

A Modelagem Matemática como potencial à sustentabilidade: indicativas de educadores matemáticos portugueses

Mathematical Modeling as a potential for sustainability: recommendations from Portuguese mathematics educators

Andrei Luís Berres Hartmann¹
Marcus Vinicius Maltempi²
António Manuel Dias Domingos³

Resumo: Neste texto, discutimos as possibilidades de promover a sustentabilidade por meio da Modelagem Matemática, conforme indicado por educadores matemáticos atuantes em Portugal. Baseamo-nos nas proposições da Agenda 2030 da Organização das Nações Unidas, que estabelece 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável a serem alcançados até 2030. Esses objetivos abrangem os aspectos sociais, econômicos e ambientais da sustentabilidade. Realizamos um estudo qualitativo entre janeiro e abril de 2024, entrevistando 10 professores-pesquisadores em Educação Matemática de seis instituições de ensino superior de Portugal. Os dados foram analisados a partir de técnicas da análise de conteúdo. Um dos resultados destacados foi a ênfase na Modelagem Matemática como uma ferramenta para promover a sustentabilidade, integrando-a aos conteúdos matemáticos.

Palavras-chave: Educação Matemática. Objetivos de Desenvolvimento Sustentável. Agenda 2030 da Organização das Nações Unidas. Educação para o Desenvolvimento Sustentável. Modelagem Matemática.

Abstract: In this text, we discuss the possibilities of promoting sustainability through Mathematical Modeling, as indicated by mathematics educators working in Portugal. We base our discussion on the propositions of the United Nations' 2030 Agenda, which outlines 17 Sustainable Development Goals to be achieved by 2030. These goals encompass sustainability from social, economic, and environmental perspectives. Through a qualitative study conducted between January and April 2024, we interviewed 10 mathematics education researchers and professors from six higher education institutions in Portugal. The data was analyzed using content analysis techniques. Among various findings, we observed an emphasis on Mathematical Modeling as a means to promote sustainability while integrating mathematical content.

Keywords: Mathematics Education. Sustainable Development Goals. United Nations 2030 Agenda. Education for Sustainable Development. Mathematical Modeling.

1 Considerações Iniciais

A partir da Comissão Mundial do Meio Ambiente e Desenvolvimento, criada em 1987, a expressão “desenvolvimento sustentável” ganhou destaque, principalmente com a ideia de que “o desenvolvimento sustentável é aquele que atende às necessidades do presente sem comprometer a capacidade das gerações futuras de atenderem às suas próprias necessidades” (Barbieri, 2022, p. 36). Com o aumento das discussões sobre essa questão, em 2012, foi realizada a conferência Rio+20, a qual culminou na elaboração do documento “O Futuro que

¹ Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” • Rio Claro, SP — Brasil • ✉ andrei.luis@unesp.br • ORCID <https://orcid.org/0000-0001-5240-7038>

² Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” • Rio Claro, SP — Brasil • ✉ marcus.maltempi@unesp.br • ORCID <https://orcid.org/0000-0001-5201-0348>

³ Universidade NOVA de Lisboa • Caparica — Portugal • ✉ amdd@fct.unl.pt • ORCID <https://orcid.org/0000-0002-5362-5691>

Queremos” que evidencia a visão do desenvolvimento sustentável em três esferas: econômica, social e ambiental.

No contexto atual, preocupada com essas questões, vigora a Agenda 2030 da Organização das Nações Unidas (ONU), firmada por 193 países, em setembro de 2015. Esse movimento difundiu o documento “Transformando Nosso Mundo: a Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável” (Agenda 2030, 2016), que sobreleva os 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (Figura 1) a serem atingidos até 2030, tendo como meta principal garantir um mundo sem pobreza.

Figura 1: Objetivos de Desenvolvimento Sustentável



Fonte: Agenda 2030 (2016, p. 20).

Esses 17 objetivos estão relacionados a pessoas – dimensão social (ODS 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 e 11); ao planeta – dimensão ambiental (ODS 12, 13, 14 e 15); à prosperidade – dimensão econômica (ODS 8, 9 e 10); e à paz e parceria – dimensão política e institucional (ODS 16 e 17) (Barbieri, 2022). Ademais, discussões sobre esses objetivos são ampliadas no guia “Educação para os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável - Objetivos de Aprendizagem” (Unesco, 2017, p. 01), que “identifica objetivos de aprendizagem indicativos e sugere temas e atividades de aprendizagem para cada ODS”. Entre os temas sugeridos, estão: a discussão sobre princípios da agricultura sustentável (ODS 2); os impactos da qualidade da água gerados pela poluição (ODS 6); e a geração de resíduos causada pelo consumo (ODS 12). Tais ODS estão rumo a uma Educação para o Desenvolvimento Sustentável. O referido guia, que destaca os objetivos de aprendizagem voltados à Educação Básica, compreende o conceito de Educação para o Desenvolvimento Sustentável como a que

visa a desenvolver competências que capacitem as pessoas a refletir sobre as próprias ações, tendo em conta seus impactos sociais, culturais, econômicos e ambientais atuais e futuros, a partir de uma perspectiva local e global. Indivíduos também devem ser empoderados para agir em situações complexas de forma sustentável, o que pode levá-los a adotar novas direções; assim como participar em processos sociopolíticos, movendo suas sociedades rumo ao desenvolvimento sustentável (Unesco, 2017, p. 07).

No contexto da Educação Matemática, temas associados aos ODS têm sido debatidos

por intermédio da Modelagem Matemática, especialmente pelas pesquisas que temos desenvolvido, embora sem mencionar explicitamente a Agenda 2030. Em Hartmann & Maltempi (2022), por exemplo, apresentamos resultados de uma experiência com a Modelagem Matemática com estudantes do Ensino Fundamental, na qual observamos a emergência de temas como agricultura e meio ambiente, em particular a produção de lixo e a decomposição dos materiais. Além disso, em Hartmann & Maltempi (2023), observamos que estudantes de uma escola do campo realizam um processo implícito de Modelagem Matemática ao discutirem sobre a agricultura. Esses estudos se relacionam com as proposições da Agenda 2030, como o ODS 2 – fome e agricultura sustentável e ODS 12, 13 e 15 – consumo e produção responsável, ação climática e vida terrestre.

Nesse contexto, a Modelagem Matemática pode ser compreendida como uma abordagem pedagógica para as aulas de Matemática que estimula indagações, reflexões e investigações sobre temáticas do interesse ou do cotidiano dos estudantes, permitindo-lhes produzir conhecimento (Souza, 2022). Entre as experiências e possibilidades que podem ser exploradas, destacamos o elo entre temas e áreas, como na Educação Ciência, Tecnologia, Engenharia e Matemática (STEM), abordada por Borssoi, Silva & Ferruzi (2021) que levantam possibilidades para debater diversos aspectos da Agenda 2030.

Complementarmente, podemos adotar as proposições de Barbosa (2009, p. 18) sobre a Modelagem Matemática no contexto da Educação Matemática. O autor assinala que as proposições devem ser um problema para os estudantes, com “referência no dia a dia, no mundo do trabalho ou em outras áreas científicas que não a Matemática”. Ademais, expõe três casos de Modelagem Matemática, ou seja, diferentes possibilidades para sua implementação nos ambientes escolares que se diferem pela proposição do problema e pela busca dos dados para sua solução. Por exemplo, no primeiro caso, o professor apresenta o problema e os dados necessários para sua resolução; no segundo, os alunos vão em busca das informações; e no terceiro, são os próprios alunos que escolhem o tema e formulam o problema. Apesar dessas diferentes possibilidades, estudos apontam dificuldades e desafios enfrentados por professores para implementar a Modelagem Matemática nas salas de aula, evidenciando que essa abordagem pedagógica não tem sido efetivamente incorporada na Educação Básica brasileira (Malheiros & Forner, 2018; Mutti & Klüber, 2018).

Com o intuito de estabelecer e ampliar explicitamente as relações dos ODS e da Educação Matemática, propusemos a realização de um estágio⁴ “sanduíche” de doutorado, tendo em vista a realização de uma tese em que buscamos desenvolver compreensões sobre aspectos da Educação Matemática nos 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável da Agenda 2030 da ONU, a partir de um estudo em uma escola do campo localizada no noroeste do estado do Rio Grande do Sul/Brasil. O referido estágio doutoral, é guiado pela seguinte questão: quais relações podem ser estabelecidas entre perspectivas teóricas e práticas no contexto da Educação Matemática e os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável da ONU?

Considerando as ações realizadas nesse estágio e com base nos resultados prévios dos estudos e pesquisas conduzidas em Portugal, nosso objetivo é discutir possibilidades de promoção e relação da sustentabilidade por meio da Modelagem Matemática, conforme indicado por educadores matemáticos de Portugal. Este objetivo está diretamente relacionado ao IX Seminário Internacional de Pesquisa em Educação Matemática, já que visamos discutir a Educação Matemática para a sustentabilidade, um tema que exige responsabilidade social dos diversos setores da sociedade.

⁴ Realizado na Universidade NOVA de Lisboa, Caparica, Portugal, sob a supervisão do terceiro autor.

Na sequência, dedicamos atenção às considerações metodológicas, à apresentação e discussão dos dados, às considerações finais, aos agradecimentos e às referências.

2 Considerações Metodológicas

No intuito de ampliarmos os estudos sobre os ODS no contexto da Educação Matemática e conhecer práticas e perspectivas relacionadas a esses objetivos, realizamos entrevistas semiestruturadas (Fiorentini & Lorenzato, 2006) com professores-pesquisadores de instituições de ensino superior em Portugal, seguindo uma abordagem qualitativa de pesquisa. As entrevistas foram guiadas por um roteiro prévio e abordaram oito temas principais: i) formação; ii) trabalho; iii) projetos e linhas de pesquisa; iv) sustentabilidade; v) ODS; vi) matemática; vii) parcerias; e, viii) indicação de outros projetos e pesquisadores.

Inicialmente, convidamos alguns dos pesquisadores mais conhecidos em Portugal, que atuam como editores de revistas científicas portuguesas e foram indicados por colegas de pesquisa e pelo supervisor do estágio doutoral. Posteriormente, durante as entrevistas, especialmente ao abordar o oitavo tema, surgiram novos nomes indicados pelos próprios entrevistados, resultando em convites a outros docentes para participarem da investigação. Com isso, totalizamos 10 entrevistados, conforme ilustrado no Quadro 1.

Quadro 1: Síntese das entrevistas realizadas

Professor	Data	Tempo	Instituição
P1	16 de janeiro de 2024	30min 26s	Universidade de Lisboa
P2	23 de janeiro de 2024	26min 29s	Universidade NOVA de Lisboa
P3	26 de janeiro de 2024	1h 08min 56s	Universidade NOVA de Lisboa
P4	30 de janeiro de 2024	41min 19s	Universidade de Lisboa
P5	07 de fevereiro de 2024	1h 08min 56s	Universidade Lusófona
P6	12 de fevereiro de 2024	49min 23s	Universidade do Algarve
P7	16 de fevereiro de 2024	52min 29s	Escola Superior de Educação de Lisboa
P8	01 de março de 2024	35min 27s	Escola Superior de Educação de Coimbra
P9	22 de março de 2024	1h 01min 26s	Universidade de Lisboa
P10	10 de abril de 2024	48min 17s	Universidade de Lisboa

Fonte: Sintetizado pelos autores, a partir dos dados da pesquisa.

Após a finalização das entrevistas, iniciamos a análise dos dados utilizando a análise de conteúdo (Bardin, 2016), que se desenvolve em três fases principais: pré-análise, exploração do material, e tratamento dos resultados e inferências. Na pré-análise, começamos pelo contato inicial com os dados, transcrevendo as entrevistas com auxílio do software Good Tape⁵. Na fase de exploração do material, realizamos uma leitura atenta sobre as entrevistas textualizadas, identificando as unidades de contexto (excertos dos dados) e as unidades de registro (temas relacionados às unidades de contexto para fins de categorização).

Finalmente, na etapa de tratamento dos resultados e inferências, procedemos à categorização por meio da agregação/convergência das unidades de registro. Nesse processo, identificamos que uma das categorias se relaciona com as interações entre sustentabilidade e Modelagem Matemática – tema que discutimos neste texto. Na próxima seção, aprofundaremos o tratamento dos resultados e inferências por meio da interpretação dos dados.

⁵ Disponível em: <https://goodtape.io/>.

3 Apresentação e Discussão dos Dados

O roteiro das entrevistas semiestruturadas, em um primeiro momento, permitiu-nos conhecer a trajetória pessoal e profissional dos professores-pesquisadores participantes de nossa investigação. Posteriormente, buscamos interrogá-los sobre suas perspectivas pessoais, práticas e conhecimentos acerca da sustentabilidade e dos ODS. Mais precisamente, na sexta pergunta, questionamos sobre as possibilidades e potencialidades da Matemática, ou de conceitos e conteúdos matemáticos, para promover e estabelecer relações com os propósitos da Agenda 2030. Foi nesse momento que surgiram as primeiras menções à Modelagem Matemática, como as realizadas pelo participante P8:

Em muitas destas questões, nós temos os números, temos funções, temos *modelos matemáticos* que nos ajudam a fazer previsões, a médio e a longo prazo, e a perceber, muitas vezes, o efeito de uma determinada medida ou de uma determinada alteração a curto, médio e a longo prazo. Eu dou, muitas vezes, o exemplo aos meus alunos, por exemplo, quando, na altura da pandemia, nós tínhamos constantemente a comunicação social a mostrar-nos o efeito. E, portanto, por trás dos *modelos* que eram utilizados, estava, naturalmente, a matemática e a *modulação matemática*⁶ que nos permitiam perceber, se os números continuassem como estavam, o que é que iria acontecer. E, portanto, a importância de, em cada momento, tomar uma determinada medida e o efeito que essa medida ia ter. E, portanto, tal como acontece para essa área, a área dos dados é fundamental. Portanto, são, digamos que, os números, os conhecimentos, todas as relações a partir dos dados que temos, que nos permitem construir *modelos matemáticos*, que nos ajudam a ter a percepção, o efeito das diferentes medidas, ou das diferentes decisões, para o mundo (Entrevista P8, grifos nossos).

Para P8, diversas situações da realidade associadas aos ODS envolvem modelos matemáticos que podem ser observados em processos de Modelagem Matemática. Tal perspectiva está alinhada com aquelas que entendem a Modelagem Matemática como um processo que resulta em um modelo, conforme exposto por Bassanezi (2006). P8 destaca a possibilidade dessa tendência pedagógica na interpretação de dados numéricos, o que pode auxiliar na tomada de decisões relacionadas a questões sociais. Essas ideias são ampliadas pelas respostas obtidas na mesma pergunta nas entrevistas realizadas com P6 e P7, com P7 referindo-se aos “modelos” de maneira semelhante a P8:

Portanto, para algumas áreas disciplinares, a ligação com alguns dos objetivos de desenvolvimento sustentável poderão ser bastante mais imediatas. No caso da matemática, poderão não ser tão imediatas, mas, e agora saio do universo de onde eu, digamos assim, comecei a falar, porque achei que essa nota podia ser interessante, e agora pensando na educação matemática de uma forma geral e pensando na educação matemática desde a educação básica ao ensino médio e por aí adiante, é óbvio que a matemática tem inúmeras oportunidades para, digamos, trabalhar no sentido de promover vários daqueles objetivos de desenvolvimento sustentável. Eu, em particular, vejo com muita, digamos, vejo com muita evidência a possibilidade de usar a matemática em contextos de *modelagem matemática*, onde a questão da cidadania e a questão da matemática crítica, como você falou, são extremamente importantes e podem perfeitamente alinhar-se com objetivos de desenvolvimento sustentável (Entrevista P6, grifos nossos).

Mas, pronto, voltando àquilo que eu estava a dizer, ..., os conceitos matemáticos, a matemática ser vista como algo que não é neutro da sociedade em que estamos e que

⁶ Em Portugal, a Modelagem Matemática é chamada de Modulação ou Modelação Matemática.

pode ser de facto um instrumento ao serviço da cidadania do ponto de vista de termos uma consciência e um papel e uma voz e uma tomada de decisão nas várias esferas da ação. Portanto, a matemática não é uma casinha ali separada. Embora seja uma ciência abstrata, tem que estar necessariamente ligada às várias questões da sociedade. Portanto, ..., pode permitir discutir qualquer *modelo* que exista na sociedade, o *modelo do IRS*⁷, seja o que for, não é? Mas, claro que também pode estar presente nestas questões mais de natureza ambiental e, portanto, aqui mais ligada aos objetos, às coisas que estão sendo apresentadas (Entrevista P7, grifos nossos).

Ambos os professores compreendem a Modelagem Matemática associada aos ODS como um processo de formação para a cidadania. Nessa compreensão, destacam a importância da realização de reflexões pautadas na Educação Matemática Crítica (P6) e a indissociabilidade da Matemática de outras áreas e do compromisso social (P7). Nesse sentido, podemos referenciar as possibilidades de conexões com a matemática e a matemática em ação (Skovsmose, 2008; 2014).

A matemática se relaciona com práticas de marginalização, consumo, operação e construção, podendo contemplar ações para criticar os bens e males da sociedade de consumo, uma vez que a “educação matemática ocupa-se também da preparação para o consumo, e podemos refletir sobre a responde-habilidade⁸ social nesse caso” (Skovsmose, 2014, p. 110). Tais questões se relacionam à experiência relatada por Hartmann & Maltempi (2022), quando um grupo de estudantes investigou, via Modelagem Matemática, o lixo na sociedade e o tempo de decomposição dos materiais descartados. Essa investigação pode ser conectada aos ODS 12, 13 e 15, por exemplo.

Os professores P6 e P7 também salientam a relação e a importância da Modelagem Matemática para questões sociais, quando podemos associar a matemática em ação, conforme destacado por Skovsmose (2008) com os papéis sociais da Matemática. Esse conceito pode ser compreendido como “todas as coisas que podem ser feitas tendo por base a matemática. Tais ações devem ser objeto de reflexão como quaisquer outras” (Skovsmose, 2008, p. 13). Assim, de acordo com as ideias do teórico, a matemática em ação está associada a procedimentos econômicos e à tomada de decisão, como o modelo do imposto de renda (IRS) mencionado por P7.

A partir da apresentação desse modelo pelo referido professor, baseado no segundo caso de Modelagem Matemática de Barbosa (2009), os estudantes podem ser convidados a buscar e interpretar dados com perguntas como: a quem pesa mais o pagamento do imposto de renda e que desigualdades isso provoca (ODS 10)? Os valores recebidos pelo governo, com o pagamento do imposto de renda, são investidos em saúde e educação de que forma (ODS 3 e 4)? Tais questões ampliam as possibilidades de investigação dos ODS via Modelagem Matemática, como na atividade realizada por Rangel & Hartmann (2021), que investigaram, por meio dessa abordagem pedagógica, as relações entre a sonegação de impostos e o saneamento básico, abordando temas dos ODS 6, 8 e 12.

Nesse sentido, podemos nos questionar sobre quais ações pedagógicas podem ser feitas, por meio da Modelagem Matemática, para promover a consciência sobre a sustentabilidade e os ODS. Entre os professores entrevistados, P7 e P10 relataram atividades desenvolvidas nos cursos de formação de professores que utilizam a Modelagem Matemática, conforme segue:

⁷ Imposto sobre o Rendimento das Pessoas Singulares (IRS) em Portugal, semelhante ao imposto de renda brasileiro.

⁸ Skovsmose (2014) nos sugere compreender a responsabilidade como responde-habilidade, em que a matemática é composta pela capacidade de reagir e das respostas, além de reconhecer que o mundo pode sofrer mudanças.

Portanto, devo dizer que essa perspectiva mais interventiva é muito uma perspectiva que nós incentivamos nos nossos futuros professores, nomeadamente nesta UC⁹, em que após a *identificação dos problemas* eles proponham soluções, às vezes são soluções e de certa forma que façam também esse apelo aos meninos dos primeiros anos, primeiro ciclo, segundo ciclo, é para me lembrar, de soluções que as crianças muitas vezes apontam, sugerem e que de facto são simples e podem reduzir de facto o problema ambiental, sei lá, por exemplo, com a questão do problema de níveis muito elevados, do nível sonoro. Portanto, *uma das soluções* que eles dizem é revestir as paredes de maneira a não existir tanto o reflexo do som e, portanto, isso pode ser uma forma de minimizar esse problema (Entrevista P7, grifos nossos).

E, portanto, esse projeto pretende, no fundo, desenvolver *tarefas de modulação* que levam atrelados, agarrados, esses objetivos e de forma explícita, portanto, tornam-nos visíveis para os alunos. E, portanto, eu fiz algumas tarefas com os meus futuros professores, com os meus alunos que são futuros professores, por exemplo, ligadas com questões de... de saúde, uma tarefa tinha a ver com... portanto, eu não falei das questões da agenda sustentável, mas a saúde pública é uma questão bem patente, assegurar a longevidade, e a tarefa pretendia que os alunos estimulassem a aterosclerose. A aterosclerose é uma doença onde a gordura se acumula nas veias, à medida que envelhecemos, e, portanto, à medida que se vai acumulando, a secção disponível para o sangue passar reduz-se e, portanto, o que eles tinham que estudar era como é que variava essa... a espessura, no fundo, da artéria e o fluxo de sangue que passava. Eles fizeram uma experiência, foi experimental, trouxe-lhes equipamentos, eles tiveram a obstruir secções e a ver que quantidade de líquido é que passava, e depois, recolheram dados, puseram no computador, lá está a tecnologia, *modelaram*, encontraram um *modelo matemático* e depois discutimos qual seria o melhor modelo matemático, foi um trabalho muito interessante. Eu penso que eles ficaram sensibilizados para essa questão dessa doença em particular, não é? Mas, não discuti com eles nada relativo aos objetivos da agenda sustentável, nem nada relativo a sensibilizar os alunos deles, os futuros alunos deles, para isso, para esses problemas. E eu penso que aí é que está a questão (Entrevista P10, grifos nossos).

O exemplo apresentado por P7 ilustra uma prática de Modelagem Matemática realizada em uma unidade curricular no curso de formação de professores em Portugal. Isso demonstra a preocupação de P7 com a tendência pedagógica voltada para a Educação Básica (quando menciona o primeiro e segundo ciclo). Essa exemplificação associa-se ao segundo caso de Modelagem Matemática discutido por Barbosa (2009), pois o professor indica que um problema é proposto e os estudantes buscam soluções para ele. Se considerarmos as relações com a Agenda 2030, embora esta não mencione explicitamente discussões sobre a geração de ruídos sonoros, os tópicos sugeridos pela Unesco (2017) ressaltam a pertinência de problematizar a geração e a gestão de resíduos (um deles poderia ser o sonoro) nos ODS 11 e 12.

P10 também dá ênfase às tarefas de Modelagem Matemática que exploraram questões de saúde pública (ODS 3) realizadas com futuros professores. Nessas atividades, os estudantes recolheram dados e utilizaram recursos tecnológicos para analisar o problema proposto, desenvolvendo relações entre Matemática e Tecnologia. Isso pode ser relacionado à discussão da Educação STEM abordada por Borssoi, Silva & Ferruzi (2021).

Essas questões oferecem possibilidades para suscitar discussões sobre a sustentabilidade e a Agenda 2030 na formação de professores, permitindo-lhes construir conhecimentos sobre a Modelagem Matemática e o trabalho com essa abordagem pedagógica. Esse caminho pode ajudar a superar as dificuldades dos docentes no trabalho com a Modelagem Matemática, além de permitir sua integração efetiva na Educação Básica, conforme discutido por Malheiros &

⁹ Unidade curricular.

Forner (2018) e Mutti & Klüber (2018).

Além dos exemplos em ambientes universitários de formação de professores, destacados por P7 e P10, os professores entrevistados revelaram associações da Modelagem Matemática com os ODS no âmbito da pesquisa em Educação Matemática. Isso se tornou evidente quando os questionamos sobre parcerias realizadas atualmente em projetos ou se tinham conhecimento de projetos e de pesquisadores em Educação Matemática relacionados à sustentabilidade (temas vii e viii das entrevistas). Assim, ressaltamos a fala de P10:

E eu tenho tido a oportunidade de as analisar ou de estudar, nomeadamente a propósito de questões, questões relacionadas com a investigação, mas esta preocupação surgiu-me o ano passado, quando eu participei no CERME, que é o Congresso da Comunidade Europeia de Investigação e Educação Matemática, e participei num grupo de modelação, modelagem é muito forte no Brasil, e participei nesse grupo pela primeira vez. E para mim foi maravilhoso participar nesse grupo, porque percebi que há uma quantidade de investigadores em diferentes localizações do mundo, a trabalhar questões da sustentabilidade a partir da *modelação matemática*, e eu fiquei fascinada com essa área, com essas possibilidades de mobilizar conhecimento nos alunos, ou pelo menos a percepção dos desafios sociais ligados com a sustentabilidade das suas regiões, através da disciplina de matemática. (...). Tinha consciência de que a educação era um dos objetivos da Agenda Sustentável, educação, inclusão, equidade entre rapazes e raparigas, a questão de gênero dentro das questões de educação, que as áreas de sistema, em particular a matemática, são... há uma clivagem grande, portanto, eu tinha consciência disso. Acho que na participação nesse grupo fiquei com uma consciência muito melhor do poder, da *modulação* e da matemática, para sensibilizar para outros aspectos, variadíssimos aspectos da Agenda Sustentável, para os quais eu não estava atenta ou desperta. Foi muito interessante (Entrevista P10, grifos nossos).

O exposto por P10 indica práticas, pesquisas e discussões sobre sustentabilidade a partir da Modelagem Matemática no Congresso da Sociedade Europeia de Investigação em Educação Matemática (CERME), enfatizando o potencial dessas atividades para que os estudantes reflitam sobre os “desafios sociais” de seus contextos. Embora as ideias expostas na Agenda 2030 possam parecer uma utopia (Silveira, 2020), a reflexão social sobre sustentabilidade pode ser fomentada pela Modelagem Matemática. Conforme indicado por P10, isso representa um caminho necessário para ponderarmos sobre os desafios do “aqui e agora”, junto de nossos próximos e pares.

Ademais, o excerto do depoimento deste entrevistado evidencia o potencial dos eventos de nossa área de investigação para proporcionar uma ampliação das ideias dos ODS aos professores-pesquisadores em Educação Matemática. Além do que foi mencionado por P10, P8 indicou a construção de um projeto futuro que relacione a Modelagem Matemática e os ODS em diferentes países europeus, conforme segue:

Na Europa, eu acho que há mais, digamos, mais trabalhos sendo pensados, iniciados. Provavelmente não há muita coisa já desenvolvida, mas algumas coisas a serem planejadas e preparadas e pensadas. Posso lhe dar outro exemplo do meu conhecimento pessoal. Tenho neste momento uma candidatura, estou a participar de uma candidatura de um projeto Erasmus, coordenada também pela Alemanha e é em torno da *modelagem* e dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável. Aqui é claro que é este o grande foco do projeto. Isto é um projeto ainda em elaboração, é uma candidatura, se for aceite, irá ser um projeto Erasmus, daqueles projetos europeus de mobilidade. Mas que tem uma componente de pesquisa e essa componente de pesquisa está associada a uso da tecnologia, *modelagem matemática* e os Objetivos

de Desenvolvimento Sustentável. Nessa candidatura estão a participar vários países. A Alemanha é o país que está a liderar, digamos, o processo, mas depois também está Portugal, Espanha, Grécia, Dinamarca (Entrevista P8, grifos nossos).

Este último excerto que resgatamos demonstra que existem preocupações na comunidade da Educação Matemática europeia voltadas para a Agenda 2030 e que relacionadas à Modelagem Matemática. Esse fator reforça o exemplo apresentado por P10 nas discussões realizadas no CERME, mostrando que parcerias têm sido realizadas para a implementação dos objetivos da ONU (ODS 17). Isso nos deixa o desafio de buscar concretizar essas parcerias no âmbito brasileiro.

Ao observar essas iniciativas e discussões, é evidente que a Modelagem Matemática pode ser uma ferramenta poderosa para abordar e integrar os ODS na Educação Matemática. Os principais resultados, aqui obtidos a partir dos depoimentos professores entrevistados, indicam que: i) a Modelagem Matemática é propícia à análise de modelos e situações-problemas reais; ii) a Modelagem pode influenciar a tomada de decisão que envolve fatores sociais com vistas a uma formação para a cidadania; iii) práticas em cursos de formação de professores que relacionem a Modelagem Matemática com a sustentabilidade e os ODS são explorados indiretamente; iv) existem parcerias europeias que visam promover e discutir a sustentabilidade a partir da Modelagem Matemática. Assim, cabe a nós, educadores e pesquisadores brasileiros, explorar essas possibilidades e promover a colaboração internacional para fortalecer a educação voltada à sustentabilidade e aos objetivos da Agenda 2030.

4 Considerações Finais

Neste texto, discutimos possibilidades de promoção e de relação da sustentabilidade por meio da Modelagem Matemática, indicadas por educadores matemáticos de Portugal. Para isso, consideramos 10 entrevistas semiestruturadas realizadas com professores-pesquisadores em Educação Matemática que atuam em Portugal.

As menções à Modelagem Matemática realizadas pelos entrevistados emergiram naturalmente das entrevistas, sobretudo em dois momentos: quando perguntados sobre as possibilidades e relações de conduzir discussões voltadas à sustentabilidade e aos ODS por meio da Matemática; e quando interrogados sobre parcerias realizadas, projetos desenvolvidos ou conhecidos que discutem aspectos da sustentabilidade no contexto da Educação Matemática.

Os dados, aqui discutidos, revelam o potencial da Modelagem Matemática em promover um elo dos conteúdos matemáticos com outros temas e áreas do conhecimento, consequentemente relacionando a Matemática com temáticas da Agenda 2030. Os professores entrevistados indicam que a Modelagem Matemática é capaz de permitir uma interpretação dos números, relacionando-os com modelos e problemáticas sociais. Os exemplos, discussões e relações estabelecidas pelos entrevistados revelam uma ampla visão de sustentabilidade, que se relaciona a aspectos econômicos, sociais e ambientais, conforme defendido pela Agenda 2030 (2016).

Assim, ao “pensar a Educação Matemática pela pesquisa frente aos desafios do cotidiano escolar e responsabilidade social”, compreendemos que o trabalho com a Modelagem Matemática é capaz de suscitar uma consciência frente às problemáticas atuais, aqui representadas pelos ODS, formando os estudantes para a cidadania. Em outras palavras, essa abordagem pedagógica estimula os estudantes a refletirem sobre aspectos de seus cotidianos e a produzirem conhecimento a partir das ações e indagações realizadas (Souza, 2022). Sobretudo, conforme os dados revelam, pelo potencial da Modelagem Matemática de

proporcionar uma problematização crítica sobre a responde-habilidade social e os papéis sociais da Matemática na sociedade contemporânea (Skovsmose, 2008; 2014).

Portanto, enquanto comunidade do grupo de trabalho em Modelagem Matemática da Sociedade Brasileira de Educação Matemática (GT 10 da SBEM), indicamos a possibilidade e o desafio de promovermos práticas e pesquisas, via Modelagem Matemática, que discutam a sustentabilidade e promovam reflexão sobre seus três aspectos: social, econômico e ambiental. Novos estudos podem ser realizados, com pesquisadores brasileiros, por exemplo, e análises de práticas que articulem explicitamente os ODS com a Modelagem Matemática. Isso se inscreve como exequível porque convidamos à reflexão sobre o papel maior da Modelagem em Educação, indo muito além da Modelagem em Educação Matemática propriamente dita, favorecendo um trabalho transdisciplinar. Desse modo, como palavras finais, registramos: que caminhemos rumo a uma “Educação para o Desenvolvimento Sustentável” e a formação de uma sociedade preocupada com o presente e o futuro, rompendo as barreiras de desigualdade social, econômica e ambiental ainda existentes.

Agradecimentos

Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) – processos 2021/11937-0 e 2023/02251-2.

Referências

- Agenda 2030. (2016). *Transformando nosso mundo: a agenda 2030 para o desenvolvimento sustentável*. Ministério do Desenvolvimento e Assistência Social, Família e Combate à Fome. Traduzido do inglês pelo Centro de Informação das Nações Unidas para o Brasil (UNIC Rio) e revisado pela Coordenadoria-Geral de Desenvolvimento Sustentável (CGDES) do Ministério das Relações Exteriores do Brasil. Última edição em 11 de fevereiro de 2016.
- Barbieri, J. C. (2022). *Desenvolvimento sustentável: das origens à Agenda 2030*. Petrópolis: Vozes, 2020. 5 reimpressão.
- Barbosa, J. C. (2009). Integrando Modelagem Matemática nas práticas pedagógicas. *Educação Matemática em Revista*, São Paulo, v. 14, n. 26, p. 17-25, mar.
- Bardin, L. (2016). *Análise de conteúdo*. Trad. Luís Antero Reto. 3a reimp. 1a ed. São Paulo: Edições 70.
- Bassanezi, R. C. (2006). *Ensino-aprendizagem com modelagem matemática: uma nova estratégia*. (3 ed.) São Paulo: Contexto.
- Borssoi, A. H., Silva, K. A. P. & Ferruzzi, E. C. (2021). Modelagem matemática e educação STEM no ensino superior. In: Seminário Internacional de Pesquisa em Educação Matemática. *Anais do XIII SIPEM...*Uberlândia (MG).
- Fiorentini, D. & Lorenzato, S. (2006). *Investigação em educação matemática: percursos teóricos e metodológicos*. Campinas, SP: Autores Associados.
- Hartmann, A. L. B. & Maltempi, M. V. (2022). Modelagem Matemática na Escola Pública: experiências no 7º ano do Ensino Fundamental. In: XIV Encontro Nacional de Educação Matemática. *Anais do XIV ENEM...* 2022, On-line.
- Hartmann, A. L. B. & Maltempi, M. V. (2023). Modelagem Matemática em projetos profissionais de vida de estudantes do campo: resultados iniciais. In: Conferência Nacional sobre Modelagem na Educação Matemática. *Anais da XII CNMEM...* Porto Alegre, RS.

- Malheiros, A. P. S. & Forner, R. (2018). O que dizem as CNMEM's sobre as atividades de modelagem na educação básica? In: VII Seminário Internacional de Pesquisa em Educação Matemática. *Anais do VII SIPEM...* Foz do Iguaçu, Paraná, Brasil.
- Mutti, G. S. L. & Klüber, T. E. (2018). Práticas pedagógicas de professores da educação básica num contexto de formação continuada em modelagem matemática na educação matemática. In: VII Seminário Internacional de Pesquisa em Educação Matemática. *Anais do VII SIPEM...* Foz do Iguaçu, Paraná, Brasil.
- Rangel, A. C. F. & Hartmann, A. L. B. (2021). Modelagem matemática, saneamento básico e sonegação de impostos: um relato de experiência de uma atividade didática na formação continuada de professores de Matemática. In: XIV Encontro Gaúcho de Educação Matemática, Pelotas. *Anais*, 2021.
- Silveira, C. A. (2020). Sustentabilidade e consumo: uma utopia? In: Sartori, M. A., Tavares, S. M. N. & Pinato, T. B. (Orgs.). *Objetivos de desenvolvimento sustentável: práticas para o alcance da agenda 2030*. Primeira parte. São Bernardo do Campo: Universidade Metodista de São Paulo.
- Skovsmose, O. (2008). *Desafios da reflexão em educação matemática crítica*. Campinas/SP: Papirus.
- Skovsmose, O. (2014). *Um convite à Educação Matemática Crítica*. Campinas: Papirus.
- Souza, L. B. (2022). *Modelagem Matemática: os olhares dos estudantes após o desenvolvimento de uma atividade*. 216f. Tese (Doutorado) – Universidade Estadual Paulista. Instituto de Geociências e Ciências Exatas.
- Unesco. (2017). *Educação para os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável – Objetivos de aprendizagem*. Publicado em 2017 pela Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura, 7, place de Fontenoy, 75352 Paris 07 SP, França, e Representação da Unesco no Brasil.