

Avaliação Formativa da Comunicação Matemática: Uma Análise dos Manuais de Matemática da 10.^a Classe do Ensino Geral em Angola

Formative evaluation of Mathematics communication: An analysis of Mathematics Manuals for the 10th grade of General Education in Angola

Evaluación formativa de la comunicación matemática: un análisis de los Manuales de Matemáticas del décimo grado de Educación General en Angola

Kengana Sebastião André João¹

Escola Superior Pedagógica do Bengo, Angola

Kengana1980@hotmail.com

David Mafuani Distinto²

Instituto Superior de Ciências da Educação de Luanda, Angola

davidistinto75@gmail.com

Resumo

O presente estudo teve como objectivo aferir até que ponto os exercícios práticos propostos no Manual da Disciplina de Matemática da 10.^a Classe do Ensino Geral ajudam o professor a promover estratégias da avaliação formativa que facilitem o aluno a consolidar a capacidade de comunicação matemática propriamente dita, argumentar e justificar procedimentos ou ideias matemáticas. Atendendo à forma de abordagem do problema, realizou-se uma investigação de enfoque qualitativo. Para alcançar do objectivo referido e do ponto de vista dos procedimentos técnicos optou-se pela investigação bibliográfica. Para o efeito, foi seleccionado de forma intencional o tema sobre radicais, por ser a primeira unidade temática do programa de ensino existente nos dois manuais de matemática da 10.^a classe de autoria de Maria Augusta Ferreira Neves, Maquiesse Pembele e José Eduardo Deibona, aprovados pelo Ministério da Educação de Angola. Dos resultados deste estudo, verificou-se que do total de 60 exercícios com 265 alíneas propostas, somente um destes ajuda o professor promover estratégias da avaliação formativa que facilitam o aluno a consolidar a capacidade

de argumentar e justificar procedimentos ou ideias matemáticas de forma explícita. Neste sentido, foi proposta uma mudança na enunciação das questões de alguns exercícios existentes nos manuais, de modo a dar-se ao professor a possibilidade de promover a estratégia e o aluno a desenvolver esta capacidade.

Palavras-chave: avaliação formativa, comunicação matemática, estratégias.

Abstract

The present study was aimed at assessing the extent to which practical exercises proposed in Mathematic student's manual of 10th grade in Angolan teaching context may help teachers promote Formative Evaluation Strategies that facilitate students consolidate mathematical communication skills in its proper sense of the Word, argue and justify mathematical procedures or ideas. Taking into account the way of approaching the problem, a qualitative research was carried out. In order to achieve the goal early cited above and from the point of view

¹ Doutor. Professor Auxiliar. Chefe do Departamento de Documentação e Informação Científica.

² Licenciado. Professor. Estudante do Mestrado em Ensino de Matemática no ISCED Luanda.

of technical procedures, a bibliographical investigation was applied. For the purpose of this study, the theme of radicals was authors Maria Augusta Ferreira Neves, Maquiesse Pembele and José Eduardo Deibona, approved by the Ministry of Education of Angola. Considering the outcomes of this study, it was found that of the total sixty five exercises with two hundred and sixty five points suggested in this theme “radicals”, in both student’s manuals, only one of them help teachers promote Formative Evaluation Strategies that explicitly facilitate students consolidate the abilities to argue and justify procedures or mathematical ideas. In this sense, it was suggested a change to the wording of the questions for some exercise present in the manuals, thus giving to the teachers a possibility or a chance of promoting the strategy (Formative Evaluation) and to the ability (Mathematical Communication Skills).

Keywords: formative evaluation, mathematical communication, and strategies.

Resumen

El presente estudio tuvo como objetivo evaluar en qué medida los ejercicios prácticos propuestos en el Manual del Alumno angoleño de décimo grado ayudan al docente a promover estrategias de evaluación formativa que faciliten al alumno consolidar la capacidad de comunicación matemática, propiamente dicho,

INTRODUÇÃO

O presente visa abordar sobre até que ponto os exercícios práticos propostos no Manual da Disciplina de Matemática da 10.^a classe do Ensino Geral em Angola ajudam o professor a promover estratégias da avaliação formativa que facilitem o aluno a consolidar a

intentionally selected, knowing that it is the first theme in the programmes of mathematic student’s manuals of 10th grade by the Angolan argumentar y justificar procedimientos o ideas matemáticas. Teniendo en cuenta la forma de abordar el problema, se realizó una investigación cualitativa. Para lograr el objetivo propuesto y desde el punto de vista de los procedimientos técnicos, se optó por la investigación bibliográfica. Para ello, se seleccionó intencionalmente el tema de los radicales por ser el primero del programa existente en los dos manuales de Matemáticas de décimo grado, de los autores Maria Augusta Ferreira Neves, Maquiesse Pembele y José Eduardo Deibona, aprobado por el Ministerio de Educación de Angola. Los resultados de este estudio revelaron que del total de los 60 ejercicios con 265 puntos propuestos en esta temática, en los dos manuales, solo uno de estos ayuda al docente a promover estrategias de evaluación formativa que le faciliten al alumno consolidar la capacidad de argumentar y justificar procedimientos o ideas matemáticas explícitamente. En este sentido, se propuso cambiar la redacción de las preguntas de algunos ejercicios en los manuales, dando así al docente la posibilidad de promover esta estrategia y al alumno a desarrollar esta habilidad.

Palabras-chave: evaluación formativa; comunicación matemática; estrategias.

capacidade de comunicação matemática propiamente dita, argumentar e justificar procedimentos ou ideias matemáticas.

Falar da avaliação das aprendizagens é tratar de um tema intrínseco ao processo de ensino aprendizagem. Inúmeras entidades ou instituições têm tratado esta temática, como é o caso do National Council of Teachers of Mathematics

(NCTM) dos Estados Unidos da América, que nas suas publicações tem dado também ênfase a temas ligados à avaliação das aprendizagens em matemática (NCTM, 1989; 1991; 2014).

Com intuito de melhorar os processos avaliativos dos professores de matemática do Ensino geral de Portugal, a Associação de Professores de Matemática (APM) desse vem traduzindo as publicações ora referenciadas na versão portuguesa (APM, 1998; 2017).

Educadores matemáticos brasileiros também se têm engajado quando o assunto é avaliação das aprendizagens em matemática. Neste sentido, Pavanello e Nogueira (2006) analisam o percurso a ser observado para a avaliação nesta área do conhecimento, descortinando distintas maneiras de se pensar a avaliação em matemática.

Em Angola, João (2019) tem desenvolvido estudos e ações de formação contínua com professores de matemática numa perspectiva de avaliação formativa, com intuito de melhorar as suas práticas avaliativas com consequente impacto na melhoria das aprendizagens dos alunos.

Serra (2005), por exemplo, realça de forma crítica sobre como os sistemas de avaliação privilegiam mais a reprodução de conteúdos por meio da prova escrita ou

oral em detrimento da avaliação formativa.

Fumero (2008) apresenta um sistema de avaliação das aprendizagens para a matemática no ensino superior no curso de engenharia, baseada na abordagem histórico-cultural e nas normas do NCTM.

João, Olivera e Serra (2016) apresentaram um sistema de avaliação das aprendizagens para a disciplina de Análise Matemática no contexto angolano, o estudo foi justificado por causa de variadíssimas práticas avaliativas tradicionais nos professores daquela disciplina no contexto angolano.

João e Olivera (2020) propõem um modelo teórico-metodológico para a formação pedagógica do professor universitário na prática da avaliação formativa que permita evitar as deficiências encontradas para os professores no contexto angolano.

A avaliação formativa na prática contextualizada no processo de ensino e aprendizagem da matemática pode ser feita recorrendo a diversas estratégias, dentre elas o feedback, mas só quando respeitados os seguintes aspectos:

- Apontar pistas de ação futura, de forma que a partir dela o aluno saiba como prosseguir;
- Incentivar o aluno a reanalisar a sua resposta;

Não incluir a correcção do erro, no sentido de dar ao próprio a possibilidade de ser ele mesmo a identificá-lo e a alterá-lo de forma a permitir que aconteça uma aprendizagem mais duradoura; Identificar o que já está bem feito, no sentido não só de dar autoconfiança, como igualmente permitir que aquele saber seja conscientemente reconhecido (Santos, 2003, p.19, citado em Santos, 2020, p.6)

As afirmações expostas no parágrafo anterior, também aparecem em livros didáticos, como é o caso do programa de matemática da 10.^a Classe (Moderna, 2013, p.31) que destaca o seguinte: “no ensino, a avaliação assume carácter eminentemente formativo, devendo favorecer a progressão pessoal e a autonomia como parte integrante do processo ensino aprendizagem, permitindo ao aluno implicar-se no próprio processo e ao (a) professor(a) controlar melhor a sua prática lectiva.”

Reflexões e problematizações sobre a avaliação

O conceito de Avaliação, está longe de ser consensual se tivermos em conta que foi sempre vista ao longo da sua história sob diferentes olhares de acordo com os objectivos e finalidades que as sociedades vão definindo ao longo da sua evolução.

Nesta perspectiva apontam-se cinco abordagens relacionadas com a evolução da avaliação:

1. Abordagem da consciencialização (século XIX) – envolve um sistema de testagem com o objectivo de

melhorar os padrões educativos. Ocorreu predominantemente nos Estados Unidos e, depois, estendeu-se para Europa.

2. Abordagem psicométrica (1900 – 1930) – Avaliação normativa, classificatória e estandardizada que tem influência até os dias atuais.
3. Abordagem da congruência (1930 – 1950) – definida por Tyler como uma avaliação de comparação entre resultados previstos e os resultados obtidos. Durante este período a avaliação estende-se ao processo de ensino e aprendizagem, não mais se limitando a instrumentos de medidas industriais.
4. Abordagem da expansão (1958 – 1972) – período em que surge a dicotomia entre a avaliação somativa, medida por exame (docimologia), e a formativa, avaliação que passa a destacar as escolas, professores, alunos, conteúdos, e as metodologias como foco central, deslocando o olhar do carácter meritocrático para o sociológico.
5. Abordagem da profissionalização – na qual, a partir de 1972, a avaliação passa a ter um carácter sistemático com etapas bem definidas:
 - a) Fase de identificação (avaliação do contexto)
 - b) Fase para prever os recursos, as limitações, os custos e os prováveis benefícios (avaliação de entrada ou inicial)
 - c) Fase de acompanhamento do desenvolvimento (avaliação de processo)
 - d) Fase em que o resultado é apresentado. Avaliação do produto final, ou seja, verificação dos objectivos alcançados (Oliveira & Singer, 2014, p.158).

Estas reflexões, para além de irem na mesma direcção dos autores Oliveira e Singer, (2014) relativamente à evolução da avaliação das aprendizagens, demonstra que,

na prática pedagógica da matemática a avaliação tem, tradicionalmente, se centrado nos conhecimentos específicos e na contagem de erros. É

uma avaliação somativa que não só selecciona estudantes, mas os compara entre si e os destina a um determinado lugar numérico em função das notas obtidas (Pavanello & Nogueira, 2006, p.36-37).

Neste sentido, a posição destes últimos autores referenciados, reforça a reflexão do autor do presente estudo, relativamente às práticas avaliativas dominantes no contexto angolano, chamando assim a uma reflexão conjunta, para uma mudança urgente das mesmas, ou seja, urge a necessidade de que as práticas avaliativas dos professores acompanhem as transformações produzidas pelas pesquisas e estudos científicos sobre avaliação.

A necessidade da mudança de práticas avaliativas é muito importante pois a adopção destas facilita o trabalho do professor segundo Arias (2013, p. 3):

Obter mediante a aplicação de instrumentos tecnicamente elaborados, informação válida e confiável acerca da aprendizagem;

Conhecer os ganhos alcançados pelos estudantes;

Identificar os aspectos que se devem melhorar durante o processo de mediação pedagógica;

Integrar a todos no processo de aprendizagem, interagindo docentes e estudantes;

Reapresentar ou orientar o processo de ensino-aprendizagem segundo a informação recolhida;

Adaptar os processos didácticos aos progressos e necessidades observadas nos estudantes e lhes oferecer um oportuno acompanhamento;

Implementar o processo de auto e co-avaliação, orientados à reflexão sobre o seu próprio desempenho;

Reflectir acerca do rendimento de cada estudante.

O expresso no parágrafo anterior, reforça a necessidade imperiosa de uma viragem das práticas avaliativas actuais, ou seja, vigentes no contexto angolano, onde o professor tem a prova escrita como única fonte de obtenção de informação sobre a aprendizagem, muitas vezes elaboradas de forma rápida e com carácter reprodutivo. Por sua vez, adoptando as práticas avaliativas formativas, o professor deverá aprimorar a técnica de elaboração não de um só instrumento, mas de vários instrumentos para um único fim.

Ainda nesta mesma direcção, o professor de matemática terá a oportunidade de elaborar exercícios de consolidação de forma mais segura, sendo sempre em função da necessidade real de cada aluno ou colectivo de alunos, prestando assim uma assistência individual dentro do colectivo, sabendo que o conteúdo a ser oferecido resulta de uma recolha de evidências do meio natural e não de propostas emanadas por um conselho de coordenadores de disciplinas.

Por outra parte, esta necessidade de mudança pode de certa forma colmatar um vazio que se verifica no processo de

ensino aprendizagem da matemática no contexto angolano. Esse vazão tem a ver com a continuidade das actividades orientadas pelo professor ao aluno fora da sala de aula, que promovam a reflexão do seu desempenho.

A necessidade de mudança referida nos parágrafos anteriores não é essencial somente para o professor, mas sim também para o aluno, pois permite ao aluno, segundo Arias (2013, p. 4):

Levar a cabo processos metacognitivos, com o propósito de que tome consciência dos seus pontos fortes e fracos;

Solicitar o acompanhamento do docente para alcançar o nível de ganhos esperados;

Identificar estratégias que facilitem o alcance das metas propostas, entendendo estratégias os processos de tomadas de decisões (conscientes e intencionais) nos quais ele elege e recupera, de maneira coordenada, os conhecimentos de que necessita para cumprir com uma determinada demanda ou objectivo, dependendo das características da situação educativa em que se produz a acção;

Levar a cabo processos de interacção entre seus companheiros e o docente.

Parte-se do princípio de que muitas vezes o estudante estava preocupado apenas com a nota e, portanto, a mudança de paradigma que se propõe poderá fazer com que o mesmo se preocupe também com o desenvolvimento do seu empenho, isto é, descobrir os seus avanços, recuos e até as deficiências que propiciam estes recuos. Para efeitos, os estudantes devem

aprender a comunicarem-se matematicamente, isto é, “partilharem ideias e clarificarem compreensões, para elaborarem argumentos convincentes em relação ao como e ao porquê do funcionamento das coisas, para desenvolverem uma linguagem para exprimirem as ideias matemáticas e para aprenderem a ver as coisas de outras perspectivas” (NCTM, 1991; 2000, citado em NCTM, 2017)

“Entende-se comunicação matemática nas vertentes oral e escrita como um domínio progressivo da linguagem simbólica da matemática” (Serrazina, 2018, p.15). Partindo deste princípio, os alunos poderiam iniciar esse aprendizado, desde muito cedo, a partir dos dois últimos anos do ensino primário, desenvolvendo a capacidade de “Expressar, oralmente e por escrito, ideias matemáticas, com precisão e rigor, para justificar raciocínios, procedimentos e conclusões, recorrendo ao vocabulário e linguagem próprios da matemática” (Serrazina, 2018, p.15).

Para facilitar o aluno a justificar seus raciocínios, procedimentos e conclusões, quando realiza uma tarefa matemática, conforme sugere Serrazina (2018), é preciso que o enunciado esteja bem formulado ou ainda que o professor

solicite de forma obrigatória essa justificação.

É evidente que a comunicação escrita da matemática é indispensável na sala de aula. Neste sentido, o professor de matemática, deve dispor de um instrumento de análise composta por quatro dimensões como propõem Pires, Costa e Leite (2018):

- (i) Clareza, relacionada com o uso do vocabulário e formas de representação seguidas pelo aluno quando expressa as suas ideias;
- (ii) Fundamentação, relacionada com a maneira como o aluno defende ou justifica os seus raciocínios ou resoluções;
- (iii) A lógica, relacionada com a coerência e a ligação entre ideias expressas ou processos desenvolvidos;
- (iv) A profundidade, relacionada com o domínio revelado pelo aluno quando se refere aos tópicos matemáticos envolvidos na situação (p.29).

O presente estudo, dá maior ênfase a dimensão da fundamentação, por entender que sempre que o aluno estiver a fundamentar, deve fazê-lo como clareza, lógica e uma certa profundidade, pelo que insiste na necessidade do enunciado que apresenta a tarefa, exija de antemão que o aluno fundamente a resolução. Para o efeito, “os alunos precisam de oportunidades para desenvolver pensamentos e ideias matemáticas em colaboração com os outros, e, juntamente com outros, explicitar justificações e

argumentos” (Guerreiro & Martins, 2018, p. 51).

Para que o anteriormente dito se torne uma realidade, é preciso que os currículos apontem nesta direcção, por meio de programas e livros para o professor assim como para o aluno, ou ainda o professor deve ser criativo nesta perspectiva, apresentando ou propondo fichas de actividades durante ou após a aula.

No Currículo de Matemática do Ensino Fundamental- Ciclo II e Ensino Médio do Estado de São Paulo, Brasil, já se pode evidenciar o exposto no parágrafo anterior pois os conteúdos programáticos, visam desenvolver entre várias, as seguintes capacidades:

Capacidade de expressão, que pode ser avaliada por meio da produção de registos, de relatórios, de trabalhos orais e/ou escritos etc.;

Capacidade de compreensão, de elaboração de resumos, de sínteses, de mapas, da explicação de algoritmos etc.;

Capacidade de argumentação, de construção de análises, justificativas de procedimentos, demonstrações etc. (Machado, *et al.*, 2011, p.54).

Nesta perspectiva, chama-se a responsabilidade do professor de matemática naquelas paragens no sentido de traduzir estas ideias do currículo na sala de aula. Isto é, fazer com que os alunos sejam capazes no final de cada

conteúdo de apresentar de forma inequívoca as capacidades ora descritas.

Os programas que orientam o Ensino da Matemática em Angola não estão alheios a situação descrita no currículo ora referenciado, nesta senda, o Programa de matemática da 10.^a Classe do 2^o Ciclo do Ensino Geral (2013, p. 31) assinala que:

A avaliação da capacidade de comunicação em matemática faz-se observando o modo como o(a) aluno(a) descreve processos, enuncia propriedades, expressa conceitos, formula problemas, compreende e avalia ideias expressas em matemática, devendo o(a) professor (a) estar particularmente atento(a) ao desenvolvimento da clareza, precisão e adequação da linguagem utilizada.

Os programas de matemática de Angola dão um passo em frente em relação à proposta de avaliar a comunicação matemática dos alunos com uma abordagem formativa, faltando nesse sentido os livros e os professores seguirem essa direcção. Assim, os estudiosos assim como escritores nesta área devem acelerar propostas concretas a fim de auxiliarem os professores a compatibilizarem-se com os referidos programas.

Para melhor elucidação o anteriormente expresso, resulta necessário traçar estratégias de avaliação formativa que facilite o aprofundamento da capacidade da argumentação da comunicação matemática por parte do aluno, e é neste sentido que vai dirigido o presente estudo.

Julga-se interessante partir do conceito de estratégia de forma geral, apesar da diversidade do mesmo no ponto de vista de diferentes autores. Assim como não é objectivo deste estudo a análise da diversidade destes conceitos, apenas cingimo-nos no propósito já enunciado. Nesta perspectiva a “estratégia é um plano onde se pensa no futuro, nos objectivos, nas metas a serem atingidas, na direcção, caminho e curso de acções, alocando adequadamente os recursos utilizados” (Milan & De Toni, 2008, citado em Leonardo, Emerson & Rozélia, 2015, p.83). Um conceito interessante, que se enquadra em qualquer área da esfera ou estrato social, pois qualquer pessoa traça objectivos em diferentes momentos da vida, para tal em algum momento deve se tomar decisões que podem viabilizar ou inviabilizar os objectivos preconizados. Para que as decisões a tomar ou a serem tomadas sejam propícias para a concretização dos objectivos, devem ser gizadas acções bem estruturadas.

Face a essa situação, o professor de Matemática em todos momentos que pretende realizar a sua aula, a primeira preocupação que procura responder tem sido sempre o que os meus alunos devem saber fazer depois da aula.

Para que a resposta da pergunta seja satisfatória no final da aula ou na sua continuidade fora da sala, o professor deve traçar um conjunto de acções que irão ajudar o aluno a tomar decisões que lhe levarão a atingir os objectivos ora propostos.

Na actualidade, a aferição da concretização da resposta com êxito ou sem êxito, relativamente à pergunta formulada pelo professor, durante a preparação da sua aula e no início da sua leccionação, não pode ser tida em conta somente no fim da aula, mas no seu percurso também. Neste sentido o professor deve traçar estratégias de avaliação formativa no processo de ensino e aprendizagem da Matemática.

Assim, a literatura aponta numerosas estratégias de avaliação formativa. O presente estudo apoia-se em duas estratégias que no nosso entender propiciam o alcance dos objectivos da capacidade de argumentação, de construção de análises, justificativas de procedimentos por parte do aluno. São elas: “Escreve, comenta e avança (Agencia de calidad de la educación, 2006, p. 17)” e a estratégia “Envolver os alunos na auto-reflexão e permitir que monitorem e compartilhem a sua aprendizagem (Medina, García, Martínez, & Abundez, 2011, p. 79)” De acordo com os objectivos

apresentados na introdução deste estudo, trataremos apenas da na segunda estratégia.

Metodologia

A investigação realizou-se no contexto de ensino-aprendizagem em Angola. Trata-se de uma investigação “bibliográfica” (Kripka, Scheller & Bonotto, 2015, p.244).

Tendo em conta a natureza dos livros em estudo, pretendeu-se em primeiro lugar descrever algumas insuficiências existentes nos enunciados dos exercícios concebidos baseando-se na promoção da capacidade do aluno argumentar e justificar ideias matemáticas de forma explícita. Num segundo momento a partir dessas insuficiências, apresentou-se uma ficha de trabalho com enunciados dos exercícios reformulados a partir dos exercícios pré-existentes no Manual como proposta de solução alternativa para concretizar a promoção desta capacidade, sendo muito importante na comunicação matemática.

Método e procedimentos

Realizou-se uma pesquisa bibliográfica com recurso ao levantamento bibliográfico preliminar; busca das fontes; leitura do material; organização lógica do assunto; redação do texto” (Prodanov & Freitas, 2013, p.55).

No levantamento bibliográfico preliminar e busca das fontes usaram-se os seguintes livros: Matemática 10.^a classe (2005), Matemática 10.^a classe (2015) e Matemática 10 (2010). Todos eles utilizados habitualmente pelos professores e aprovados pelo Ministério da educação de Angola.

No momento da leitura do material, constatou-se que o livro de Matemática da 10.^a Classe (2010), não continha um capítulo dedicado exclusivamente ao conteúdo relacionado aos radicais, neste sentido, por isso optou-se pela exclusão do mesmo.

Nesta direcção relativamente a organização lógica do assunto, foram recolhidos, seleccionados e quantificados os exercícios propostos para o aluno estudar e aprofundar o conteúdo sobre radicais. Posteriormente, foram analisados os tipos de perguntas existentes nos exercícios propostos nos manuais que propiciam a promoção de

estratégias de avaliação formativa que facilitam consolidação da capacidade de comunicação matemática dos alunos, com realce na argumentação e justificação de procedimentos ou ideias matemáticas no conteúdo em causa.

Em função da análise feita aos exercícios, foi apresentado uma proposta de mudança do enunciado das questões de alguns exercícios existentes nos livros partindo das insuficiências detectadas, afim destes propiciarem a aplicação de estratégias de avaliação formativa que ajudariam o aluno na consolidação da capacidade de comunicação matemática, assim como na apresentação de conclusões fruto dessas análises.

Principais resultados e discussão

Na revisão do livro de Matemática da 10.^a classe (2005) e matemática 10.^a classe (2015), constatou-se a existência de um total de 60 exercícios com 265 alíneas propostos nesse tema, agrupados da seguinte forma:

Tabela n.º 1: Quantidade e natureza de exercícios sobre radicais

QUANTIDADE	OBJECTIVO	NATUREZA DO ENUNCIADO
7	Calcular	Calcular radicais por meio da operação de adição algébrica.
4	Calcular	Calcular radicais por meio da operação de multiplicação.
2	Calcular	Calcular radicais por meio da operação de divisão.
2	Classificar	Classificar algumas proposições em verdadeiros ou falsos.

2	Determinar	Determinar as raízes das expressões com radicais.
8	Escrever	Escrever as potências sob forma de radical
1	Determinar e Justificar	Determinar cada uma das raízes e justificar as suas respostas
7	Escrever	Escrever os radicais sob forma de potência
5	Simplificar	Simplificar os radicais
3	Simplificar e Calcular	Calcular e simplificar os radicais

2	Racionalizar denominador	Racionalizar denominador das fracções
17	Resolver	Natureza diversa

Fonte: Elaboração própria.

Dos exercícios apresentados na tabela n.º 1, existe apenas um onde se pede que o aluno determine cada uma das raízes e justifique as suas respostas. Este procedimento propicia a promoção de estratégias de avaliação formativa que facilitam o aluno consolidar a capacidade de comunicação matemática, com realce em argumentar e justificar procedimentos ou ideias matemáticas no conteúdo em causa.

Este exercício orienta que o aluno “determine cada uma das seguintes raízes, justificando as suas respostas (Pembele & Deibona, 2015, p. 12).” a)

$\sqrt{400}$; b) $\sqrt{\frac{1}{25}}$; c) $\sqrt{4a^2}$. Isto é:

$\sqrt{400} = 20$, porque $(20)^2 = 400$;

$\sqrt{\frac{1}{25}} = \frac{1}{5}$, porque $(\frac{1}{5})^2 = \frac{1}{25}$;

$\sqrt{4a^2} = 2a$; porque $(2a)^2 = 4a^2$.

A Ibrigaçõ do aluno em realizar ou apresentar as justificações acima descritas, envolve-o numa auto-reflexão e permite-lhe ao mesmo tempo que monitore e compartilhe a sua aprendizagem com o professor. De modo geral, o aluno seria ajudado a consolidar a capacidade de comunicação matemática,

com realce em argumentar e justificar procedimentos ou ideias matemáticas. Nesta forma de trabalho, estaria de forma explícita a estratégia de avaliação formativa.

Vejam os exercícios: classifique de verdadeira (v) ou falsa (f) cada uma das seguintes afirmações (Pembele & Deibona, 2015, p. 12):

$$1.1 \quad \sqrt{4} = 2 \qquad 1.2 \quad \sqrt{\frac{1}{4}} = -\frac{1}{2}.$$

Este exercício na forma como é apresentado, coloca-se o aluno numa comunicação restrita, ou seja, terá necessariamente que assinalar somente com verdadeira (v) ou falsa (f), isto é, abre a possibilidade de no caso que o aluno não tenha certeza da resposta correcta, opte pelo azar. Por outra, mesmo que acerte ou não, o professor não terá a possibilidade de solicitar ao aluno que esclareça o porquê e como chegou a esse resultado. Nesta direcção, o aluno perde a oportunidade de expor as suas ideias matemáticas, consolidar o anteriormente aprendido, isto é, justificar ou argumentar a opção feita a partir da definição da raiz quadrada de a e não da definição da raiz de índice n de a, ou seja, “assim $x = \sqrt{a} \leftrightarrow x^2 = a$, onde: $\sqrt{a^2} = |a|$, e não assim $\sqrt[n]{a} = b \leftrightarrow b^n = a$ ” (Pembele & Deibona, 2015, p.11). De outro modo, se o professor ajudasse o

aluno a dizer e escrever a via percorrida para assinalar a veracidade ou a falsidade, ele teria que argumentar ou justificar que:

$$\sqrt{4} = 2 \text{ é verdadeira porque } \sqrt{4} = 2 \leftrightarrow \sqrt{2^2} = |2| = 2;$$

$$\sqrt{\frac{1}{4}} = -\frac{1}{2} \text{ é falsa porque } \sqrt{\frac{1}{4}} = -\frac{1}{2} \leftrightarrow \sqrt{\left(\frac{1}{2}\right)^2} = \left|\frac{1}{2}\right| = \frac{1}{2}, \text{ logo } \frac{1}{2} \neq -\frac{1}{2}.$$

O aluno na segunda afirmação, se não estiver atento pode considerar verdadeiro se apoiar-se na definição da raiz de índice n de a . Infelizmente estaria errado por tratar-se da raiz quadrada, mas uma vez que o professor não formulou a pergunta de modo que o aluno explique os passos que lhe conduziram a afirmação, dificilmente o aluno irá partilhar ao professor de forma clara o que entendeu sobre esta matéria. A forma mais eficaz de sair desse enredo, seria por meio de uma estratégia de avaliação formativa, que envolve o aluno na auto-reflexão e lhe permite monitorar e partilhar a sua aprendizagem com o professor de forma mais eficaz. A concretização dessa estratégia depende de certa medida na forma como o professor irá elaborar o enunciado que envolve o exercício.

Na mesma direcção o exercício em que se solicita ao aluno que simplifique (Neves, 2005, p26):

$\sqrt{200} + \sqrt{2} - \sqrt{18} + \sqrt{72}$. A forma como se apresenta o enunciado envolve o aluno na auto-reflexão, mas não o obriga, no bom sentido, a partilhar toda sua aprendizagem com o professor, assim como não o ajuda a monitorar de forma profunda e eficaz a sua aprendizagem, pois é-lhe incumbido o dever de simplificar a expressão acima.

Simplificar seria tornar a expressão menos complicada, neste caso exigiria o aluno uma auto-reflexão. Mas como saberia se a sua reflexão está sendo bem-sucedida ou não? Esta pergunta só é possível ser respondida se o aluno conseguir monitorar ou expressar as suas ideias matemáticas passo a passo. Acontece que como ele não tem este dever de apresentar todos passos ao professor, por um ou outro motivo pessoal poderá omitir alguns passos, ou seja, poderia escrever directamente:

$$\begin{aligned} \sqrt{200} + \sqrt{2} - \sqrt{18} + \sqrt{72} &= 10\sqrt{2} + \sqrt{2} - 3\sqrt{2} + 6\sqrt{2}, \text{ em vez de } \sqrt{200} + \sqrt{2} - \sqrt{18} \\ &+ \sqrt{72} = \sqrt{(10)^2 \times 2} + \sqrt{2} - \sqrt{3^2 \times 2} \\ &+ \sqrt{3^2 \times 2^2 \times 2} = \sqrt{(10)^2} \times \sqrt{2} + \sqrt{2} - \\ &\sqrt{3^2} \times \sqrt{2} + \sqrt{3^2} \times \sqrt{2^2} \times \sqrt{2} = 10\sqrt{2} \\ &+ \sqrt{2} - 3\sqrt{2} + 6\sqrt{2}, \text{ e em caso de um erro da sua parte, dificilmente poderá conseguir detectá-lo. Portanto, dificilmente o professor irá conseguir retroalimentar o aluno.} \end{aligned}$$

Por outro lado, vê-se que na primeira tentativa de simplificar a expressão anteriormente dada ao aluno sem o compromisso de partilhar ou justificar ao professor como expressa as suas ideias matemáticas, resolve-se num único passo. Enquanto com intuito de partilhar a sua aprendizagem com o professor poderia marcar três passos, justificando como foi realizando cada transformação ou ainda o aparecimento de cada expressão.

A prática pedagógica confirma que são poucos os estudantes capazes de aplicar ou justificar cada passo realizado numa determinada transformação algébrica ou de outra natureza, de modo professor deve a partir da elaboração do enunciado, gizar estratégias de avaliação formativa que envolva o aluno não só na auto-reflexão, mas na permissão de monitorar e partilhar a sua aprendizagem com o professor de maneira mais eficiente.

Vários são os exercícios propostos nestes dois manuais que podem ser aproveitados no sentido de promoverem esta estratégia de avaliação formativa dando assim a maior possibilidade ao aluno de comunicar matematicamente por meio da justificação dos passos que vai dando durante a resolução de uma determinada tarefa aprofundando, assim, a capacidade de usar a comunicação matemática, como

é o caso do exercício no qual se solicita ao aluno que “escreva sob a forma de radical (Neves, 2005, p. 31)” $3^{-\frac{1}{4}}$.

Vê-se que neste exercício o aluno tem mais de uma possibilidade de comunicar matematicamente as suas ideias de forma mais ampla dando, assim, a possibilidade de justificar ou argumentar cada passo ou, ainda, a transformação realizada, que é a via mais desejada pelo professor, e esta seria: $3^{-\frac{1}{4}} = (3^{-1})^{\frac{1}{4}} = \left(\frac{1}{3}\right)^{\frac{1}{4}} = \sqrt[4]{\frac{1}{3}}$, mas, da forma o enunciado foi redigido, mais uma vez o aluno não se vê nesta obrigação pelo que também poderia usar ou expressar as suas ideias matemáticas de um modo mais simplificado ou seja, $3^{-\frac{1}{4}} = \sqrt[4]{3^{-1}}$.

A situação anteriormente apresentada ocorre num exercício similar, no qual também o aluno é solicitado que “escreva sob a forma de radical (Neves, 2005, p. 48)” $0,1^{-\frac{1}{2}}$. Também aqui o aluno com vontade de argumentar os seus passos sem mesmo ser-lhe imposto esta possibilidade, poderia destacar os seguintes passos: $0,1^{-\frac{1}{2}} = (0,1^{-1})^{\frac{1}{2}} = \left(\left(\frac{1}{10}\right)^{-1}\right)^{\frac{1}{2}} = \left(\frac{1}{\frac{1}{10}}\right)^{\frac{1}{2}} = \left(1 \times \frac{10}{1}\right)^{\frac{1}{2}} = (10)^{\frac{1}{2}} = \sqrt{10}$. Como o autor do livro não exige a descrição de todos os passos e possivelmente como tem sido prática o professor que entra em contacto com esse livro para

extrair exercícios ou orientar no aluno que o faça, copia fielmente sem nenhuma alteração, logo, o aluno pode também escrever de seguinte modo: $0,1^{-\frac{1}{2}} = (10)^{\frac{1}{2}} = \sqrt{10}$, omitindo assim alguns passos que de certo modo não comprometeriam o resultado final mas condicionaria a estratégia ora comentada.

As análises até aqui realizadas, conduzem à necessidade de propor-se a partir dos exercícios existentes uma forma diferente de redigir as questões para que ajude o professor a promover estratégias da avaliação formativa que facilitam o aluno a consolidar a capacidade de comunicação matemática, com realce em argumentar e justificar procedimentos ou ideias matemáticas.

Em concordância com as quatro dimensões sobre comunicação matemática proposta por Pires, Costa e Leite (2018), com maior realce na dimensão da fundamentação, isto é, argumentar e justificar procedimentos ou ideias matemáticas, segue a proposta de reformulação dos enunciados dos exercícios propostos nos dois livros ora examinados:

1. Classifique de verdadeira (V) ou falsa (F), as seguintes afirmações e justifique a sua resposta com base na definição de raiz quadrada de a.

$$\text{a) } \sqrt{4} = 2 \qquad \text{b) } \sqrt{\frac{1}{4}} = -\frac{1}{2}$$

2. Verifique se as seguintes afirmações são verdadeiras (V) ou falsas (F). Pensando na relação resultante de radicais como potência de expoente fraccionário, fundamente a sua resposta.

$$\text{a) } 3^{\frac{3}{5}} = \sqrt[5]{3^3} \text{ b) } 2^{\frac{1}{7}} = \sqrt[7]{2}$$

3. Calcule e simplifique as seguintes expressões, justificando cada passo.

$$\text{a) } \sqrt{3} - \sqrt{27} + \sqrt{75}$$

$$\text{b) } \sqrt{32} - \sqrt{8} + 3\sqrt{18} - 7\sqrt{2}$$

4. Explique como se transforma num único radical, as seguintes expressões:

$$\text{a) } \sqrt{\sqrt{6}} \qquad \text{b) } \sqrt[3]{2^5\sqrt{7}}$$

5. Utilize as propriedades dos radicais para efectuar as operações abaixo, fundamentando cada passo.

$$\text{a) } \frac{\sqrt[3]{27}}{\sqrt[3]{3}} \text{ b) } \frac{\sqrt{2} \times \sqrt[3]{2}}{\sqrt[4]{2}}$$

6. A expressão equivalente a $\frac{3}{\sqrt{2}}$ é:

$$\text{a) } \frac{1}{2} \qquad \text{b) } \frac{3\sqrt{2}}{2} \qquad \text{c) } \frac{\sqrt{2}}{2}$$

fundamenta a tua resposta.

7. Esclareça passo a passo como ocorre o processo de racionalização do denominador até encontrar uma expressão irreduzível, nas seguintes fracções:

a) $\frac{\sqrt{3}+\sqrt{2}}{\sqrt{2}}$

b) $\frac{\sqrt{2}-1}{\sqrt{2}+1}$

Considerações Finais

No começo deste estudo identificou-se que apesar de os educadores matemáticos e o próprio programa de Matemática proporem um acompanhamento e o estímulo do aluno por parte do professor no sentido de que esse desenvolve a capacidade de expressar as suas ideias matemáticas de forma concisa, mas a prática contextualizada contrariava essa orientação. Por isso foi necessário estudar a possibilidade do uso da estratégia de avaliação formativa para promover a capacidade da comunicação Matemática do aluno da 10.^a Classe no contexto angolano.

Face à exposição feita no parágrafo anterior não será possível ao professor dar continuidade ao aprofundamento ou consolidação da avaliação formativa da capacidade do aluno em argumentar ou justificar as ideias matemáticas, depois das actividades na sala de aula com auxílio do seu manual, que contém somente um único exercício que propicia a promoção dessa capacidade. Por estemotivo, partindo dos mesmos exercícios foi proposto um enunciado alternativo que poderá ajudar a promoção do anteriormente referido.

Embora ter-se proposto a mudança dos enunciados de alguns exercícios propostos nestes dois manuais, visto que se analisou somente dois por causa da exclusão de um dos manuais, sugere-se a continuidade deste estudo sob diferentes condições. Sugere-se ainda a extensão deste mesmo estudo noutras temáticas desta classe nas quais o professor poderia promover também esta capacidade de comunicação matemática nos alunos.

Finalmente, a pesquisa realizada conduziu-nos a algumas reflexões e posições importantes sobre a avaliação das aprendizagens no contexto angolano:

Ainda existe muito trabalho a se fazer para materializar a avaliação formativa, pois embora tenha sido institucionalizada no quadro da reforma educativa, os professores angolanos, em geral, e de forma particular os de ensino da Matemática têm privilegiando a avaliação sumativa, ou seja, através de atribuições de notas aos alunos em função do seu rendimento diário.

Seria prudente que o professor atribuísse classificações quantitativas aos alunos em função do seu rendimento diário, por meio de uma caderneta que fosse o menos generalista possível.

Face ao exposto no parágrafo anterior, seria de todo desejado que as cadernetas fossem específicas a disciplina, assim

facilitaria no caso de a disciplina de Matemática constar as capacidades que o professor poderia avaliar no aluno relativamente.

A desejável avaliação de formativa ainda é uma miragem, por falta de uma formação adequada por parte dos professores nesta temática, associada ainda, ao trabalho que esta dá ao professor, atendendo o número elevado de alunos numa sala de aula no contexto de ensino angolano.

Referências bibliográficas

Afonso, M., & Agostinho, M. (2012). Caderneta do professor do 2º ciclo Ensino Secundário. (3ª ed.). Luanda, Luanda: Editora Moderna.

Agencia de calidad de la educación, (2016). Evaluación Formativa: estrategias de evaluación formativa. Chile.

Arias, R. T. (2013). La Evaluación Formativa : Dirección de Desarrollo Curricular. Costa Rica: Departamento de evaluación de los aprendizajes.

Fumero, T. D. (2008). Un sistema de evaluación del aprendizaje para la matemática Superior en perfiles ingenieros (Doutoramento).

Habana: Universidad de la Habana.

Guerreiro, A., & Martins, C. (2018). Avaliação e Comunicação: da e para a aprendizagem.

Revista Educação e Matemática, 149(150), 49-52.

João, K. S., & Olivera, I. A. (2020). La práctica de la evaluación formativa en el contexto angolano: hacia la formación pedagógica del profesor universitario. Mauritius: Editorial Académica Española.

João, K. S. (2019). Formação contínua dos professores de matemática. Revista angolana de Extensão universitária, 1(1), 69-79.

João, K. S., Olivera, I. A., & Serra, J. E. (2016). Sistema de evaluación del aprendizaje para la asignatura análisis matemático en el contexto angolano. Revista Científica Infociencia, 20(1), 1-12.

Kripka, R. M. L., Scheller, M., & Bonotto, D. L. (2015). Pesquisa documental: considerações sobre conceitos e características na pesquisa qualitativa. Atas do 4º Congresso Ibero-Americano em Investigação Qualitativa e do 6º Simpósio Internacional de Educação e Comunicação. (p.243).

- Universidade Tiradentes, Aracaju: Brasil.
- Leonardo, F. B., Emerson, W. M., & Rozélia, L. (2015). Conceitos de estratégia na visão dos estudantes de administração. *Revista Ibero-Americana de estratégia*, 75-92.
- Machado, N. J., Granja, E. d., Mello, J. L., Moisés, R. P., Fonseca, R. F., Pietropaolo, R. C., et al. (2011). *Currículo do Estado de São Paulo: Matemática e suas tecnologias*. São Paulo: Conexão editorial, Buscato informação corporativa e Occy.
- Medina, A. M., Garcia, M. A., Martinez, M. G., & Adundez, G. M. (2011). *Evaluación de las aprendizajes en aula*. Ciudad de Mexico
- National Council of Teachers of Mathematics. (1998). *Normas para o currículo e a Avaliação em matemática escolar*. Portugal: APM.
- National Council of Teachers of Mathematics. (2017). *Princípios para a Ação: assegurar a todos sucesso em matemática*. Portugal: APM (Texto original publicado em inglês em 2014).
- Neves, M. A. (2005). *Matemática 10ª classe*. Portugal : Porto Editora
- Oliveira, C. A., & Senger, M. H. (2014). Avaliação formativa: estamos preparados para realizá-la? *Revista da faculdade de Ciências Médicas de Sorocaba* ,158-160.
- Pavanello, R. M., & Nogueira, C. M. (2006). *Avaliação em Matemática: algumas considerações*. *Estudos em avaliação educacional*, 29-40.
- Pembele, M., & Deibona, J. E. (2015). *Matemática 10ª classe*. Luanda: Plural Editora.
- Pires, M.V., Costa, E., & Leite, C. (2018). Contributos para a análise da comunicação (matemática) escrita dos alunos. *Revista Educação e Matemática*,149(150), 28-32.
- Prodanov, C. C., & Freitas, E.C. (2013). *Metodologia do trabalho científico: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho académico*. (2. ed.). Novo Hamburgo: Feevale
- Programa de Matemática - 10ª Classe. (2013). Editora Moderna, S.A.
- Santos, L. (2020). A avaliação pedagógica em matemática: um desafio e uma inevitabilidade? *Revista Educação e Matemática*,158, 3-8.
- Serra, J. E. (2005). *Estrategia Didáctica para el estudio de conceptos con un proceso de formación inductivo en la carrera licenciatura en matemática*.(tesis doctoral). Santa Clara: Universidad Central " Marta Abreu de las Villas.
- Serrazina, L. (2018). *Comunicação matemática e aprendizagens essenciais*. *Revista Educação e Matemática*,149(150), 13-16.

*Enviada em 02 de Outubro de 2020
Aceite em 09 de Fevereiro de 2021*



Licenciado sob: [Creative Commons Attribution-Non Commercial 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/). Ao submeter o manuscrito o autor está ciente de que os direitos de autor passam para a Revista Angolana de Extensão Universitária.