbernón (2000), uma vez que se caracteriza por trocas de experiência entre eles, por reflexões sobre a própria prática ao estudarem tipos de avaliação, por estar unida a um projeto de trabalho e considerar o desenvolvimento da instituição de atuação do professor.

Entendemos que a formação continuada é ação para a (re)construção dos saberes e práticas pedagógicas, desse modo, uma temática relevante para discussão nos processos formativos é a avaliação da aprendizagem, seja interna ou externa à escola, e as formas de auxiliar o professor a compreendê-la e a refletir sobre sua prática, como enfatiza Imbernón (2009).

Em relação à avaliação da aprendizagem o aporte veio dos estudos de Cury (2007) e Haydt (2008). Assumimos que a avaliação é um processo interpretativo que inclui a aplicação de instrumentos, tais como testes e provas, entretanto não se restringe a determinar medidas. Para Haydt, (2008, p.14) “atualmente, a avaliação assume novas funções, pois é um meio de diagnosticar e de verificar em que medida os objetivos propostos para o ensino-aprendizagem estão sendo atingidos. Portanto, a avaliação assume uma dimensão orientadora”.

Uma possibilidade viabilizada pela avaliação é a de auxiliar o professor a identificar erros recorrentes dos estudantes. Nesse aspecto, a fundamentação teórica para as análises dos erros apresentados nas resoluções das questões das avaliações foi pautada nos estudos de Cury (2015), para a qual a análise de erros necessita uma categorização para auxiliar o professor a agrupar erros similares e comuns entre os alunos. Em relação à categorização dos erros, nos baseamos em Movshovitz-Hadar, Zaslavsky, & Inbar (1987) os quais, a partir de pesquisas, estruturaram seis categorias de erros recorrentes dos alunos ao resolverem questões de matemática, quais sejam: uso errado dos dados, linguagem mal interpretada, inferência lógica inválida, definição ou teorema distorcido, solução não verificada e erros técnicos.

### ■ Metodologia da pesquisa

A metodologia da pesquisa que subsidia este artigo foi a qualitativa de cunho co-generativo, segundo Greenwood & Levin (2000). Os procedimentos metodológicos foram: acompanhamento dos encontros dos professores, do planejamento e do suporte às ações, às atividades de avaliação para a sala de aula, à sua aplicação e análise. Os dados foram coletados por meio de observações, materiais produzidos/ adaptados pelos professores e gravações audiovisuais dos encontros do Núcleo e da sala

de aula. A análise dos dados foi interpretativa pelo método de triangulação de dados, conforme (Denzin, 1988).

A formação continuada em análise foi constituída de 33 encontros presenciais semanais entre Fevereiro e Novembro de 2015, com três horas de duração cada um, sediados em uma escola do poder público estadual da cidade de São Paulo, com oito professores de matemática e quatro pesquisadoras da universidade.

### ■ Investigações sobre avaliação

Os professores integrantes do Núcleo, iniciaram os estudos conjuntos elaborando e, a seguir, aplicando e analisando uma Avaliação Diagnóstica para seus alunos. Na sequência analisaram tipos de Avaliação, Matrizes de Referência e características de exames aplicados a alunos do Ensino Médio, como a AAP, o ENEM e o PISA. Estudaram funções e seus diferentes registros de representação, para então selecionarem, resolverem e classificarem questões sobre funções abordadas tanto nas AAP quanto no ENEM (período de 2009 a 2015). Em seguida elaboraram e aplicaram aos seus alunos uma segunda avaliação, de cunho formativo, ou seja, com intenção de acompanhamento dos estudos. Esta avaliação formativa foi composta por questões do ENEM sobre funções já selecionadas e classificadas pelos professores participantes. Analisados os resultados, foram identificados erros e estratégias equivocadas dos alunos, de modo a auxiliar futuras intervenções em sala de aula.

A seguir, analisamos essa avaliação formativa elaborada pelos professores do Núcleo, as questões que a integraram e exemplificamos erros conceituais identificados em uma delas. As quatro questões que compuseram essa avaliação estão sumarizadas na Figura 1.

1) (ENEM 2009 - Prova Amarela - Questão 142)

Questão envolvendo como contexto tabagismo e câncer de pulmão, apresentando um gráfico sobre Casos de câncer pulmonar X número de cigarros consumidos diariamente. De acordo com as informações do gráfico o aluno deveria identificar a alternativa com afirmação correta. A questão, de acordo com a Matriz do ENEM, se classifica como sendo do eixo Cognitivo Construção de Argumentação (CA); da Subcompetência da área de Matemática: Modelar e resolver problemas que envolvem variáveis socioeconômicas ou técnico-científicas, usando representações algébricas (M5); da Habilidade: Utilizar conhecimentos algébricos/geométricos como recurso para a construção de argumentação (H22). De acordo com o PISA classifica-se como Situação ou contexto: Pública; Conteúdo Matemático: Mudança e Relações; Agrupamento de competências: Reflexão; Tipo de resposta: Múltipla escolha. A síntese da tarefa é: Análise de gráfico.

2) (ENEM 2013 - Prova AMARELA - Questão 136)

Questão que apresenta o desenho de uma taça gerada pela rotação de uma parábola em torno de um eixo z e desenhada com apoio do plano cartesiano. Informações sobre a parábola e sobre a função que a descreve:  $(f(x) = \frac{3}{2}x^2 - 6x + C)$  estão entre os dados da questão e pede-se que o aluno encontre o valor da constante C dessa função. A questão se classifica de acordo com a Matriz do ENEM como: Eixo Cognitivo: Enfrentamento e resolução de situações-problema (SP); Subcompetência da área de Matemática: Modelar e resolver problemas que envolvem variáveis socioeconômicas ou técnico-científicas, usando representações algébricas (M5); Habilidade: Resolver situação-problema cuja modelagem envolva conhecimentos algébricos (H21) e, de acordo com o PISA, como Situação ou contexto: Pública; Conteúdo Matemático: Mudança e Relações; Agrupamento de competências: Reflexão; Tipo de resposta: Múltipla escolha. A síntese da tarefa é: Determinar o coeficiente C da função quadrática.

3) (ENEM 2012 - Prova Amarela - Questão 158)

Questão escolhida para discussão na íntegra neste texto que apresenta um gráfico com os valores das ações de uma empresa, os quais variam de hora em hora durante um dia no período das 10h às 17h e também apresenta uma tabela com informações de horário de compra e de venda de ações por cinco investidores. A questão solicita que seja identificado qual investidor fez o melhor negócio. A questão se classifica de acordo com a Matriz do ENEM como: Eixo Cognitivo: Construção de Argumentação (CA); Subcompetência da área de Matemática: Construir noções de variação de grandezas para a compreensão da realidade e a solução de problemas do cotidiano (M4); Habilidade: Analisar informações envolvendo a variação de grandezas como recurso para a construção de argumentação (H17) e, de acordo com o PISA, como Situação ou contexto: Pública; Conteúdo Matemático: Mudança e Relações; Agrupamento de competências: Reflexão; Tipo de resposta: Múltipla escolha. A síntese da tarefa para esta questão é: Analisar os dados apresentados em gráfico e tabela e ao realizar esta tarefa

4) (ENEM 2011 - Prova Amarela – Questão 180).

Essa questão apresenta um contexto sobre uma empresa de telefonia que oferece aos seus clientes dois planos, descrevendo-os na linguagem usual e solicitando escolha do gráfico que melhor representava tal situação. A questão se classifica de acordo com a Matriz do ENEM como: Eixo Cognitivo: Compreensão de fenômenos (CF); Subcompetência da área de Matemática: Modelar e resolver problemas que envolvem variáveis socioeconômicas ou técnico-científicas, usando representações algébricas (M5); Habilidade: Interpretar gráfico cartesiano que represente relações entre grandezas (H20) e, de acordo com o PISA como Situação ou contexto: Pessoal; Conteúdo Matemático: Mudança e Relações; Agrupamento de competências: Conexão; Tipo de resposta: Múltipla escolha. A síntese da tarefa é: Reconhecimento de gráfico por duas funções

### Figura 1. Súmula das questões e classificação

Fonte: Acervo das autoras

A Avaliação foi aplicada a 258 alunos do Ensino Médio, sendo 130 da 1ª série, 46 da 2ª série e 82 da 3ª série. Na logística de aplicação foi solicitado aos alunos que registrassem suas soluções no espaço disponibilizado na prova e não apenas indicassem a alternativa correta das questões objetivas. Os professores explicaram previamente aos alunos que a finalidade desta Avaliação era detectar conhecimentos e dúvidas surgidas ao resolverem as questões do ENEM de anos anteriores e, para tanto, a análise das resoluções registradas seria fundamental.

A correção e análise desta avaliação formativa foi feita com base em oito categoria de erros inspiradas na categorização de Movshovitz-Hadar, Zaslavsky e Inbar (1987), são elas: Erro de interpretação do enunciado/tarefa (E1); Erro conceitual ou estratégico (E2); Erro procedimental ou técnico (E3); Erro de cálculo (E4); Erro na utilização de dados (E5); Erro na validação da solução (E6); Erro de representação (E7); Outros erros (E8).

Dada a limitação própria de um artigo escolhemos discutir tão somente a presença de erro conceitual identificado nas resoluções dos alunos na primeira questão da Avaliação. O erro conceitual caracteriza-se quando o aluno desconhece o conceito envolvido na questão ou a estratégia de solução, ou utiliza outros conceitos que destoam do proposto na tarefa.

Para tanto, apresentamos na íntegra essa questão 1, na Figura 2.

A suspeita de que haveria uma relação causal entre tabagismo e câncer de pulmão foi levantada pela primeira vez a partir de observações clínicas. Para testar essa possível associação, foram conduzidos inúmeros estudos epidemiológicos. Dentre esses, houve o estudo do número de casos de câncer em relação ao número de cigarros consumidos por dia, cujos resultados são mostrados no gráfico a seguir.



De acordo com as informações do gráfico,

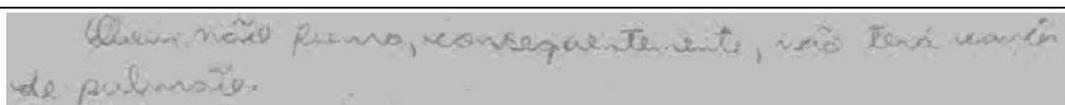
- A) o consumo diário de cigarros e o número de casos de câncer de pulmão são grandezas inversamente proporcionais.
- B) o consumo diário de cigarros e o número de casos de câncer de pulmão são grandezas que não se relacionam.
- C) o consumo diário de cigarros e o número de casos de câncer de pulmão são grandezas diretamente proporcionais.
- D) uma pessoa não fumante certamente nunca será diagnosticada com câncer de pulmão.
- E) o consumo diário de cigarros e o número de casos de câncer de pulmão são grandezas que estão relacionadas, mas sem proporcionalidade.

**Figura 2.** A questão 1 proposta na avaliação formativa. Fonte: ENEM 2009 - Prova Amarela - Questão 142

Em relação a esta questão, um encaminhamento para sua resolução pode ser o seguinte: Analisar o gráfico e, a partir dessa análise concluir que o consumo diário de cigarros e o número de casos de câncer de pulmão estão relacionados, mas sem uma proporcionalidade, pois seu gráfico apresenta patamares, nos quais a pessoa que consome diariamente entre um e quatorze cigarros e de quinze a vinte e quatro cigarros possui a mesma probabilidade do tabagismo ser causa de câncer pulmonar em cada um desses patamares. Apesar de, entre as pessoas não fumantes, existem poucos casos de câncer, este número não igual a zero.

Assim sendo, a resposta correta é a alternativa E. Após a correção desta questão foram separadas as provas com resoluções erradas para análise, identificação e classificação dos tipos de erros.

A seguir apontamos uma amostra de erros conceituais identificados. No exemplo exposto na Figura 3, o aluno assinalou a alternativa D e justificou.

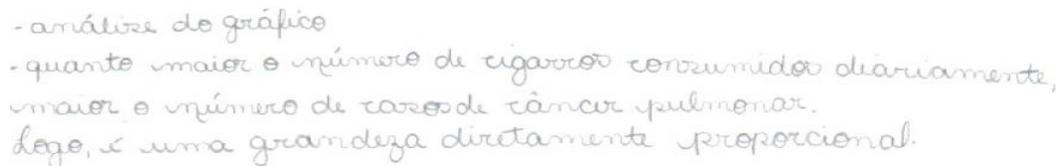


Transcrição: “Quem não fuma, conseqüentemente, não terá câncer de pulmão”

**Figura 3:** Protocolo BA-20 com justificativa do aluno para a resposta a questão 1. Fonte: Acervo das Autoras

No caso, trata-se de erro conceitual, pois o aluno utilizou uma crença para seleção da resposta e não os dados apresentados na questão.

No exemplo exposto na Figura 4, o aluno assinalou a alternativa C e justificou.



- análise do gráfico  
- quanto maior o número de cigarros consumidos diariamente,  
maior o número de casos de câncer pulmonar.  
Logo, é uma grandeza diretamente proporcional.

Transcrição – análise do gráfico

Quanto maior o número de cigarros consumidos diariamente, maior o número de casos de câncer pulmonar.

Logo, é uma grandeza diretamente proporcional”. (sic)

**Figura 4:** Protocolo BA-23 com a justificativa do aluno para a resposta a questão 1. Fonte: Acervo das autoras

Nesta amostra, trata-se também de erro conceitual, pois o aluno utilizou uma crença, no caso, se uma grandeza aumentar (número de cigarros) e a outra grandeza aumentar (casos de câncer) isto é suficiente para concluir que são grandezas diretamente proporcionais, sem considerar a constante de proporcionalidade.

## ■ Conclusão

Concluimos que os professores participantes do Núcleo, por meio dos estudos e investigações realizadas em conjunto sobre avaliação em matemática, particularmente envolvendo questões sobre funções, puderam conhecer melhor dificuldades dos alunos no momento em que se debruçaram na análise dos tipos de erros identificados nas resoluções das questões. Como exemplo, a identificação de erros conceituais dos alunos pode auxiliar os professores no ensino e na forma de mediar a construção dos conceitos envolvidos e corrigir desvios de aprendizagem.

Entendemos que ao analisar os erros dos alunos o professor pode detectar situações que necessitam sua intervenção em sala de aula e pode se conscientizar de aspectos relativos aos tipos de equívocos e também rever seus próprios procedimentos de ensino, avaliando se estão adequados para o seu particular conjunto de alunos.

Finalizando, concluímos que as discussões sobre os processos avaliativos devem ser privilegiadas em formações continuadas de forma a auxiliar o professor a compreendê-los e a refletir sobre sua prática.

### ■ Agradecimentos

Agradecemos ao Programa Observatório da Educação (OBEDUC), da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão de bolsas e demais subsídios para o desenvolvimento desta pesquisa alojada no Projeto 19366/12 Edital 049/12.

### ■ Referências Bibliográficas

- Cury, H. N. (2015). *Análise de erros: o que podemos aprender com as respostas dos alunos* (2 ed.). Belo Horizonte: Autêntica.
- Denzin, N. (1988). Triangulation in educational research. Em J. Keeves, *Educational research, methodology and measurement: An International handbook* (pp. 318-322). Oxford: Pergamon Press.
- Greenwood, D. J., & Levin, M. (2000). Reconstructing the relationships between universities and society through action research. Em N. Denzin, & Y. Lincoln (Eds.), *Handbook of qualitative research* (2ª ed., pp. 85-106). Thousand Oaks, California: Sage Publications Inc.
- Haydt, R. C. (2008). *Avaliação do Processo Ensino-Aprendizagem* (6ª ed.). São Paulo: Ática.
- Imbernón, F. (2000). *Formação docente e profissional: formar-se para a mudança e a incerteza*. São Paulo: Cortez.
- Imbernón, F. (2009). *Formação Permanente do Professorado: novas tendências*. São Paulo: Cortez.
- Lobo da Costa, N. M., Ando, R. d., & Magni, R. J. (2015). *Universidade e Escola em Colaboração para Investigar Práticas Avaliativas sobre Funções no Ensino Médio*. Acta Latinoamericana de Matemática Educativa.
- Movshovitz-Hadar, N., Zaslavsky, O., & Inbar, S. (1987). An empirical classification model for errors in high school mathematics. *Journal for Research in Mathematics Education*, 18(1), pp. 3-14.