



18,19 e 20 de outubro de 2018

MODELAGEM E A SALA DE AULA



Encontro Paranaense de Modelagem
na Educação Matemática

AVALIAÇÃO FORMATIVA NA CONSTRUÇÃO DE UM PORTFÓLIO DE ATIVIDADES DE MODELAGEM MATEMÁTICA

Karina Alessandra Pessoa da Silva
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
karinasilva@utfpr.edu.br

Jader Otavio Dalto
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
jaderdalto@utfpr.edu.br

RESUMO

Apesar da importância da avaliação como reguladora dos processos de ensino e de aprendizagem, a avaliação e sua relação com a Modelagem Matemática é um tema que tem sido pouco explorado por pesquisadores brasileiros. Este trabalho lança um olhar para este tema, uma vez que busca responder a seguinte questão: como se configura a avaliação formativa na construção de um portfólio de atividades de modelagem matemática? Para isso, apresentamos resultados de uma investigação qualitativa que analisa os portfólios produzidos por alunos de uma disciplina de Cálculo Diferencial e Integral 1 de um curso de Licenciatura em Química. O feedback fornecido pela professora da turma proporcionou aos alunos novas oportunidades de aprendizagem, de modo que os mesmos puderam modificar procedimentos de resolução, corrigir erros e utilizar conhecimentos de cálculo, caracterizando a avaliação formativa.

Palavras-chave: Educação Matemática; Avaliação Formativa; Portfólio.

INTRODUÇÃO

A diversificação de estratégias de ensino de matemática tem sido tema de crescente interesse nas pesquisas em Educação Matemática. Dentre estas estratégias, a Modelagem Matemática tem recebido muita atenção por parte dos pesquisadores, uma vez que, de acordo com Bassanezi (2002), ela desperta o interesse dos alunos que se tornam motivados para compreender e transformar a realidade na qual estão inseridos, promovendo a aprendizagem.

Durante o processo de ensino e aprendizagem, a avaliação assume um papel formativo, cujo objetivo é contribuir para a efetivação desse processo. Para isso, lança mão de alguns instrumentos, como o portfólio. Tal instrumento pode ser considerado como uma “coleção significativa, sistemática e organizada de atividades do aluno, numa determinada

área, realizadas durante um período, que evidencie o nível de sua aprendizagem, incluindo, também, as suas reflexões sobre tais atividades” (GOMES, 2003).

Considerando a função formativa da avaliação e suas contribuições para o processo de ensino e aprendizagem a partir da Modelagem, neste trabalho buscamos investigar a seguinte questão: *como se configura a avaliação formativa na construção de um portfólio de atividades de modelagem matemática?*

Os dados que subsidiam nossas análises são produções escritas de portfólios de alunos de um curso superior de Licenciatura em Química dos quais atividades de modelagem se fizeram presentes.

Para apresentar os resultados de nossa investigação, organizamos este artigo inicialmente apresentando algumas considerações sobre Modelagem e Avaliação, para em seguida discutir os aspectos metodológicos, bem como a análise das produções escritas dos portfólios entregues pelos alunos. Finalizamos com nossas considerações finais.

MODELAGEM MATEMÁTICA E AVALIAÇÃO

A Modelagem Matemática é caracterizada de diversas formas na Educação Matemática. Neste trabalho, a entendemos como uma busca de solução para problemas da realidade. Na investigação de uma situação-problema, procedimentos e conceitos matemáticos são utilizados e uma solução é encontrada (ALMEIDA; BRITO, 2005; ALMEIDA; SILVA; VERTUAN, 2012). Os procedimentos e conceitos utilizados pelos alunos na investigação da situação-problema podem já ser conhecidos ou aprendidos durante a atividade de modelagem. Por esse motivo, a Modelagem pode ser considerada uma estratégia de ensino de matemática, cuja dinâmica da aula difere substancialmente da aula comumente conhecida como “tradicional”, na qual um conteúdo é apresentado pelo professor, seguido de exemplos e exercícios.

A avaliação é um processo que permeia o ensino e a aprendizagem, independentemente da estratégia de ensino adotada. Entretanto, não se pode estabelecer uma única estratégia de avaliação para diferentes estratégias de ensino, ou seja, a Avaliação deve atender às particularidades das diferentes estratégias de ensino. O número de pesquisas brasileiras que relacionam Avaliação e Modelagem Matemática ainda é inexpressivo, o que

indica que a relação entre esses temas merece receber mais atenção por parte dos pesquisadores (VELEDA; BURAK, 2016).

Um dos trabalhos que tratam do tema é o de Borba, Meneghetti e Hermeni (1999) que propõem cinco critérios para a avaliação de uma atividade de modelagem matemática. A partir de três dos critérios definidos por esses autores, Figueiredo e Kato (2012) e Figueiredo (2013), procuram estabelecer parâmetros para avaliar a aprendizagem significativa dos alunos em atividades de Modelagem Matemática. De acordo com Silva e Dalto (2017), tais parâmetros avaliam mais os efeitos da atividade de modelagem matemática na aprendizagem dos alunos do que a própria atividade de modelagem. Segundo esses autores, para avaliar a atividade de modelagem, é preciso que se considere a dinâmica da aula com modelagem.

Assim, a partir destas considerações e das fases da atividade de modelagem matemática definidas por Almeida, Silva e Vertuan (2012), Silva e Dalto (2017) definiram uma escala holística para avaliação de atividades de modelagem matemática e a utilizaram para avaliar atividades de modelagem desenvolvidas em uma turma de Cálculo Diferencial e Integral de um curso de Licenciatura em Química. Para os autores, embora existam ajustes a serem feitos na escala, esta pode ser considerada como um instrumento útil para o processo de avaliação em Modelagem ou como uma inspiração para o desenvolvimento de outras estratégias de avaliação.

Nos trabalhos relatados anteriormente, a avaliação, apesar de também se atentar para o processo de ensino e de aprendizagem, parece estar mais focada no resultado do mesmo do que no processo em si, ou seja, tem-se que a avaliação parece cumprir, nestes trabalhos, mais a função somativa do que a formativa. O aspecto da avaliação formativa relacionado à Modelagem parece mais evidente no trabalho de Dalto e Silva (2018) que utilizaram a atividade de modelagem como uma estratégia de avaliação da aprendizagem de Cálculo Diferencial e Integral de um curso de Licenciatura em Química. Para os autores, ao seguir encaminhamentos propostos pela prova em fases (MENDES, 2014), foi possível evidenciar que a atividade de modelagem segue três dos princípios da avaliação na sala de aula apresentados por De Lange (1999): a matemática deve incorporar-se em situações, em problemas que fazem parte da realidade do aluno; os métodos de avaliação devem permitir que os estudantes revelem o que sabem, em detrimento daquilo que não sabem; os estudantes

devem ter oportunidade de receber feedback sobre seu trabalho. Este último princípio é característico da avaliação formativa.

O recebimento de feedback sobre o trabalho com modelagem pode ser potencializado quando os alunos confeccionam um portfólio no qual atividades de modelagem estejam presentes. Assim, na próxima seção, relatamos sobre os aspectos metodológicos da experiência da utilização do portfólio como instrumento de avaliação formativa em atividades de modelagem.

ASPECTOS METODOLÓGICOS

Com o intuito de configurar uma avaliação formativa por meio de atividades de modelagem matemática, foi proposta a construção de um portfólio em uma turma, constituída por 44 alunos do 1º período do curso de Licenciatura em Química na disciplina de Cálculo Diferencial e Integral 1, regime semestral, ministrada por um dos autores deste texto, aqui designada por professora.

No primeiro dia de aula, no segundo semestre de 2017, a professora sugeriu que algumas atividades desenvolvidas em pequenos grupos na sala de aula ao longo do semestre, deveriam ser agrupadas para a construção de um portfólio. Embora as atividades fossem desenvolvidas em grupos, a construção do portfólio seria individual com entregas periódicas para avaliação e a versão final entregue no último dia de aula.

A professora informou que, além das atividades, o portfólio deveria conter alguns elementos, tais como capa, sumário, introdução e considerações finais. Ao final de cada atividade, o aluno, individualmente, deveria descrever suas impressões sobre a mesma, levando em consideração o fenômeno e o conteúdo matemático que dela emergiu. Para auxiliar os alunos na organização das atividades do portfólio, a professora entregou um envelope de papel pardo.

Enquanto atividade avaliativa seria atribuída uma nota de até 2,0 pontos a serem acrescidos na nota final do aluno. Como avaliação formativa, nas entregas periódicas, a professora fez questionamentos a partir das produções escritas, e solicitou que os alunos os respondessem, pois a nota seria constituída pelo desenvolvimento da atividade, pelas respostas dadas a esses questionamentos, bem como pela presença dos outros elementos

constituintes do portfólio. As respostas aos questionamentos deveriam ser feitas em horário extraclasse e entregues em data pré-estabelecida.

Ao longo do semestre letivo, em sala de aula, foram desenvolvidas sete atividades de modelagem matemática que compuseram o portfólio, cujas temáticas são apresentadas no Quadro 1. Juntamente com os alunos, definiu-se que as notas atribuídas para cada atividade seria de 0,2 ponto (totalizando 1,4 ponto); 0,3 para os outros elementos do portfólio (capa, sumário, introdução e considerações finais) e 0,3 para comentários pessoais relativos ao portfólio construído. Considerando os alcances da análise, dos 37 portfólios entregues, elegemos dez que receberam a nota máxima (2,0 pontos), os quais nos referenciamos como P1, P2, ..., P10. Considerando o ponto de vista metodológico, trata-se de uma pesquisa qualitativa e de análise interpretativa (BOGDAN; BIKLEN, 1994).

Quadro 1 – Atividades de modelagem dos portfólios

Código da atividade	Temática	Conteúdo matemático que emergiu
A1	Reação de pastilha de antiácido	Função linear
A2	Decaimento radioativo do cézio-137	Função exponencial
A3	Fluoxetina no organismo	Função exponencial
A4	Cerca elétrica	Função definida por duas sentenças
A5	pH do solo do lago Igapó	Função racional Limites de funções de uma variável
A6	Carregamento da bateria do telefone celular	Função exponencial Função definida por duas sentenças
A7	Projetando uma mala	Função polinomial Derivada de função de uma variável

Fonte: Dados da pesquisa.

Os dados utilizados nas atividades A1 e A5 são oriundos de atividades de modelagem desenvolvidas por alunos de Licenciatura em Química em períodos anteriores à construção do portfólio; os dados das atividades A2, A3 e A4 estão presentes na literatura; os dados de A6 foram coletados pelos alunos em período que antecedeu o desenvolvimento na sala de aula e os dados de A7 estão presentes em livros didáticos¹.

Com os questionamentos da professora realizados de forma escrita em cada uma das entregas periódicas dos portfólios (total de três ao longo do semestre) foi possível evidenciar ações dos alunos que possibilitasse configurar uma avaliação formativa por meio de atividades de modelagem matemática. Isso nos permitiu construir agrupamentos para os quais diferentes aspectos da análise da produção escrita convergissem: Realizando mudanças em

¹ Embora os dados para esta atividade constam em livros didáticos, o encaminhamento em sala de aula seguiu configuração de uma atividade de modelagem matemática.

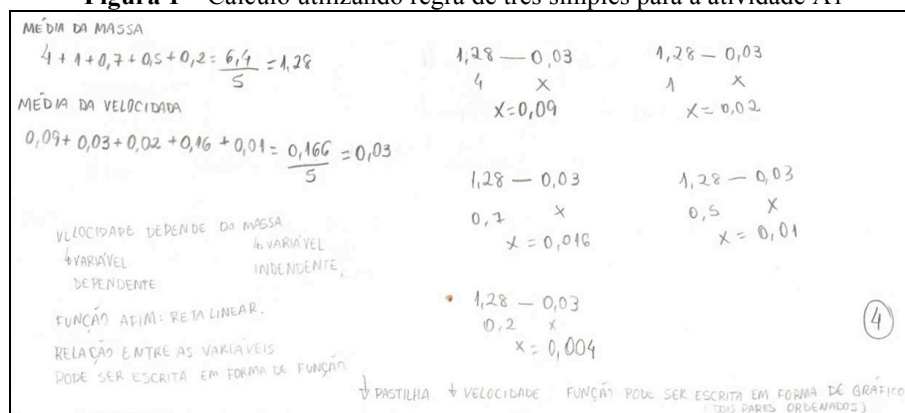
procedimentos; Corrigindo equívocos; Fazendo uso de conhecimentos de conteúdos de Cálculo Diferencial e Integral. Na próxima seção trazemos excertos das produções para ilustrar cada um desses agrupamentos, bem como questionamentos realizados pela professora.

ANÁLISE DOS PORTFÓLIOS

Sobre o agrupamento *Realizando mudanças em procedimentos*, algumas ações como generalizar, desenvolver a atividade de modelagem e fazer uso de representação gráfica foram realizadas a partir de questionamentos feitos pela professora na primeira ou segunda entrega do portfólio.

Para determinar a velocidade de reação de uma pastilha de massa variando de 0,01 a 4 gramas, na A1, os alunos lançaram mão de cálculos utilizando regra de três simples (Figura 1). Todavia, obtiveram resultados para valores específicos, estabelecendo relações com o comportamento linear do fenômeno, sem conseguir escrever uma expressão algébrica que o representasse.

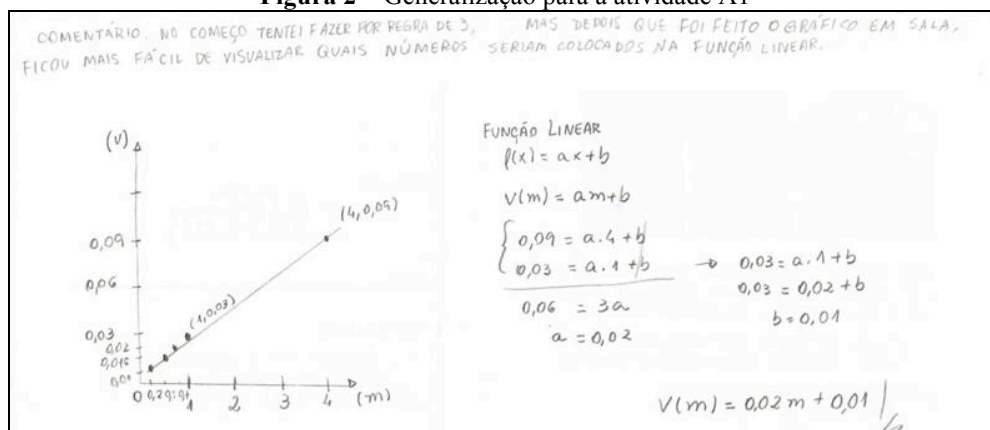
Figura 1 – Cálculo utilizando regra de três simples para a atividade A1



Fonte: Portfólio P6.

A partir dos questionamentos feitos em P6: *Como concluiu que a função do 1º grau representa a situação? Essa consideração corresponde às hipóteses para a dedução do modelo? Você observou o gráfico? Explícite.*, a aluna justificou que a construção gráfica possibilitou a visualização e a generalização da situação por meio do modelo matemático $V(m) = 0,02m + 0,01$, em que $V(m)$ é a velocidade de reação da pastilha de antiácido em g/s, conforme mostram as produções apresentadas na Figura 2.

Figura 2 – Generalização para a atividade A1



Fonte: Portfólio P6.

A partir dos questionamentos da professora, a aluna de P6 teve a oportunidade de fazer a representação gráfica da situação, bem como retomar conteúdos matemáticos que havia estudado no Ensino Médio para obter o valor dos parâmetros da função do 1º grau: resolução de sistemas de equações lineares.

Algumas atividades dos portfólios não apresentavam desenvolvimento no momento da primeira entrega. O aluno que produziu o portfólio P9, por exemplo, entregou a resolução da atividade A5 – estudo da variação do potencial hidrogeniônico (pH) do solo do lago Igapó conforme se afastava da margem – com uma representação gráfica mal formulada. Diante da produção do aluno, a professora solicitou que o mesmo inserisse a resolução no portfólio, considerando: *as variáveis utilizadas; as informações consideradas para escrever o modelo (mesmo que seja o GeoGebra ou o CurveExpert); explicitar o modelo matemático enquanto uma função com as variáveis identificadas.* A partir desses apontamentos, o aluno apresentou

a resolução na qual, para a obtenção do modelo matemático logístico $y = \frac{6,38}{1 + 4,55e^{-3,49x}}$, em que y corresponde ao pH do solo de acordo com a distância x (em metros), foi utilizado o software CurveExpert, conforme mostra a Figura 3.

Figura 3 – Resolução para a atividade A5

Distância da localidade a maragem (em m)	pH
0,5	3,54
1	5,68
1,5	6,05
2	6,38
2,5	6,53

Curva logística. $pH = 6,78$

$y = \frac{6,38}{1 + 4,55 e^{-3,49x}}$ Em que: $x = \text{Distância (em m)}$
 $y = pH$

Fonte: Portfólio P9.

O que podemos conjecturar com essa ação é que em sala de aula, mesmo trabalhando em grupo, o aluno não havia estabelecido relações entre a representação gráfica e modelo matemático algébrico que foi deduzido. Para isso, diante da sugestão da professora, fez uso do software Curve Expert para então escrever uma expressão matemática que representasse a situação. Mesmo que o aluno fez uso de um software educacional para obter uma expressão algébrica, o mesmo precisou analisar cada ajuste de curva apresentado e reconhecer aquele que representa a situação em estudo. Em suas considerações finais, o aluno afirma que: *O portfólio foi um grande auxiliador nos estudos diários, contendo vários tipos de exemplos e exercícios, ajudando na resolução e entendimento dos mesmos.*

Outros alunos também fizeram uso de softwares educacionais para desenvolver algumas atividades de modelagem matemática. Isso ocorreu principalmente em resposta a questionamentos em que foi solicitado algum procedimento matemático para deduzir um modelo. Além de softwares, os alunos relataram que a resolução foi possibilitada com pesquisas realizadas em livros ou mesmo em vídeo-aulas (Figura 4). Realizar pesquisas é uma ação que faz parte do desenvolvimento de atividades de modelagem. As pesquisas podem estar associadas à compreensão do fenômeno em estudo, bem como para o entendimento e o uso de conceitos e procedimentos matemáticos.

Figura 4 – Pesquisas realizadas para o desenvolvimento das atividades

→ tive um pouco de dificuldade em entender o exercício, assisti uma vídeo-aula e consegui fazer a resolução

Procedimento realizado no portfólio P7 para A2.

→ ATIVIDADE ÓTIMA, DIFÍCIL VISUALIZAR ESTA FUNÇÃO COM EXPONENTE, MAIS COM ELA FOI POSSÍVEL COMPREENDER OS CONCEITOS DE FUNÇÕES POTÊNCIA, TIVE QUE PESQUISAR NOS LIVROS MUITO BOA.

Procedimento realizado no portfólio P5 para A2.

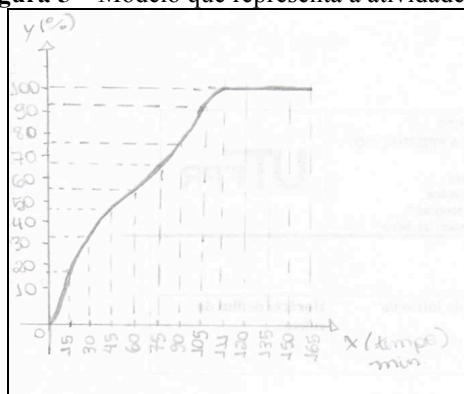
→ O PROGRAMA AO ANALISAR ELE COLOCA OS "TOP RESULTS", MELHORES PESQUISADORES, TEM UMA FUNÇÃO QUE SE CHAMA PODER DESLOCADO, SEU CRESCIMENTO É DEVAGAR PORÉM SEU LIMITE TENDE AO INFINITO, ELA ESTÁ EM VERDE NO GRÁFICO.

Procedimento realizado no portfólio P5 para A5.

Fonte: Portfólios P5 e P7.

Tanto na A1 de P6, quanto na A5 de P9, o que fica evidente é que a representação gráfica, de certo modo, direcionou o desenvolvimento das respectivas atividades de modelagem matemática, auxiliando na escrita de uma expressão algébrica para representar o fenômeno. No entanto, casos como o apresentado no P3 para A6, em que o aluno coletou dados referentes ao carregamento da bateria de seu telefone celular, a representação gráfica se configurou como um modelo matemático que descreve a situação em estudo. Mesmo diante da intervenção da professora – *Indique uma função que represente a situação* – o aluno manteve a representação gráfica, conforme mostra a Figura 5.

Figura 5 – Modelo que representa a atividade A6



Fonte: Portfólio P3.

Entendemos, assim como Almeida, Silva e Vertuan (2012, p. 13), que “um modelo matemático é um sistema conceitual, descritivo ou explicativo, expresso por meio de uma linguagem ou uma estrutura matemática e que tem por finalidade descrever ou explicar o comportamento de outro sistema”. Por meio da representação gráfica, o aluno de P3

descreveu o comportamento do carregamento da bateria do seu telefone celular, todavia, a professora requisitou uma escrita algébrica que não foi apresentada pelo mesmo. O que podemos conjecturar é que a intervenção realizada, de forma escrita, não explicitou o que a professora estava requisitando. Isso fica evidente nas considerações finais do aluno que produziu P3: *Algumas orientações não foram seguidas, pois houve dúvidas de como poderia ser desenvolvidas.*

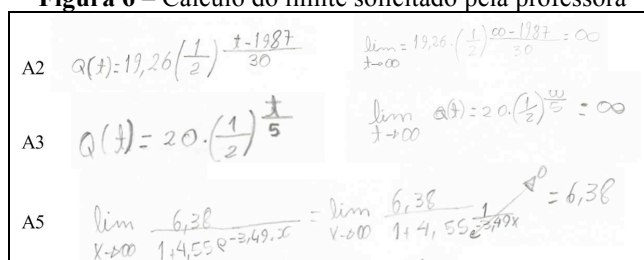
No que diz respeito ao agrupamento *Corrigindo equívocos*, pudemos evidenciar uso incorreto de algumas notações e cálculos, bem como na construção de gráficos.

No estudo do decaimento radioativo do cézio-137 (A2) e da quantidade de fluoxetina no organismo quando o ser humano ingere um medicamento (A3) uma abordagem solicitada pela professora foi *Qual é o limite da função que representa a situação quando o tempo tende ao infinito? Escreva utilizando notação de limite.* Ao calcular o limite das funções, a partir

das representações algébricas de A2 $Q(t) = 19,26 \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{t-1987}{30}}$ e A3 $Q(t) = 20 \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{t}{5}}$, as

produções de P8 denotam equívocos tanto nos resultados obtidos quanto na forma de fazer uso da notação com cálculos de limites no infinito. Todavia, evidenciamos que esses equívocos e falhas nas notações foram superados quando o mesmo aluno realiza esse procedimento na A5, conforme mostra a Figura 6.

Figura 6 – Cálculo do limite solicitado pela professora



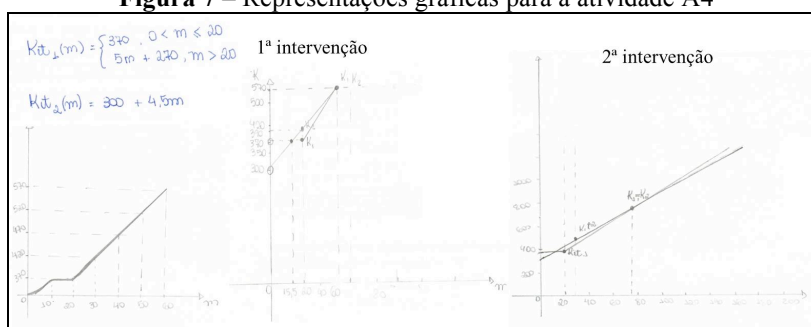
Fonte: Portfólio P8.

O que a professora poderia ter sugerido para o aluno de P8 é que esse retomasse as notações e cálculos das atividades anteriores após desenvolver a A5 e solicitar que o mesmo a corrigisse, caso notasse algum equívoco. Esse tipo de intervenção poderia fazer com que o aluno realizasse uma reflexão e, possivelmente, uma correção de suas produções.

De forma geral, os alunos construíram representações gráficas para observar o comportamento dos fenômenos estudados em sala de aula ou quando a professora solicitava por meio dos questionamentos. A representação gráfica relativa à atividade A4, que descreve os valores a serem pagos por dois kits de instalação de cerca elétrica de acordo com a metragem a ser utilizada, foi a que mais apresentou equívocos. Esse fato pode estar associado ao estudo de funções definidas por mais de uma sentença, visto que alterando o domínio, a sentença relacionada na função é outra. Mesmo que em P3 a representação algébrica do modelo matemático para o kit 1 enquanto uma função definida por duas sentenças esteja correta $\left(Kit_1(m) = \begin{cases} 370 & , \text{ se } 0 < m \leq 20 \\ 5m + 270, & \text{ se } m > 20 \end{cases} \right)$, na representação gráfica construída em sala de aula desconsidera a função constante no intervalo $0 < m \leq 10$ e cria uma função linear, todavia não correspondente à situação em estudo.

Com a 1ª intervenção da professora, “Retome a representação gráfica do K_1 , no primeiro intervalo, a função é a mesma?”, o aluno refaz a representação gráfica. No entanto, para essa nova produção, desconsidera o intervalo $0 < m \leq 20$. Em uma 2ª intervenção, a professora questiona: “Retome a representação gráfica do K_1 : o que acontece quando $0 < m \leq 20$? e ambos os kits quando $m > 60$? Refaça”. As produções do aluno no P3 para A4 constam na Figura 7.

Figura 7 – Representações gráficas para a atividade A4



Fonte: Portfólio P3.

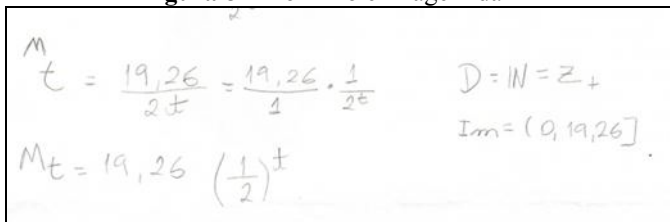
As intervenções da professora por meio de questionamentos possibilitaram ao aluno do P3 a representar graficamente a situação considerando todos os valores do domínio da mesma.

Embora o objetivo da construção do portfólio fosse implementar atividades de modelagem que pudessem fazer emergir conteúdos referentes à disciplina de Cálculo

Diferencial e Integral I, alguns não se fizeram presentes no momento do desenvolvimento da atividade. Enquanto processo avaliativo no que diz respeito à compreensão de certos conteúdos, a professora fez questionamentos requerendo que tais conteúdos fossem explicitados. É neste contexto que elucidamos o agrupamento *Fazendo uso de conhecimentos de conteúdos de Cálculo Diferencial e Integral*. Para tanto, os questionamentos se direcionaram no intuito de evidenciar conhecimentos relativos à definição de domínio e imagem de uma função, cálculo de limites (como já apresentado na Figura 6), estudo da continuidade da função em um ponto, cálculo de derivada e procedimentos matemáticos fazendo uso de operações diversas. Isso se fez necessário, pois em muitos casos, os alunos se preocuparam em apresentar uma solução para o problema sem se atentar para a formalização matemática. No entanto, quando estas foram requisitadas, os alunos se empenharam em apresentá-las, considerando o encaminhamento realizado.

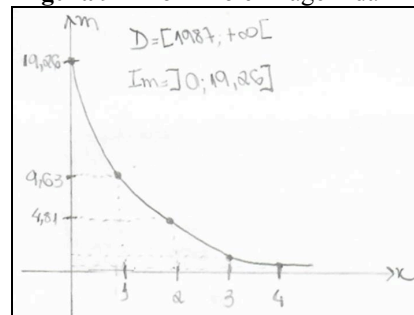
Por exemplo, na apresentação do conjunto-domínio e do conjunto-imagem da A2, como o desenvolvimento da atividade de P1 levou em consideração uma abordagem discreta para a variável tempo (em dias), a aluna apresentou em sua produção um domínio discreto (Figura 8), já em P2, a abordagem foi feita considerando tempo uma variável contínua e, para tanto, o domínio foi expresso neste contexto (Figura 9).

Figura 8 – Domínio e imagem da A2



Fonte: Portfólio P1.

Figura 9 – Domínio e imagem da A2



Fonte: Portfólio P2.

No que concerne a conteúdos presentes na ementa da disciplina e que não emergiram espontaneamente no desenvolvimento da atividade, foi solicitado pela professora, como é o caso do estudo da continuidade de uma função em um ponto (Figura 10), mais especificamente na A4, em que os alunos deveriam evidenciar na função definida por duas sentenças do kit 1 a continuidade no ponto $(20, 370)$. A produção escrita do P5 denota que o aluno compreende o conceito de função contínua considerando que $K_I(20) = 370$ e que, a partir do estudo dos limites laterais, visto que nesse em $m = 20$ a sentença da função muda.

Figura 10 – Estudo da continuidade de uma função em um ponto para a atividade A4

10. A FUNÇÃO DA OPÇÃO 1 É CONTÍNUA PARA $m = 20$? JUSTIFIQUE!

OPÇÃO 1 $\begin{cases} 370 & \text{se } x \leq 20 \\ 370 + 5(x-20) & \text{se } x > 20 \end{cases}$

$\lim_{x \rightarrow 20^-} 370 = 370$ $\lim_{x \rightarrow 20^+} 370 + 5(x-20) = 370$

Sim é CONTÍNUA POIS OS LIMITES LATERAIS SÃO IGUAIS, E A FUNÇÃO ESTÁ DEFINIDA NO P.20.

Fonte: Portfólio P5.

Nos excertos dos portfólios apresentados nesta seção, fica evidente que o feedback escrito fornecido pela professora fez com que os alunos refletissem sobre as soluções inicialmente apresentadas, de modo a proporcioná-los novas oportunidades para pensar as situações-problema, a forma como lidaram com cada uma delas, as estratégias e conteúdos matemáticos empreendidos nas resoluções. Estas ações contribuíram com a aprendizagem dos alunos, demonstrando aspectos da avaliação formativa. As considerações finais apresentadas em P5 corroboram com essa reflexão: *Ao término da disciplina de Cálculo Diferencial e Integral 1, concluo com a certeza de que aprendi os conceitos de cálculo e também as aplicações que podem ser feitas. O portfólio teve atividades de caráter investigativo e ajudou muito na construção do conhecimento, é possível afirmar que com os conhecimentos adquiridos é possível utilizar o cálculo em diversas áreas e que foi um curso muito interessante.*

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nesta pesquisa, propusemo-nos a investigar a configuração da avaliação formativa em modelagem matemática a partir da construção de portfólios. A partir da análise de alguns portfólios produzidos pelos alunos, pudemos vislumbrar aspectos da avaliação formativa, uma vez que mudanças substanciais nas resoluções e nas formas como os alunos lidaram com as situações-problema foram verificadas. Foram verificadas mudanças nos procedimentos utilizados pelos alunos para resolver as situações-problema, inclusive com a correção de erros e utilização de conceitos e conteúdos trabalhados na disciplina de Cálculo Diferencial e Integral.

Tais mudanças, a nosso ver, foram possíveis devido ao feedback escrito fornecido pela professora. Assim, entendemos que o portfólio se configura como instrumento de avaliação

formativa em modelagem matemática na medida em que o diálogo estabelecido entre professor e aluno faz com que o aluno repense o que foi apresentado, proporcionando novas oportunidades de aprendizagem. Nesse repensar, conceitos são assimilados, erros são corrigidos e conhecimentos são mobilizados para a obtenção do modelo e/ou solução da situação.

A avaliação, por estar associada aos processos de ensino e de aprendizagem, deve estar a serviço destes, de modo a contribuir com a aprendizagem dos alunos. Assim, tal tema merece maior atenção por parte dos pesquisadores, uma vez que mudanças significativas nestes processos não são apenas empreendidas a partir de novas estratégias de ensino, mas também com estratégias de avaliação que sejam condizentes com as diversas dinâmicas das aulas que novas estratégias de ensino proporcionam. É nesta direção que temos empreendido esforços, relacionando modelagem matemática e avaliação.

Levando em consideração algumas limitações que obtivemos na pesquisa realizada, temos o intuito de realizar outros encaminhamentos para configurar uma avaliação formativa na construção de um portfólio de atividades de modelagem matemática. Tais encaminhamentos estão relacionados à maior frequência de feedbacks e questionamentos, visto que três momentos não foram suficientes para que os alunos e mesmo a professora se debruçassem em detalhes da resolução que poderiam ser discutidos; à oportunidade de os alunos responderem aos questionamentos em sala de aula solucionando possíveis dúvidas quanto ao que estava sendo solicitado pela professora e tais respostas serem realizadas em grupo, devido ao fato da natureza do desenvolvimento de uma atividade de modelagem, bem como levando em consideração os apontamentos presentes em alguns portfólios, como o P9 em que o aluno afirma que: *um problema do portfólio é que os exercícios são iguais para todos os alunos por isso muitos acabam apenas copiando dos demais colegas e acaba por fim não obtendo o conhecimento que o portfólio pode oferecer.*

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, L. M. W.; BRITO, Dirceu dos Santos. Atividades de modelagem matemática: que sentido os alunos podem lhe atribuir? **Ciência & Educação**, Bauru, v. 11, n. 3, p. 483-498, 2005.

ALMEIDA, L. W.; SILVA, K. P.; VERTUAN, R. E. **Modelagem Matemática na Educação Básica**. São Paulo: Contexto, 2012.

BASSANEZI, R. C. **Ensino-aprendizagem com modelagem matemática**: uma nova estratégia. São Paulo: Contexto, 2002

BOGDAN, R. C.; BIKLEN, S. K. **Investigação Qualitativa em Educação**: uma introdução à teoria e aos métodos. Porto – Portugal. Porto Editora, 1994.

BORBA, M. C., MENEGHETTI, R. C. G.; HERMINI, H. A. Estabelecendo critérios para avaliação do uso de modelagem em sala de aula: estudo de um caso em um curso de ciências biológicas. In BORBA, M. C. (Ed.). **Calculadoras Gráficas e Educação Matemática**. Rio de Janeiro, Brasil: MEM/USU, Ed. Art Bureau, 1999, p. 95-114.

DALTO, J. O.; SILVA, K. A. P. Atividade de Modelagem Matemática como Estratégia de Avaliação da Aprendizagem. **Educação Matemática em Revista**. Brasília, v. 23, n. 57, p. 34-45, jan./mar. 2018.

DE LANGE, J. **Framework for classroom assessment in mathematics**. Utrecht: Freudenthal Institute and National Center for Improving Student Learning and Achievement in Mathematics and Science, 1999.

FIGUEIREDO, D. F. **Uma proposta de avaliação de aprendizagem significativa em atividades de modelagem matemática na sala de aula**. (Dissertação de mestrado). Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2013

FIGUEIREDO, D. F.; KATO, L. A. Uma Proposta de Avaliação de Aprendizagem em Atividades de Modelagem Matemática na Sala de Aula. **Acta Scientiae**. v. 14, n.2, p. 276-294, 2012.

GOMES, M. T. **O Portfólio na Avaliação da Aprendizagem Escolar**. (Dissertação de Mestrado). Universidade Federal do Paraná, 2003.

MENDES, M. T. **Utilização da Prova em Fases como recurso para regulação da aprendizagem em aulas de cálculo**. 2014. 275f. Tese de doutorado (Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática) – Universidade Estadual de Londrina, 2014.

SILVA, K. A. P.; DALTO, J. O. Uma estratégia de Avaliação de Atividades de Modelagem Matemática. **Revista Electrónica de Investigación en Educación en Ciencias**. v. 12, n. 2, p. 1-17, dez-2017.

VELEDA, G. G.; BURAK, D. Modelagem Matemática e o Desafio da Avaliação: revisitando as propostas nacionais e internacionais. In ALMEIDA, L. M. W.; BORSSOI, A. H.; TORTOLA, E.; SILVA, K. A. P. (Eds.). **Modelagem Matemática em debate**: diálogos, reflexões e desafios. EPMEM 7. Londrina: UEL, UTFPR, 2016.