

MODELAGEM MATEMÁTICA: DOS PRINCÍPIOS AO MÉTODO DO ENSINO INTEGRADO*MATHEMATICAL MODELING: FROM PRINCIPLES TO THE INTEGRATED TEACHING METHOD**MODELACIÓN MATEMÁTICA: DE LOS PRINCIPIOS AL MÉTODO DE ENSEÑANZA INTEGRAL*JULIAN DA SILVA LIMA¹DAVID ANTONIO DA COSTA²RITA DE ALBERNAZ GONÇALVES DA SILVA³**RESUMO**

Este artigo tem como objetivo realizar uma interlocução teórica entre as concepções de Formação Integrada e Modelagem Matemática, e demonstrar como a Modelagem Matemática pode contribuir para o Ensino Integrado, com base na aplicação de uma Sequência Didática desenvolvida para integração entre as disciplinas de Matemática e Zootecnia de um Curso Técnico em Agropecuária Integrado ao Ensino Médio. O estudo se apoia nas contribuições sobre Ensino Integrado e Formação Integrada, em especial de Frigotto (2012a, 2012b), Ramos (2014), Ciavatta (2015) e Moura (2007), e nos aportes teóricos e metodológicos sobre Modelagem Matemática de Biembengut (2014). Conclui-se que Modelagem Matemática no Ensino Integrado pode contribuir para superação da divisão entre trabalho manual e intelectual, na medida que os alunos se apropriam dos conhecimentos relacionados ao que justifica as práticas profissionais, ao passo que se desenvolvem como cidadãos para integrar uma sociedade mais justa e igualitária.

Palavras-chave: Formação Integrada. Sequência Didática. Modelação. Funções. Bem-estar animal.

ABSTRACT

This paper aims to perform a theoretical discussion between the conceptions of Integrated Education and Mathematical Modeling in order to demonstrate how Mathematical Modeling can contribute to Integrated Education. The dialog was about a Didactic Sequence developed towards integration between Mathematics and zootechnics disciplines in a Agricultural-Technical course Integrated High School. This research was based contributions about Integrated Teaching and Integrated Development, especially by Frigotto, Ramos, Ciavatta and Moura, and on the theoretical and methodological contributions about Mathematical Modeling by Biembengut. We have get understood that Mathematical Modeling for Integrated Education ought contribute to overcome dichotomy between menial and intellectual works, as students appropriate knowledge that justifies their professional practices, while they are developing as citizens to integrate a more just and equal society.

Keywords: Integrated Development. Didactic Sequence. Modeling. Functions. Animal welfare.

RESUMEN

Este artículo tiene como objetivo realizar una interlocución teórico entre los conceptos de Formación Integrada y Modelación Matemática, y demostrar cómo la Modelación Matemática puede contribuir a la Enseñanza Integrada,

1 Doutorando do Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica, PPGET - UFSC. Professor do Instituto Federal Catarinense/Campus Santa Rosa do Sul. E-mail: julian.lima@ifsc.edu.br. ORCID: orcid.org/0000-0001-6716-7161.

2 Doutor em Educação Matemática. Docente permanente do Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica, PPGET - UFSC/Campus Florianópolis. E-mail: david.costa@ufsc.br. ORCID: orcid.org/0000-0003-4493-9207.

3 Doutora em Agroecossistemas. Professora do Instituto Federal Catarinense/Campus Santa Rosa do Sul. E-mail: rita.silva@ifsc.edu.br. ORCID: orcid.org/0000-0002-7999-0689.

a partir de la aplicación de una Secuencia Didáctica desarrollada para la integración entre las disciplinas de Matemática y Zootecnia de un Curso Técnico en Agricultura Integrado a la Secundaria. El estudio se basa en aportes sobre Enseñanza Integrada y Formación Integrada, especialmente de Frigotto, Ramos, Ciavatta y Moura, y en aportes teóricos y metodológicos sobre Modelización Matemática de Biembengut. Se concluye que la Modelación Matemática en la Enseñanza Integrada puede contribuir a la superación de la división entre el trabajo manual e intelectual, ya que los estudiantes se apropian de conocimientos relacionados con lo que justifica las prácticas profesionales, mientras se desarrollan como ciudadanos para integrarse a un mundo más justo e igualitario.

Palabras-clave: Formación Integrada. Siguiendo la enseñanza. Modelado. Funciones. Bienestar de los animales.

INTRODUÇÃO

Os Institutos Federais de Educação, Ciência e Tecnologia (IFs), são atualmente no Brasil a principal referência em ensino técnico integrado ao ensino médio. Especializados na oferta de educação profissional e tecnológica, possuem como primeiro objetivo “ministrar educação profissional técnica de nível médio, prioritariamente, na forma de cursos integrados, [...]” (BRASIL, 2008). Entretanto, apesar de o objetivo estabelecer tal prioridade, é de conhecimento geral dentro da Rede, que boa parte dos Institutos ainda não construiu uma identidade no que se refere ao Ensino Integrado (EI) para Formação Integrada, sendo essa, expressa como primeira finalidade dos IFs, “formando e qualificando cidadãos com vistas na atuação profissional nos diversos setores da economia, com ênfase no desenvolvimento socioeconômico local, regional e nacional” (BRASIL, 2008).

Frigotto *et al.* (2018, p. 107), ao realizar um estudo do estado da arte, constatam que as pesquisas sobre os Institutos Federais demonstram que os currículos dos Cursos Técnicos dos IFs, “em várias experiências pelo país, [...], não estão integrados”. De acordo com Sá e Souza (2023, p. 24), “o formato do Ensino Médio Integrado pressupõe uma integração curricular, isto é, o sincretismo entre as disciplinas de acordo com o interesse dos alunos, os contextos socioeconômicos da região e eventuais demandas do mundo do trabalho”. Porém, segundo Sobrinho e Garnica (2020), embora tenhamos evoluído, temos muito a trabalhar para concretizar um currículo integrado que promova uma Formação Integrada. Para os autores, “os fundamentos teórico-epistemológicos que sustentaram e justificaram os IFs, [...], não se concretizam na maioria das metodologias das organizações curriculares” (p. 46).

A concepção de Formação Integrada ou Integral que decorre do EI, contempla a “formação omnilateral e politécnica [...], tendo o ‘trabalho’ por princípio educativo, a pesquisa por princípio pedagógico e a interdisciplinaridade como método” (SOBRINHO; GARNICA, 2020, p. 46). Nesse sentido, no que se refere as metodologias para o EI, a Interdisciplinaridade é elemento fundamental. Um currículo integrado, “[...] pressupõe a interdisciplinaridade como concepção de conhecimento e método” (RAMOS, 2005, p. 116). A integração decorre do trabalho interdisciplinar, que de acordo com Maingain e Dufour (2002), “constitui uma prática integradora com vista à abordagem de certos problemas na sua particularidade” (p. 69). Os autores complementam sobre à Interdisciplinaridade que “as disciplinas são solicitadas e integradas com vista a construir um modelo original, em **resposta a uma problemática particular**” (MAINGAIN; DUFOUR, 2002, p. 70, grifo dos autores).

Segundo Paviani (2008, p. 49), “não existe um modelo único e predeterminado de ação interdisciplinar”. Entre outras formas, Interdisciplinaridade pode ocorrer, por exemplo, por meio de Projetos (FOUREZ, 1997; SANTOMÉ, 1998), ou, mais especificamente no que se refere a Educação

Matemática, pode ser desenvolvida por intermédio da Etnomatemática ou da Modelagem Matemática (LARA; BIEMBENGUT, 2017). Dentre essas possibilidades, tendo em vista a Formação Integrada, destaca-se a Modelagem Matemática, pois além do método (Interdisciplinaridade) também pode perfazer os dois princípios (trabalho por princípio educativo e pesquisa por princípio pedagógico) do EI, condição necessária para Formação Integrada.

Buscar meios de se colocar em prática o EI, é de interesse de toda Rede Federal de Educação Profissional, Científica e Tecnológica. Tendo em vista a Modelagem Matemática como possibilidade, o objetivo deste artigo é realizar uma interlocução teórica entre a Modelagem Matemática e o EI, e demonstrar como a Modelagem Matemática pode contribuir para que se realize o EI e a Formação Integrada a partir da aplicação de uma Sequência Didática (SD) para integração de conhecimentos matemáticos à disciplina de Zootecnia de um Curso Técnico em Agropecuária Integrado ao Ensino Médio. A seguinte questão norteará esta pesquisa: de que maneira a Modelagem Matemática pode contribuir para a integração de conhecimentos matemáticos à disciplina de Cursos Técnicos em Agropecuária Integrados ao Ensino Médio?

O texto se fundamenta nas contribuições sobre Ensino Integrado (EI) e Formação Integrada, em especial de Frigotto (2012a, 2012b), Ramos (2014), Ciavatta (2015) e Moura (2007), e nos aportes teóricos sobre Modelagem Matemática de Biembengut (2014).

Este artigo está organizado em 3 (três) seções, além da introdução e das considerações finais. Inicialmente se estabelecem as concepções adotadas sobre EI e Formação Integrada. Em seguida, apresenta-se a ideia de Modelagem Matemática escolhida para este trabalho, demonstrando a sua interlocução com a concepção de Formação Integrada. Na seção seguinte, descreve-se a experiência da SD construída e aplicada e os resultados mais significativos. Por fim, nas considerações finais apresentam-se as principais inferências sobre o estudo.

ENSINO INTEGRADO PARA A FORMAÇÃO INTEGRADA

Foi citado anteriormente que a concepção de Formação Integrada incorpora a omnilateralidade e a politecnia, realizada no EI com seus princípios educativos (trabalho) e pedagógico (pesquisa), e tendo a Interdisciplinaridade como método.

Além dessa concepção (no sentido de maior aprofundamento), de acordo com Frigotto (2012a),

educação omnilateral significa, [...], a concepção de educação ou de formação humana que busca levar em conta todas as dimensões que constituem a especificidade do ser humano e as condições objetivas e subjetivas reais para seu pleno desenvolvimento histórico. Essas dimensões envolvem sua vida corpórea material e seu desenvolvimento intelectual, cultural, educacional, psicossocial, afetivo, estético e lúdico (p. 265).

A omnilateralidade é a obtenção do pleno desenvolvimento de todas as dimensões humanas, constituídas histórico-socialmente pelo próprio sujeito na relação com o meio, por intermédio do trabalho. Para Frigotto (2012a, p. 265), “o desenvolvimento que se expressa em cada ser humano não advém de uma essência humana abstrata, mas é um processo no qual o ser se constitui socialmente, por meio do trabalho”. Nesse sentido, “sendo o trabalho atividade vital e criadora, mediante a qual o ser humano produz e reproduz a si mesmo, a educação omnilateral o tem como parte constituinte” (FRIGOTTO, 2012a, p. 266).

Para alcançar a formação omnilateral é imperativo que o trabalho seja considerado como princípio educativo, e assim, “a ideia de formação integrada sugere superar o ser humano dividido historicamente pela de visão social do trabalho entre a ação de executar e a ação de pensar, dirigir ou planejar” (CIAVATTA, 2015, p. 69).

De acordo com Ciavatta (2015, p. 66), “na integração entre o Ensino Médio e a Educação Profissional técnica de nível médio supõe-se que a educação geral se torne parte indispensável da educação profissional em todos os campos em que se dá a preparação para o trabalho”. O trabalho torna-se fundamento, o que “significa [...], focar o trabalho como princípio educativo no sentido de superar a dicotomia trabalho manual/trabalho intelectual, de incorporar a dimensão intelectual ao trabalho produtivo, de formar trabalhadores capazes de atuar como dirigentes e cidadãos” (CIAVATTA, 2015, p. 66).

Segundo Moura (2007, p. 22), “uma prática pedagógica significativa decorre da necessidade de uma reflexão sobre o mundo do trabalho, da cultura desse trabalho, das correlações de força existentes, dos saberes construídos a partir do trabalho e das relações sociais que se estabelecem na produção”. De acordo com autor,

é fundamental atentar para o fato de que o trabalho como princípio educativo não se restringe ao “aprender trabalhando” ou ao “trabalhar aprendendo”. Está relacionado, principalmente, com a intencionalidade de que através da ação educativa os indivíduos/coletivos compreendam, enquanto vivenciam e constroem a própria formação, o fato de que é socialmente justo que todos trabalhem, porque é um direito subjetivo de todos os cidadãos, mas também é uma obrigação coletiva porque a partir da produção de todos se produz e se transforma a existência humana e, nesse sentido, não é justo que muitos trabalhem para que poucos enriqueçam cada vez mais, enquanto outros se tornam cada vez mais pobres e se marginalizam - no sentido de viver à margem da sociedade (MOURA, 2007, p. 22).

Convergindo ao mesmo objetivo de superação da dualidade entre trabalho intelectual e trabalho manual para Formação Integrada, em paralelo a formação omnilateral e ao trabalho como princípio educativo, estão a formação politécnica e a pesquisa como princípio pedagógico. A formação politécnica “pressupõe que o aluno tenha o domínio dos fundamentos científicos das diferentes técnicas existentes da nossa sociedade” (SAVIANI, 1989, p. 39-40). A ideia de educação politécnica está,

ligada ao desenvolvimento das bases de conhecimentos que se vinculam ao processo de produção e reprodução da vida humana pelo trabalho, na perspectiva de abreviar o tempo gasto para responder às necessidades (essas sempre históricas) inerentes ao fato de o homem fazer parte da natureza e de ampliar o tempo livre (tempo de escolha, de fruição, de lúdico e de atividade humana criativa), no qual a omnilateralidade pode efetivamente se desenvolver (FRIGOTTO, 2012b, p. 275).

Baracho *et al.* (2006 apud PACHECO, 2012), entendem a pesquisa como princípio pedagógico sendo produção do conhecimento, em que se relacionam profundamente com o trabalho como princípio educativo, no mesmo sentido de compreensão e transformação da existência humana e de responsabilidade social. A pesquisa

contribui para a formação de sujeitos autônomos que possam compreender-se no mundo e dessa forma nele atuar por meio do trabalho, transformando a natureza em função das necessidades coletivas da humanidade e, ao mesmo tempo, cuidando de sua preservação face as necessidades dos demais seres humanos das gerações futuras (RAMOS, 2014, p. 85).

A construção da autonomia intelectual que deve ser inerente ao ensino, é potencializada pela pesquisa, em que na prática pedagógica buscam-se investigar e resolver questões teóricas e práticas pertencentes a realidade dos estudantes (MOURA, 2007).

A materialização da formação omnilateral e da politecnicidade e, do trabalho como princípio educativo e da pesquisa como princípio pedagógico para Formação Integrada, pode ser realizada por meio da Interdisciplinaridade. Segundo Paviani (2008, p. 14) “a interdisciplinaridade pode ser vista como uma teoria epistemológica ou como uma proposta metodológica. Também como uma modalidade de aplicação de conhecimentos de uma disciplina em outra”. Segundo o autor, a interdisciplinaridade pode ainda ser considerada “como modalidade de colaboração entre professores e pesquisadores ou simplesmente como um sintoma de crise das disciplinas, do excesso e da fragmentação de conhecimentos, da especialização que perde a visão do todo” (PAVIANI, 2008, p. 14).

Tal concepção de crise das disciplinas e fragmentação de conhecimentos, vai ao encontro do que Santomé (1998, p. 62), considera ser a origem do termo interdisciplinaridade, em que o mesmo “surge ligado à finalidade de corrigir possíveis erros e a esterilidade acarretada por uma ciência excessivamente compartimentada e sem comunicação interdisciplinar”. O autor ainda afirma que

neste sentido, a crítica à compartimentação das matérias será igual à dirigida ao trabalho fragmentado nos sistemas de produção da sociedade capitalista, à separação entre trabalho intelectual e manual, entre a teoria e a prática, à hierarquização e ausência de comunicação democrática entre os diferentes cargos de trabalho em uma estrutura de produção capitalista, entre humanismo e técnica, etc. (SANTOMÉ, 1998, p. 62)

No que tange a educação, segundo Fazenda (2008, p. 21), “na interdisciplinaridade escolar a perspectiva é educativa. Assim, os saberes escolares procedem de uma estruturação diferente dos pertencentes aos saberes constitutivos das ciências”. A autora complementa dizendo que “na interdisciplinaridade escolar, as noções, finalidades habilidades e técnicas visam favorecer sobretudo o processo de aprendizagem, respeitando os saberes dos alunos e sua integração” (FAZENDA, 2008, p. 21).

Fazenda (2011) distingue integração de interdisciplinaridade, atribuindo a integração um aspecto mais formal em que se organizam as disciplinas em um plano de estudos. A autora entende a integração como necessária para a interdisciplinaridade, todavia considera que deve ir além da integração de conteúdos ou métodos, de forma que conhecimentos parciais se integram para a construção de um conhecimento global, em que a interdisciplinaridade é origem e produto.

Por outro lado, Ciavatta (2015) chama a atenção para relação interdisciplinaridade e Formação Integrada ao afirmar que “interdisciplinaridade implica o reconhecimento da produção social da existência, do mundo do trabalho, em que relações econômicas, sociais, culturais e políticas se interpenetram, se imbricam na produção de realidades densas, complexas” (p. 60). Para a autora, a concepção de Formação Integrada pressupõe o vínculo entre os campos de saber, de maneira que a Interdisciplinaridade é uma condição favorável, contudo “a interdisciplinaridade não pode ser apenas uma técnica; ela precisa incorporar os objetivos educacionais da formação integrada” (CIAVATTA, 2015, p. 65).

Em síntese, o EI (ou integração) é responsável por organizar a educação que se desenvolve por meio da interdisciplinaridade, que por sua vez deve atender para o objetivo primário de superar a dicotomia entre trabalho manual e trabalho intelectual, considerando o trabalho como princípio educativo, a pesquisa como princípio pedagógico, promovendo a Formação Integrada, ou seja, omnilateral e politécnica. A seguir, apresenta-se a ideia de Modelagem Matemática escolhida para o desenvolvimento deste trabalho e demonstra-se seu diálogo com as concepções de EI e Formação Integrada.

MODELAGEM MATEMÁTICA NO ENSINO INTEGRADO PARA FORMAÇÃO INTEGRADA

Em contraponto ao modelo tradicional⁴ de ensino, tendo em vista superar suas lacunas e deficiências, historicamente na educação matemática brasileira foram emergindo diferentes estratégias e métodos que se apresentam como tendências, sendo algumas destas: Resolução de problemas; Modelagem Matemática; Etnomatemática; uso das Tecnologias Digitais para o ensino da Matemática; e, História da Matemática (LARA, 2011). Dentre essas tendências da educação matemática, destaca-se a Modelagem. De acordo com Biembengut (2014),

as pesquisas apontam que a modelagem como método de ensino e de pesquisa pode contribuir para melhorar a formação dos estudantes, isso porque o ensino de matemática deixa de ser mera transmissão de técnicas de resolução e passa a ser apresentada, também, como base ou estrutura de outra área do conhecimento (p. 62).

O movimento pela Modelagem Matemática na educação teve início no final dos anos 1970 e início dos anos 1980, em que os principais percursores foram Aristides C. Barreto, Ubiratan D' Ambrosio, Rodney C. Bassanezi, João Frederico Mayer, Marineuza Gazzetta e Eduardo Sebastiani (BIEMBENGUT, 2009).

De acordo com Biembengut (2009, p. 12), em especial, Barreto e Bassanezi “deram impulso significativo para a implantação e a disseminação da modelagem matemática na educação brasileira”, por meio da divulgação de suas experiências, especificamente na graduação e pós-graduação. A partir desses autores, vários outros se inspiraram para estudo da aplicação da Modelagem Matemática no ensino, produzindo novas concepções e direcionando também para educação básica. Dentre eles vale destacar Maria Salett Biembengut, Dionizio Burak e Rodinei Cerqueira Barbosa. Junto com Bassanezi, esses três autores são alguns dos teóricos mais citados em pesquisas que investigam a Modelagem Matemática no ensino no Brasil (OLIVEIRA; LARA, 2022). De acordo com Loli, Martins e Burak (2023, p. 103), a Modelagem Matemática na educação matemática, propicia a ruptura do modelo usual de ensino, em que se busca “uma formação integral do estudante mediante seu contexto social, sendo considerado importante, assim como os conteúdos matemáticos e outros, valorizando a busca pelo conhecimento e o diálogo com a realidade discente”.

Além de se tratar de um método de ensino que busca superar as deficiências do ensino tradicional, a Modelagem Matemática também possui significativa potencialidade para se desenvolver o EI para Formação Integrada, em que se pode demonstrar essa interlocução em pelo menos 3 (três)

4 O ensino tradicional referido nesse ponto, é aquele cujo discurso e envolvimento de conteúdo, de ações escolares, e ações didáticas, traz consigo um olhar conservador na manutenção do status quo dos conhecimentos, reprodutivista dentro de uma ideologia e dogmático, em que os conceitos são tidos como verdades finais. O saber é entendido como erudito, válido para todos em qualquer contexto, com olhar neutro em relação à ciência. O professor é o transmissor e detentor do saber e o aluno entendido como tábula rasa meramente receptor, reproduzindo em certa medida relações de poder. A aula expositiva em que só o professor fala é a principal estratégia metodológica utilizada, extremamente empirista, objetivando mais uma comprovação do que propriamente o ensino em atividades experimentais.

aspectos, talvez os mais importantes. Partindo da interdisciplinaridade como método, a Modelagem Matemática oferece possibilidades de integração dos saberes por “propiciar aos estudantes fazer uso da Matemática para compreender e resolver uma situação-problema de outra área do conhecimento; isto é, integrar Matemática a outra área do conhecimento, em especial, a área na qual o estudante apresenta interesse” (LARA; BIEMBENGUT, 2017, p. 92).

O segundo aspecto que justifica o uso da Modelagem Matemática para o EI e para Formação Integrada, é o fato de que se trata de um processo de pesquisa (BIEMBENGUT, 2014). Para Biembengut, (2014, p. 28) “como é essencialmente um método de pesquisa, na educação básica, em particular, a modelagem matemática pode tornar-se caminho para despertar o interesse do estudante por assuntos de matemática”. A autora complementa afirmando que, “a modelagem na disciplina de matemática, por exemplo, implica em ensinar conteúdos curriculares e, ao mesmo tempo, ensinar o estudante a fazer pesquisa” (BIEMBENGUT, 2014, p. 28).

O terceiro aspecto em que a Modelagem Matemática favorece a Formação Integrada e o EI, diz respeito ao trabalho por princípio educativo, na possibilidade de escolha do contexto em que se pode buscar problemas de pesquisa a se modelar. A Modelagem Matemática no Brasil teve como um dos seus primeiros percursores Rodney Carlos Bassanezi. Em 1982, na Universidade Estadual de Guarapuava-PR, professores da Universidade Estadual de Campinas-SP, dentre eles, Bassanezi como coordenador, realizaram o 1º Curso de Pós-Graduação em Modelagem Matemática no Brasil, que impulsionou a realização de dezenas de outros cursos sob a coordenação de Bassanezi. Um fato que se estabeleceu como um marco para esse método no país, foi o início do curso com uma visita a empresas da cidade e, a partir do primeiro contato com as questões da realidade, o levantamento de problemas de interesse para serem investigados, em que se destacaram questões relativas às abelhas, ao chimarrão, a fabricação de papel, a suinocultura, dentre outras (BIEMBENGUT, 2009).

Cita-se esse dado histórico da Modelagem Matemática na Educação no Brasil, considerando demonstrar que, desde a sua gênese, contempla em seu leque de possibilidades a relação com o trabalho como princípio educativo, na busca de questões de pesquisas relacionadas a atividades de produção, dentro de contextos reais do mundo do trabalho.

Considerando esses 3 (três) aspectos da Modelagem Matemática, que desde a sua gênese, quando pensada para a educação no Brasil, demonstra a possibilidade de desenvolver questões relacionadas ao trabalho (1), que possui a pesquisa em sua essência (2), a Interdisciplinaridade como fundamento (3), justifica-se como facilitadora para o desenvolvimento da Formação Integrada e do EI, tendo em vista a concepção em que se têm o trabalho por princípio educativo, a pesquisa por princípio pedagógico e a Interdisciplinaridade como método.

Neste trabalho, se escolhe e utiliza a concepção de Modelagem Matemática no ensino de Maria Sallet Biembengut. Tal escolha se dá pelo fato de que admite-se que os pressupostos da ideia de Modelagem (Modelagem Matemática no ensino) da autora, vão ao encontro da concepção de Formação Integrada referenciada. De acordo com Biembengut (2014), a Modelagem é o processo envolvido na elaboração de modelo de qualquer área de conhecimento, sendo um modelo um conjunto de símbolos os quais interagem entre si representando alguma coisa, como por exemplo um desenho ou imagem, projeto, esquema, gráfico, lei matemática, dentre outras formas.

Segundo Biembengut (2014, p. 21), “na modelagem o propósito é ensinar o estudante desde os Anos Iniciais da Educação Básica a fazer pesquisa. Como não se faz pesquisa sem conhecimento, ensinamos os conteúdos curriculares (e não curriculares) durante o processo”. Para a autora, a Modelagem Matemática como método para o ensino pode ser desenvolvida em etapas as quais agrupa em

3 (três) fases: percepção e apreensão - reconhecimento da situação-problema e familiarização com o assunto a ser modelado; compreensão e explicitação - na formulação do problema, na formulação do problema matemático e na resolução do problema a partir do modelo; significação e expressão - na interpretação da solução e validação, avaliação do modelo e, do resultado representado pelo modelo (BIEMBENGUT, 2014).

Na fase de percepção e apreensão, o tema que se deseja estudar é abordado de forma ampla, de maneira a se elencar todos os elementos que podem estar envolvidos na situação. Pode-se optar pela pesquisa de diversos materiais que abordem a temática, como livros, revistas especializadas ou até consultas a especialistas, de maneira a se construir uma primeira aproximação. A apreensão da situação se dá na medida que as pesquisas vão se munindo de informações e assim vai se percebendo o que está envolvido ao que se pretende modelar.

Nessa primeira fase da Modelagem Matemática é que se apresenta a possibilidade de se conduzir a uma atividade interdisciplinar que contemple os objetivos da Formação Integrada, destacando o trabalho como princípio educativo. O tema, a problemática a ser pesquisada por meio da Modelagem Matemática, deve provocar reflexão sobre o mundo do trabalho, da cultura desse trabalho, de maneira que a situação-problema a ser respondida evidencie as correlações dos saberes construídos a partir do trabalho e das relações sociais que se estabelecem na produção, indo ao encontro do que entende Moura (2007). Em específico na SD construída e apresentada neste artigo, o tema centra-se no conceito de Bem-estar animal, problematizando a produção de ovos de galinhas nesse contexto, propiciando que se evidenciem e se possa refletir sobre as práticas culturalmente constituídas no trabalho do técnico em agropecuária. Os dados e informações da primeira fase são utilizados na fase seguinte de compreensão e explicitação. Realiza-se um filtro do que realmente é importante, estabelecendo um recorte que permita definir e compreender a situação-problema a ser resolvida. Essa fase é talvez a mais laboriosa, pois explicitam-se os dados na proposição de um sistema conceitual, a partir da escolha das variáveis, formulação de hipóteses, bem como da representação da relação que corresponderá o modelo pretendido. Por meio desse processo, obtém-se a solução da situação problema confirmando ou refutando as hipóteses formuladas. A compreensão e explicitação dessa fase permitem que aluno se aproprie dos fundamentos científicos das técnicas vinculadas a prática profissional, pela perspectiva de que os modelos construídos se constituem por conceitos matemáticos, que em parte fundamentam as teorias das disciplinas da formação profissional.

Por fim, na última fase da Modelagem Matemática, realizam-se as inferências visando a validação do modelo pela interpretação dos resultados obtidos, verificando se é possível ampliar as potencialidades do modelo caso os resultados sejam positivos ou, caso contrário retornando a fase anterior revendo e adaptando as hipóteses. No caso da SD construída, em que se avalia a produção de ovos, relacionando-a a questão do Bem-estar animal, tanto na validação dos modelos quanto na apresentação que os alunos fazem do trabalho realizado, são oportunizados momentos de debate sobre as práticas ou técnicas profissionais utilizadas na área agropecuária, oportunizando uma formação mais crítica e questionadora, que pode refletir em parte nas condições para formação de um cidadão mais consciente de suas responsabilidades, deveres e direitos na vida em sociedade.

Por se tratar de um método de pesquisa que pode ser utilizado no ensino, a atividade de Modelagem Matemática possibilita que os alunos vivenciem a pesquisa científica, na construção de um problema a ser estudado, relacionado ao mundo do trabalho da profissão a qual está se formando, na elaboração de hipóteses, coleta e análise de dados, até a construção de um conhecimento ao responder a questão proposta, assim como na apropriação de todos os conhecimentos interdisciplinares que

serão demandados nas atividades. A seguir, descreve-se a experiência da Sequência Didática (SD) construída e aplicada, com o intuito de demonstrar como a Modelagem Matemática pode ser utilizada para o EI e para Formação Integrada.

UM CAMINHO PARA FORMAÇÃO INTEGRAL PELA MODELAGEM MATEMÁTICA

A experiência foi realizada com uma turma de 28 alunos de um Curso Técnico em Agropecuária Integrado ao Ensino Médio, em outubro de 2022. Em paralelo ao estudo dos conteúdos de Função Afim, Função Quadrática e Bem-estar Animal⁵ (entre outros conteúdos zootécnicos), os alunos realizaram uma pesquisa, com a finalidade de responder quais são os impactos na produção de ovos em diferentes condições ambientais em que galinhas podem ser submetidas.

A possibilidade do estudo das funções Afim e Quadrática, foi identificada, no início do planejamento das atividades da SD, com base na busca de modelos matemáticos feita nas publicações científicas da área da disciplina da formação técnica. Nesta busca, encontramos o trabalho de Jordan e Tavares (2003), que analisaram diferentes sistemas de iluminação em granjas de produção de ovos férteis. De acordo com os dados obtidos pelos autores, independente do sistema de iluminação, a produção de ovos de galinhas decresce linearmente após o final do período de pico de produção que acontece por volta da trigésima semana. Considerando que as aves disponíveis para realização das atividades demonstradas neste artigo, tinham 30 meses de idade, baseados em uma publicação científica, entende-se que naturalmente, os dados coletados pelos alunos da produção de ovos no decorrer do tempo se aproximariam de uma relação linear entre as grandezas número de ovos e tempo em dias.

Tendo em vista que as galinhas se encontravam em final de ciclo de produção, verifica-se a possibilidade de se incluir como fator na pesquisa realizada pelos alunos o processo de muda forçada⁶. Para isso, busca-se ainda publicações científicas que abordassem o tema Bem-estar animal. Localiza-se o trabalho de Souza *et al.* (2010), que avaliou métodos alternativos de restrição alimentar qualitativa em comparação à técnica convencional de muda forçada, visando o Bem-estar animal. Os dados apresentados pelos autores, da produção de ovos em função de períodos de tempo no que é chamado de pós-muda, tanto no método convencional quanto nos métodos alternativos de muda forçada avaliados, indicou que poderiam ser representados por um comportamento quadrático, a partir de algumas adequações no intuito de se ensinar função quadrática.

Seguindo as etapas da Modelagem Matemática para o ensino (BIEMBENGUT, 2014), inicia-se a SD com a fase de percepção e apreensão, momento em que os alunos se inteiram do tema de pesquisa. As atividades iniciaram com a apresentação aos alunos do tema a ser investigado para reconhecimento da situação-problema e familiarização com o assunto a ser modelado. Para essa primeira atividade optou-se por abordar o assunto, com a aplicação em duplas de alunos, de um questionário com imagens de animais em diferentes ambientes e diferentes estados afetivos cujo comportamento sugeriu o grau de Bem-estar dos animais em questão.

A apresentação da problemática a ser estudada pelos alunos teve por base principalmente o conceito de Bem-estar animal, considerando que este é a temática da atividade integrada entre as disciplinas de Zootecnia e Matemática a ser realizada.

5 Ambos os conteúdos fazem parte da ementa das disciplinas, respectivamente, de Matemática e Zootecnia, do Curso Técnico em Agropecuária Integrado ao Ensino Médio no qual foi realizada a experiência. Junto a este fato, o tema Bem-estar animal é uma questão contemporânea em debate no contexto da sociedade atual, de extrema importância na formação cidadã de um futuro técnico em agropecuária.

6 Técnica utilizada na avicultura, baseada no jejum das aves, que tem por finalidade gerar um novo ciclo de produção em animais que iriam ser descartados em virtude da redução da produtividade (TEIXEIRA e CARDOSO, 2011).

Para Broom (1986), “o bem-estar de um indivíduo é seu estado em relação às suas tentativas de adaptar-se ao seu ambiente” (apud BROOM; MOLENTO, 2004, p. 2). Nesse processo de adaptação os animais podem exibir determinados comportamentos indicadores de estados afetivos positivos ou negativos que podem variar em determinadas situações ou ambientes. Dessa forma, o Bem-estar animal refere-se a algo inerente ao próprio animal e não a algo que possa ser fornecido a ele (BROOM; MOLENTO, 2004, p. 2). A base do conceito é quão bem o indivíduo está passando por uma determinada fase de sua vida”, podendo variar em uma escala entre muito ruim ou ruim, a bom ou muito bom. Segundo Broom e Molento (2004, p. 2), “o termo bem-estar pode ser utilizado às pessoas, aos animais silvestres ou a animais cativos em fazendas produtivas a zoológicos, à animais de experimentação ou à animais nos lares”. De acordo com os autores,

os **efeitos** sobre o bem-estar incluem aqueles provenientes de doença, traumatismos, fome, estimulação benéfica, interações sociais, condições de alojamento, tratamento inadequado, manejo, transporte, procedimentos laboratoriais, mutilações variadas, tratamento veterinário ou alterações genéticas através de seleção genética convencional ou por engenharia genética. Bem-estar deve ser definido de forma que permita pronta relação com outros **conceitos**, tais como: necessidades, liberdades, felicidade, adaptação, controle, capacidade de previsão, sentimentos, sofrimento, dor, ansiedade, medo, tédio, estresse e saúde (2004, p. 2, grifo nosso).

Com base em tal definição e demais aspectos relacionados ao Bem-estar animal, foi aplicado o questionário composto por 10 (dez) imagens e 4 (quatro) questões para cada uma das imagens utilizadas. Todas as imagens ilustraram animais em diferentes estados afetivos que sugerem Bem-estar que varia de muito ruim ou ruim, a bom ou muito bom, em 5 (cinco) ambientes distintos: 1) Animal silvestre ao ar livre; 2) Animal de fazenda; 3) Animal silvestre cativo em zoológico; 4) Animais de experimentação; 5) Animais domésticos nos lares. Assim, para cada ambiente há no questionário 2 (duas) imagens, uma que sugere Bem-estar animal muito ruim ou ruim e outra que sugere Bem-estar animal bom ou muito bom.

Na primeira questão, os estudantes foram estimulados a escreverem as primeiras 5 (cinco) palavras que vieram a pensar para cada uma das imagens dos animais. No mesmo questionário, os estudantes responderam as seguintes perguntas em escala Likert, para as mesmas imagens: 1) os animais da imagem são capazes de expressar seus comportamentos naturais; 2) os animais da imagem estão felizes e/ou satisfeitos; 3) as condições em que os animais se encontram na imagem são aceitáveis.

Objetivou-se, além de introduzir a ideia de Bem-estar animal, identificar se os alunos conseguiam, a partir de suas concepções do senso comum, perceber os efeitos que impactam ao Bem-estar, ou se percebiam os demais conceitos relacionados. Assim, definiu-se os efeitos e conceitos relacionados ao Bem-estar como sendo as categorias para análise dos dados coletados nas respostas dos alunos.

As imagens foram projetadas com um Datashow, e com o auxílio do software Mentimeter⁷ os alunos escreveram em seus smartphones⁸ as 5 (cinco) palavras solicitadas para cada ambiente,

⁷ Plataforma online para criação e compartilhamento de apresentações de slides com interatividade.

⁸ Foi solicitado também aos alunos que anotassem as palavras e respondessem as perguntas em papel que foi entregue e devolvido identificado com o nome do aluno respondente, tendo em vista que o software Mentimeter não possibilita tal identificação e listagem individualizada das respostas.

formando uma representação visual de palavras, com maior destaque às palavras que apareceram com mais frequência, e selecionaram para as perguntas, também nos aparelhos, uma opção entre discordo totalmente, discordo em parte, não concordo e nem discordo, concordo em parte, concordo totalmente.

Para cada imagem selecionada foi produzida uma representação visual e um gráfico para cada ambiente, totalizando 10 (dez) representações visuais de palavras e 10 (dez) gráficos com as respostas para as perguntas com respostas em escala Likert. Em seguida, cada um deles (representação visual e gráfico), junto com suas respectivas imagens, foram projetados com o Datashow e os professores (de Zootecnia e Matemática) realizaram a análise das imagens, representações visuais de palavras e gráficos com a turma, destacando e questionando sobre a *senciência*⁹ animal, promovendo um debate sobre o tema.

Realizada a percepção e apreensão do tema a ser pesquisado pelos alunos, passa-se a fase de compreensão e explicitação, em que se estabelece o problema a ser pesquisado, há a compreensão do mesmo, e a sua explicitação, na delimitação do problema e produção dos modelos.

Tendo sido feito o debate sobre *senciência* animal a partir da análise das imagens, das representações visuais de palavras e dos gráficos obtidos com as respostas dos questionários, ocorreu a formalização junto aos alunos do conceito de Bem-estar animal. Em seguida, foi aplicado um segundo questionário em escala *Likert* contendo imagens de 3 (três) diferentes sistemas e manejos para a criação de galinhas poedeiras: criação de poedeiras em gaiolas de bateria; poedeiras em sistema *cage free*; poedeiras em sistema *free range*.

Na análise das imagens os alunos responderam sobre se concordavam ou não sobre a capacidade dos animais em expressar seus comportamentos naturais em cada sistema (1- discordo totalmente. 5 - concordo totalmente) e se concordavam ou não com a capacidade das aves em sentir dor; alegria; medo; prazer; brincar; sentir frustração; tédio e ansiedade. Ao concluir a análise das imagens os estudantes responderam à pergunta: “Em qual dos 3 (três) sistemas de criação de poedeiras as galinhas têm melhores condições de Bem-estar animal? A seguir, apresenta-se projetando com Datashow as imagens e os gráficos produzidos com as respostas sobre os diferentes sistemas e manejo para criação de galinhas poedeiras que compõe o questionário aplicado, promovendo discussão e debate a partir das respostas, para então, sugerir-se o seguinte problema para pesquisa: Ambientes com melhor condição de Bem-estar animal influenciam na produção e na qualidade do ovo de galinhas poedeiras?

A escolha dessa pergunta, que então representa o problema de pesquisa a ser investigado pelos alunos na atividade integrada, se dá por abordar conteúdo específico da ementa¹⁰ da disciplina de Zootecnia do curso Técnico em Agropecuária. Tal escolha propicia que se realize o ensino dos conhecimentos sobre aspectos nutricionais, reprodutivos e sanitários de produção de Aves, ao passo em que se ensina o processo de pesquisa científica aos alunos.

Elaborado o problema de pesquisa, os professores de Matemática e Zootecnia promoveram o debate e a troca de ideias sobre as possíveis respostas para a questão, que após registradas deram subsídios para elaboração das demais atividades da SD, e foram retomadas no momento da elaboração das conclusões a partir da análise dos dados e informações produzidas e/ou coletadas nas atividades.

⁹ “Senciência é uma palavra que ainda não consta em dicionários de português; seu adjetivo, ‘senciente’, aparece no Aurélio como ‘que sente’. No ambiente técnico, o termo *senciência* vem sendo utilizado na acepção ‘capacidade de sentir’” (MOLENTO, 2006, n.p).

¹⁰ Panorama e importância socioeconômica da produção animal e as principais espécies de interesse eco-nômico. Aspectos nutricionais, reprodutivos e sanitários de produção de Aves. Defesa sanitária animal, legislação, aspectos ambientais, ambiência e bem-estar-animal relacionados à cada espécie animal.

Em seguida, sugeriu-se e delineou-se junto aos alunos um experimento. Foi proposto avaliar a produção de ovos de poedeiras em diferentes sistemas de produção e de que forma o alojamento poderia influenciar o Bem-estar animal das galinhas. O experimento possuiu como fatores os 3 (três) sistemas de criação de poedeiras (Gaiola de baterias, *Cage Free* e *Free Range*), e 2 (dois) manejos alimentares para o processo de muda forçada, como já mencionado anteriormente. A principal variável estudada foi a quantidade de ovos produzidos a cada dia em cada sistema de criação e em cada dieta utilizada.

Assim, considerando os 3 (três) diferentes sistemas de criação e o processo de muda forçada, o experimento teve delineamento fatorial 3x2, sendo os fatores o tipo de alojamento e a ração. Foram utilizadas 108 aves de postura comercial da linhagem Novogen em final de postura, alojadas em bateria de gaiolas e em piso, com e sem acesso a piquete com pastagem. As poedeiras receberam duas dietas diferentes, uma dieta padrão para postura comercial e outra 50% diluída com casca de arroz triturada que, por meio da diluição, promoveu a muda das aves. A diluição da ração é um método que visa o Bem-estar animal para indução da muda, sendo menos agressivo que método tradicional em que as aves são submetidas a restrição total de alimentos, com ou sem restrição de água, podendo perder até 30% do seu peso vivo (SOUZA *et al.*, 2010).

Os alunos coletaram os dados para construção dos modelos matemáticos por meio do experimento proposto. A turma foi dividida em seis grupos com cerca de 5 alunos cada, sendo que cada grupo foi responsável por um dos tratamentos experimentais, conforme descrito abaixo:

- Grupo 1 (Tratamento 1) - gaiola de baterias/ração controle;
- Grupo 2 (Tratamento 2) - gaiola de baterias/ração diluída com casca de arroz;
- Grupo 3 (Tratamento 3) - alojamento em piso sem acesso ao piquete/ração controle; (Sistema *cage free*/ração controle);
- Grupo 4 (Tratamento 4) - alojamento em piso sem acesso ao piquete/ração diluída (Sistema *cage free*/ ração diluída com casca de arroz);
- Grupo 5 (Tratamento 5) - alojamento em piso com acesso ao piquete/ração controle; (Sistema *free range*/ração controle);
- Grupo 6 (Tratamento 6) - alojamento em piso com acesso ao piquete/ração diluída (Sistema *free range*/ ração diluída com casca de arroz).

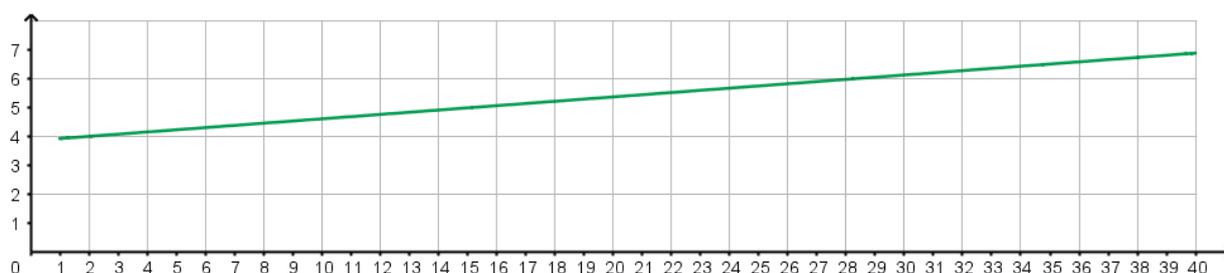
Os alunos, junto com os professores de matemática e zootecnia, foram responsáveis por identificar as aves por meio de anilha numerada e alojá-las nos referidos ambientes. Também foram responsáveis pela alimentação e fornecimento de água aos animais, limpeza dos ninhos e da cama do aviário¹¹, e pela coleta dos dados. Optou-se apenas pelos dados das quantidades de ovos produzidos a cada dia e pela observação de intercorrências que se demonstraram no decorrer do experimento, como da qualidade dos ovos que por vezes possuíam a casca mole, ou comportamentais das galinhas, que em determinados períodos bicaram, quebraram e comeram os ovos.

Todas as manhãs, de segunda-feira a sexta-feira, em um período de 40 dias, os alunos alimentaram as galinhas com a respectiva dieta, seja a padrão para postura comercial ou 50% diluída com casca de arroz triturada, coletaram e contaram os ovos, anotando os dados em planilha, pela manhã ou no decorrer do dia, conforme a organização de cada grupo que de forma autônoma estabeleceu uma escala e divisão de tarefas. Com os dados da quantidade de ovos produzidos a cada dia em mãos, por meio do software computacional Excel, foi possível a construção de tabelas, gráficos para

¹¹ Cobertura do piso do aviário com material de origem vegetal (casca de arroz, maravalha entre outros) e de natureza absorvente.

domínio de valores dos dados coletados, e por meio da extrapolação destes, a obtenção de funções com tendência linear e quadrática, dependendo de cada fator do experimento (sistema de criação e dieta fornecida). A produção de ovos das galinhas que receberam a dieta padrão, independentemente de alojamento, seguiu uma tendência linear, conforme pode-se observar, por exemplo, na figura 1, o que já era o esperado pelo processo natural das aves que se encontravam em final de postura, em que a produção decresce linearmente (JORDAN; TAVARES, 2003).

Figura 1 - Gráfico da função obtida com dados do índice de postura das galinhas em Gaiolas de baterias/ração controle.



Fonte: elaborado pelos autores, usando o Geogebra¹².

Já nas galinhas que receberam a ração diluída com casca de arroz triturada, a postura decresceu até que se aproximasse de zero, e ao reiniciar a dieta padrão, a postura dessas galinhas voltou a crescer, o que gerou um comportamento quadrático para os gráficos que representam esses dados, conforme demonstrado, por exemplo, na figura 2. Essa tendência quadrática dos dados também já era esperada, pois a dieta diluída provocou um processo de muda forçada nas aves (SOUZA *et al.*, 2010), em que a quantidade de ovos reduz até que alcançasse um valor mínimo, e com a retomada da alimentação padrão a produção volta a crescer.

Figura 2 - Gráfico da função obtida com dados do índice de postura das galinhas em Gaiolas de baterias/ração controle.



Fonte: elaborado pelos autores.

Por fim, realizou-se a etapa de significação e expressão. A significação representa a verificação se o modelo de fato funciona, ou seja, se realmente representa a situação modelada. A expressão é

¹² O software GeoGebra foi utilizado em todos os gráficos feitos pelos autores e apresentados no texto deste artigo.

a apresentação do modelo construído e da modelagem (pesquisa) realizada. A fase de significação e expressão permite o olhar crítico tanto sobre os modelos construídos quanto em relação as respostas obtidas para o problema pesquisado.

Tendo em vista elaborar as conclusões para responder à questão de pesquisa, foi proposto aos alunos, que nos grupos formados para coleta dos dados, analisassem os modelos construídos (tabelas e gráficos). Cada grupo explorou os gráficos e tabelas referentes aos dados que coletaram, realizando posteriormente a socialização das conclusões. Para auxiliar a análise dos modelos foram propostas as seguintes questões:

- a) O que aconteceu com a quantidade de ovos produzidos com o passar do tempo?
- b) Na opinião do grupo, a que se deve esse resultado?
- c) Qual foi a quantidade ovos produzidos no início da coleta dos dados? E na metade do tempo de coleta? E ao final da coleta?
- d) Qual fator foi mais importante para a produção de ovos? Alimentação ou alojamento?
- e) Você observou diferenças no comportamento das aves nos diferentes sistemas de alojamentos? Quais?
- f) Houve alguma ocorrência durante o período de coleta de dados, como ovos com casca mole, ou bicados e comidos? Por que isso pode ter acontecido?
- g) Descrevam qual é o aspecto (forma geométrica) do gráfico construído com os dados coletados pelo grupo.

Tais questões foram elaboradas a partir das hipóteses construídas na fase de percepção e apreensão. Respondidas estas questões, tais hipóteses foram retomadas a partir da leitura das mesmas por parte do professor, os gráficos foram projetados em tela, e os grupos foram convidados a expor para a turma suas respostas. Em seguida, respostas e gráficos foram projetados simultaneamente, lado a lado, para a análise da turma junto ao professor, dos resultados dos diferentes tratamentos e sistemas de criação, para que então se respondesse ao problema de pesquisa formulado.

Conclui-se a atividade de Modelação com a formalização dos conceitos matemáticos que se pode lograr das tabelas e principalmente dos gráficos construídos, e com a proposição de situações-problema com conteúdo de ambas as disciplinas da atividade integrada. Definir junto aos alunos os conhecimentos a partir da atividade integrada, possibilita que os mesmos possam visualizar a fonte dos objetos matemáticos, tornando o ensino e o aprendizado mais palpável, lúdico e interessante, na medida em que é possível a eles enxergar as fontes nas quais vão se construindo os conhecimentos e as relações das informações cuja a obtenção foi protagonizada pelos alunos.

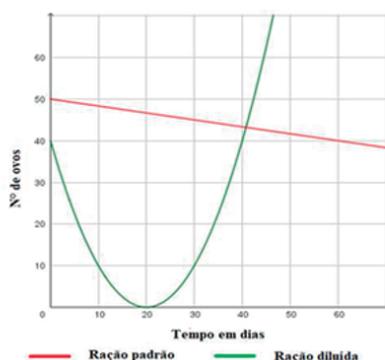
Para as situações-problema propostas foram adaptadas questões do Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM), cujo conteúdo é Função Afim e Quadrática, e nestas foram introduzidos conhecimentos da disciplina de Zootecnia.

Ao final das atividades foi aplicado um exame que representou um dos instrumentos de avaliação de aprendizagem da disciplina de Matemática, assim como instrumento de análise da SD aplicada. Este exame foi construído com as questões originais do ENEM, as quais serviram de base para as situações-problema propostas anteriormente. A média de notas para aprovação de um aluno na instituição em que foi realizada a experiência é de 6 (seis) pontos. Na prova aplicada na experiência realizada, cerca de 21% dos alunos obtiveram notas inferiores a 6 (seis), e os demais 79% alcançaram notas maiores ou iguais a média para aprovação.

Como última questão desta mesma prova, foi solicitado aos alunos que respondessem as seguintes perguntas: Considerando os conteúdos estudados na atividade integrada entre as disciplinas de Matemática e Zootecnia no setor de avicultura, quais são as práticas de manejo e/ou características de determinado sistema de produção que priorizem o Bem-estar dos animais? Na sua opinião, qual a importância do Bem-estar animal nas criações de animais?

Figura 3 - questão adaptada do Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM).

Questão- No mesmo experimento que realizamos no setor de avicultura, foi testada uma alternativa mais branda para muda forçada em criações de galinhas soltas em galinheiro. Os gráficos a seguir, demonstram os dados observados nesse sistema de criação para os dois tratamentos:



Esperava-se que a quantidade de ovos produzidos nos dois tratamentos, se igualaria após 40 dias de experimento. Apesar de a diferença ter sido pequena, isso não ocorreu.

Para que a hipótese tivesse sido comprovada, o denominador do coeficiente angular da reta que representa os dados das aves que receberam ração padrão deveria ser:

- menor em 2 unidades.
- menor em 4 unidades.
- maior em 2 unidades.
- maior em 4 unidades.
- maior em 8 unidades.

Fonte: autores.

Em todas as respostas produzidas pelos alunos, os mesmos identificaram os manejos do sistema de criação que mais contribui com o Bem-estar das galinhas (criadas soltas em galinheiro com acesso a piquete externo) e/ou descreveram as práticas ou características do sistema. É possível verificar também, na maioria das respostas, a compreensão dos estudantes sobre a importância do Bem-estar animal para na qualidade de vida das aves, propiciando às mesmas um ambiente menos estressante, e em que possam expressar ao máximo seus comportamentos naturais. Em todas as respostas, os alunos atribuíram a esses fatores outra importância do Bem-estar animal nas criações de animais, no que consideram a produção e rentabilidade financeira, como pode-se observar nos excertos das respostas de dois alunos, apresentados a seguir:

Aluno 1 - Criadas em piso com acesso a piquete: sistema que prioriza bem-estar, as aves ficam livres e tem acesso externo podendo assim expressar seus comportamentos naturais.

Priorizar o bem-estar para que o animal não gere nenhum tipo de estresse que ocasiono o prejuízo da produção, e obviamente evitar o sofrimento dos animais.

Aluno 2 - Aves livres de gaiolas podendo expressar seu comportamento natural, onde as aves ficaram em box de piso com acesso a piquete e com ração normal, assim vimos que as aves sofreram menos ou nada de estresse, sendo assim a melhor opção para o bem-estar e para a produção.

Uma ave que está com o bem-estar bom é uma ave que no quesito produção irá produzir mais, assim é mais vantajoso para o produtor.

A SD construída e aplicada, possui um potencial singular para EI, pois possibilita o ensino de função afim e função quadrática, ao mesmo tempo que permite que se realize o estudo de conhecimentos da disciplina da formação profissional, no caso Zootecnia. Ao estudar função afim a partir dos dados da produção de ovos de galinhas em final de ciclo, assim como o estudo da função quadrática por meio dos dados da produção de ovos de galinhas submetidas ao processo de muda forçada, são possibilitadas não somente condições de aprendizagem de conceitos matemáticos, como também de conhecimentos zootécnicos.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nesse artigo, realizou-se uma interlocução teórica entre EI, Formação Integrada e Modelagem Matemática, e demonstrou-se a aplicação de uma SD construída para o EI das disciplinas de Matemática e Zootecnia de um Curso Técnico em Agropecuária Integrado ao Ensino Médio, com o intuito de verificar como a Modelagem Matemática pode contribuir para o EI e para Formação Integrada.

Demonstrou-se que as bases teóricas que fundamentam o EI para Formação Integrada possuem aderência as ideias da Modelagem Matemática para o ensino. Isso se evidencia, ao se observar que a Modelagem Matemática permite na Formação Integrada em Cursos Técnicos Integrados ao Ensino Médio, buscar temas e estudar situações-problema dentro das áreas e das atividades práticas relacionadas a formação profissional. Realizar a Modelagem a partir dessas fontes pode propiciar aos alunos a reflexão sobre o mundo do trabalho, em especial da área do curso em questão, na medida em que podem ser abordados aspectos históricos, sociais e culturais deste trabalho, fomentando a crítica e significação da realidade.

Realizar a Modelagem partindo por exemplo das atividades práticas de um Curso Técnico Integrado ao Ensino Médio, passa longe da ideia de aprender trabalhando ou trabalhar aprendendo, pelo contrário, pode permitir que desenvolvam características corpóreas materiais dos alunos, assim como se desenvolvem intelectualmente, na aprendizagem dos conhecimentos científicos, dos fundamentos da técnica, em uma formação politécnica. A Modelagem Matemática para o EI, pode contribuir para o desenvolvimento cultural, educacional, psicossocial, afetivo, estético e lúdico dos alunos, que junto com o desenvolvimento corpóreo material e intelectual completam a formação omnilateral.

A Modelagem (Modelagem Matemática no ensino) no EI, por meio da pesquisa e tendo o trabalho como tema, contemplando mais de uma área do conhecimento pode contribuir para superação da divisão entre trabalho manual e intelectual, na medida que os alunos se apropriam dos conhecimentos relacionados ao que justifica as práticas profissionais, ao passo que se desenvolvem como cidadãos para integrar uma sociedade mais justa e equalitária.

Considera-se que a aplicação da SD propiciou um salto qualitativo na formação dos estudantes, no sentido positivo, pois vai ao encontro de uma formação politécnica, considerando que a atividade integrada por meio da Modelagem Matemática para o ensino, possibilita que os alunos aprendam, pelo menos em parte, os fundamentos científicos da prática profissional. Tais fundamentos, em específico das atividades desta SD produzida, são oriundos e se materializam em conceitos matemáticos, ao passo que estes permitem ao aluno aprender que a produção de ovos de galinhas em final de produção decresce linearmente, de maneira que os valores em períodos regulares de tempo produzem uma função afim definida em um intervalo determinado. Ou ainda, que a produção de ovos em processo de muda forçada decresce a um valor mínimo, e então volta a crescer, de maneira que o comportamento dos valores de produção se aproximam de uma forma quadrática, podendo ser obtida uma função que fundamenta o processo.

O potencial da SD também se amplia, ao trabalhar com o tema Bem-estar animal. Realizar a atividade de Modelagem Matemática a partir dessa problemática, é pertinente não somente pelo fato de que faz parte da ementa da disciplina de Zootecnia, como também se trata de um tema de extrema importância para formação de um profissional e de um cidadão consciente de valores éticos-políticos e de seus direitos e deveres para viver e atuar em sociedade. Não raro por exemplo, a ciência descobre que o surgimento de doenças foi em decorrência da degradação do meio ambiente ou de práticas condenáveis na produção de animais.

A SD tratada nesse artigo é um exemplo de como a Modelagem Matemática pode proporcionar que os alunos, nas atividades práticas de produção, aprendam os fundamentos da técnica, e desenvolvam consciência de temas de responsabilidade social na prática profissional, ao encontro da formação politécnica e omnilateral.

REFERÊNCIAS

BIEMBENGUT, M. S. **Modelagem matemática no ensino fundamental**. Blumenau: Edifurb, 2014.

BIEMBENGUT, M. S. 30 Anos de Modelagem Matemática na Educação Brasileira: das propostas primeiras às propostas atuais. **Alexandria**: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia, Florianópolis, v. 2, n. 2, p. 7-32, jul. 2009. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/alexandria/article/view/37939>. Acesso em: 26 jun. 2023.

BRASIL. Lei no 11.892, de 29 de dezembro de 2008. Institui a Rede Federal de Educação Profissional, Científica e Tecnológica, cria os Institutos Federais de Educação, Ciência e Tecnologia. **Diário Oficial da União**: Seção 1, de 30 de dezembro de 2008. Brasília, DF, 2008.

BROOM, D.M.; MOLENTO, C.F.M. Bem-Estar Animal: conceito e questões relacionadas-revisão. **Archives of Veterinary Science**, v. 9, n. 2, p. 1-11, 2004. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/veterinary/article/view/4057>. Acesso em: 26 jun. 2023.

CIAVATTA, M. F. **O trabalho docente e os caminhos do conhecimento**: a historicidade da Educação Profissional. Rio de Janeiro: Lamparina, 2015.

MAINGAIN, A.; DUFOUR, B. **Abordagens didáticas da Interdisciplinaridade**. 1. ed. Lisboa: Editora Instituto Piaget, 2008.

FAZENDA, I. C. A. (org.). **O que é interdisciplinaridade?** 2. ed. São Paulo: Cortez, 2008.

FAZENDA, I. C. A. **Integração e interdisciplinaridade no ensino brasileiro**: efetividade ou ideologia. Coleção Realidade Educacional. 6. ed. Ed. Loyola, SP. 2011.

FRIGOTTO, G. *et al.* O “estado da arte” das pesquisas sobre os IFs no Brasil: a produção discente da Pós-Graduação - de 2008 a 2014. In: FRIGOTTO, Gaudêncio (org.). **Institutos Federais de Educação, Ciência e Tecnologia: relação com o Ensino Médio integrado e o projeto societário de desenvolvimento**. Rio de Janeiro: UERJ; LPP, 2018. p. 83-148.

FRIGOTTO, G. Educação Omnilateral. In: CALDART, R. S.; PEREIRA, I. B.; ALENTEJANO, P. ; FRIGOTTO, G. (Orgs.) **Dicionário da Educação do Campo**. p. 267-274. São Paulo: Expressão Popular, 2012a.

FRIGOTTO, G. Educação Politécnica. In: CALDART, R. S.; PEREIRA, I. B.; ALENTEJANO, P. ; FRIGOTTO, G. (Orgs.) **Dicionário da Educação do Campo**. p. 267-274. Rio de Janeiro, São Paulo: Expressão Popular, 2012b.

FOUREZ, G. **Alfabetización científica y tecnológica**: acerca de las finalidades de la enseñanza de las ciencias. Buenos Aires: Ediciones Colihue, 1997.

JORDAN, R. A.; TAVARES, M. H. F. Análise de sistemas de iluminação em granjas de produção de ovos férteis. *In*: ENCONTRO DE ENERGIA NO MEIO RURAL, 3., 2003, Campinas. **Anais...** Disponível em: http://www.proceedings.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=MSC0000000022000000200051&lng=en&nrm=abn. Acesso em: 26 jun. 2023.

LARA, I. C. M. de. A constituição histórica de diferentes sujeitos matemáticos. **Acta Scientiae**. Canoas, v. 13, n. 2, p. 97-114, 2011. Disponível em: <http://www.periodicos.ulbra.br/index.php/acta/article/view/15>. Acesso em: 26 jun. 2023.

LARA, I. C. M.; BIEMBENGUT, M. S. Etnomatemática e Modelagem em Ciências e Matemática: possibilidades na formação dos professores. *In*: LARA, I. C. M.; ROCHA FILHO, J. B.; BORGES, R. M. R. (Org.). **Interdisciplinaridade e inovação na educação em ciências e matemática**. 1 ed. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2017, v. 1, p. 65-76.

LOLI, A.C.; MARTINS, M. A.; BURAK, D. A modelagem matemática na promoção do letramento estatístico no ensino médio. **Vidya**, Santa Maria, v. 43, n. 1, p. 99-112, jan./jun., 2023. Disponível em: <https://periodicos.ufn.edu.br/index.php/VIDYA/article/view/4322>. Acesso em: 26 jun. 2023.

MOLENTO C.F.M. Senciência animal. **Conselho Regional de Medicina Veterinária**, Curitiba, 19 mar. 2006. Disponível em: https://www.crmv-pr.org.br/artigosView/5_Senciencia-Animal.html. Acesso em: 26 jun. 2023.

MOURA, D. H. Educação básica e educação profissional e tecnológica: dualidade histórica e perspectivas de integração. *In*: **Anais...** 30ª Reunião Anual da ANPED. Caxambu/MG: ANPED, 2007. Disponível em: <http://30reuniao.anped.org.br/trabalhos/GT09-3317--Int.pdf>. Acesso em: 26 jun. 2023.

OLIVEIRA, J. LARA, I. C. M. A Pesquisa como princípio educativo em intervenções com a Modelagem Matemática na Educação Básica: análise de Teses e Dissertações por meio de uma Revisão Sistemática da Literatura. **Educação Matemática Pesquisa**, São Paulo, v. 24 n. 1, p. 319-351, 2022. Disponível em: <https://revistas.pucsp.br/index.php/emp/article/view/56518/39451>. Acesso em: 26 jun. 2023.

PACHECO, E. (Org.). **Perspectivas da Educação Profissional e Técnica de Nível Médio**. São Paulo: Fundação Santillana/Moderna, 2012.

PAVIANI, J. **Interdisciplinaridade**: conceitos e distinções. 2. ed. Caixas do Sul: Educs, 2008.

RAMOS, M. N. Possibilidades e desafios na organização do currículo integrado. *In*: FRIGOTTO, G.; CIAVATTA, M.; RAMOS, M.(Orgs.). **Ensino médio integrado**: concepções e contradições. São Paulo: Cortez, 2005, p 106127.

RAMOS, M.N. **História e política da educação profissional**. Curitiba: UFPR, 2014.

SÁ, L. C.; SOUZA, A. C. F. Integrando matemática e química em uma atividade sobre aquecimento e resfriamento de soluções com estudantes de um curso técnico. **Vidya**, Santa Maria, v. 43, n. 1, p. 21-39, jan./jun., 2023. Disponível em: <https://periodicos.ufn.edu.br/index.php/VIDYA/article/view/4229>. Acesso em: 26 jun. 2023.

SANTOMÉ, J. T. **Globalização e interdisciplinaridade**: o currículo integrado. Tradução: Cláudia Schilling. Porto Alegre: Ed. Artes Médicas Sul Ltda., 1998.

SAVIANI, D. **Sobre a concepção de politecnia**. Rio de Janeiro: Ministério da Saúde/Fiocruz, 1989.

SOBRINHO, S. C.; GARNICA, T. P. B. Chronos ou Kairós? qual é o “tempo” de formação nos Cursos Técnicos Integrados ao Ensino Médio nos Institutos Federais de Educação Ciência e Tecnologia- IFS?. **Revista Contexto & Educação**, Ijuí, v. 35, n. 112, p. 45-65, 2020.

SOBRINHO, S. C. Diretrizes institucionais e a perspectiva da integração curricular no IF Farroupilha. *In*: ARAUJO, A. C.; SILVA, C. N. N. (org.). **Ensino médio integrado no Brasil: fundamentos, práticas e desafios**. Brasília: ed. IFB, 2017, p. 106140. Disponível em: https://www.anped.org.br/sites/default/files/images/livro_completo_ensino_medio_integrado_-_13_10_2017.pdf. Acesso em: 26 jun. 2023.

SOUZA, K. M. R. *et al.* Métodos alternativos de restrição alimentar na muda forçada de poedeiras comerciais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 39, n. 2, pp. 356-362. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1516-35982010000200019>. Acesso em: 26 jun. 2023.

TEIXEIRA, R. S. C.; CARDOSO, W. M. Muda forçada na avicultura moderna. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**. 2011, Belo Horizonte, v.35, n.4, p. 444-455, out./dez. 2011. Disponível em: <http://www.cbra.org.br/pages/publicacoes/rbra/v35n4/pag444-455.pdf>. Acesso em: 26 de jun. 2023.

RECEBIDO EM: 27 jun. 2023

CONCLUÍDO EM: 09 out. 2023