

Cenários para Investigação e Iniciação Científica: Possibilidades na Equação Civilizatória

Paula Andrea Grawieski Civiero ^a

Fátima Peres Zago de Oliveira ^a

^a Instituto Federal Catarinense. Rio do Sul, Santa Catarina, Brazil.

*Received for publication on 24 Jun. 2020. Accepted after review on 8 Sep. 2020
Designated editor: Claudia Lisete Oliveira Groenwald*

RESUMO

Contexto: Na sociedade atual se apresenta uma equação civilizatória, a qual compreende a complexa relação entre o técnico e o humano e, portanto, o estudo das variáveis contemporâneas nas aulas de matemática é fulcral para a interpretação dessa realidade. **Objetivos:** A Iniciação Científica (IC) se aproxima das preocupações da educação matemática crítica (EMC)? Essa aproximação contribui para o ensino de matemática crítico e reflexivo? **Design:** Apresenta-se, um cenário para investigação desenvolvido a partir da transposição didática reflexiva de um projeto de IC, bem como as reflexões propositivas construídas no processo. A abordagem metodológica foi a pesquisa-ação. **Ambiente e participantes:** O estudo foi realizado no Instituto Federal Catarinense - Brasil e envolveu alunos do 1º ano do Ensino Médio integrado ao Ensino Técnico. As turmas foram selecionadas por serem alunos da própria pesquisadora. **Coleta e análise dos dados:** A produção dos dados se deu por meio das anotações da professora-pesquisadora e pelas filmagens das aulas. A análise se deu comparando as ações/reações dos alunos com a teoria. **Resultados da pesquisa:** A IC transposta para cenários para investigação proporciona a investigação de temas contemporâneos que se aproximam da EMC, ao fomentar questionamentos, autonomia, tomada de decisões e interpretação crítica da realidade. **Conclusões:** Com este estudo foi possível perceber uma transformação nas aulas de matemática, de modo a evidenciar a criticidade e a compreensão da realidade. Evidencia-se que cenários para investigação são uma excelente estratégia para o ensino da matemática imbricada às questões tecnológicas e humanas que constituem a complexa equação civilizatória.

Palavras-chave: Cenários para investigação; Iniciação Científica no Ensino Médio; Equação Civilizatória; Educação Profissional e Tecnológica; Educação Matemática Crítica.

Landscapes of Investigation and Scientific Initiation: Possibilities in Civilizatory Equation

ABSTRACT

Background: Society today presents a civilizatory equation, which comprises the complex relationship between what is technical and what is human and, therefore, the study of contemporary

Autor correspondente: Paula Andrea Grawieski Civiero. E-mail: paula.civiero@ifc.edu.br

variables is central to the interpretation of this reality. **Objectives:** Answer the questions: Does Scientific Initiation (SI) approximate in the concerns of critical mathematics education (CME)? Does this approach contribute to critical and reflective mathematics teaching? **Design:** It presents a scenario for research developed from the didactic reflective transposition of a SI project, as well as the purposeful reflections built in the process. The methodological approach was action-research. **Setting and Participants:** The study was carried out at the Federal Institute Catarinense - Brazil and involved 1st-grade students of Technical Course Integrated to High School. The classes were selected because they were students of the researcher herself. **Data collection and analysis:** The data were produced through the notes of the teacher-researcher and the filming of the classes. The analysis was done by comparing the actions/reactions of the students with the theory. **Results:** The SI transposed into research scenarios provides the investigation of contemporary themes that are close to EMC, by encouraging questioning, autonomy, decision-making and critical interpretation of reality. **Conclusions:** With this study, we could perceive a transformation in the mathematics classes to evidence the criticality and understanding of reality. It is evident that landscape of investigation is an excellent strategy for the teaching of mathematics imbricated to the technological and human issues that constitute the complex civilizatory equation.

Keywords: Landscapes of Investigation; Scientific Initiation in High School; Civilizatory Equation; Professional and Technological Education; Critical Mathematics Education.

INTRODUÇÃO

Durante as últimas décadas, o desenvolvimento tecno-científico vem atingindo níveis impensados que, por sua vez, impulsiona um novo comportamento civilizatório¹. O qual evidencia a necessidade de consumo e do ter sobressaindo-se à necessidade do ser. É organizada uma sociedade suscetível aos comandos veiculados pelos que dominam os aparatos tecno-científicos que, por sua vez, são tratados como instrumento de poder, e não como veículo de desenvolvimento humano.

Sendo assim, uma equação civilizatória se apresenta - metáfora, utilizada por Bazzo (2019, p. 21), a qual poderia ser “uma panaceia para reunir as mais diferentes variáveis que surgem a todo instante em uma civilização que está vulnerável às mais aceleradas mutações em seu comportamento cotidiano”. E mais ainda, com as implicações que essas questões trazem à sociedade. Isto é, a premência de “proporcionar reflexões e alterações nas nossas formas de trabalhar o conhecimento em tempos tão sisudos dos problemas humanos”. (Bazzo, 2019, p. 20). Nessa equação temos em ambos os membros as variáveis contemporâneas, algumas mais técnicas e outras mais humanas, o que se almeja nessa equação é a imbricação entre as variáveis de modo que o resultado da equação seja, no mínimo, a garantia dos princípios da dignidade humana². As variáveis, sociais, econômicas e políticas atuais, são consideradas elementos essenciais para análise e interpretação da realidade. Por exemplo, as questões ambientais, o processo migratório, as desigualdades sociais, a crise híbrida, a bomba atômica, o aquecimento global, as guerras químicas, as

¹ Comportamento civilizatório – comportamento conforme a constituição da atual civilização e regido pelas transformações sociais, como um construto social. Esse entendimento está em consonância com Norbert Elias que, em *O Processo Civilizador* (1994) – publicação original em 1939 –, analisa os efeitos da formação do Estado Moderno sobre os costumes e a moral dos indivíduos.

² Conforme declaração Universal dos Direitos Humanos (1948).

guerras biológicas, as pandemias - como coronavírus, entre tantas outras variáveis que compõem a equação civilizatória.

Dentre as diversas interferências no processo civilizatório contemporâneo, de um lado, está a pesquisa, que tem se entrelaçado com o desenvolvimento da ciência, da tecnologia, da educação e, de outro, das habilidades humanas, como autonomia, criatividade, argumentação, e tomada de decisão, com aprofundamento de conhecimentos. Apesar de sua significativa importância no processo civilizatório, muitos pesquisadores investigam com questões eminentemente técnicas. Por outro lado, o conhecimento matemático está envolvido como parte do alicerce dessa sociedade, surgindo a necessidade de questionar seu posicionamento nessa laboriosa equação civilizatória (Civiero & Bazzo, 2020).

Entendemos que a matemática tem especial significado no processamento de conhecimento e, desse modo, opera no processo da globalização³. Isto é, interfere em vários aspectos que integram a sociedade. Admitimos que a globalização se refere a todos os aspectos da vida e que, dependendo de como é questionada e operacionalizada, pode ser ou não benéfica. Sendo assim, a globalização “tem a ver com a construção, codificação e distribuição de conhecimento que se transforma em mercadoria para a venda”. (Skovsmose, 2014, p. 130 – Tradução nossa).

Nesse meio, delegamos certo poder à educação matemática crítica (EMC) ao considerar que ela pode contribuir à formação crítica dos sujeitos, ao promover reflexões sobre esse processo. Bazzo (2019) pondera que vivenciamos uma equação civilizatória cujas variáveis precisam ser discutidas nas escolas. A propósito, Civiero (2016) evidencia que a educação matemática crítica (EMC), nos tempos atuais, é a abordagem mais desenvolvida para tratar das variáveis contemporâneas nas aulas de matemática.

A partir das compreensões expostas, defendemos a construção de cenários para investigação⁴ nas aulas de matemática, de modo a oportunizar aos alunos e professores a investigação de temas que possam provocar reflexões sobre questões contemporâneas. Identificamos como possibilidade para o desenvolvimento de cenários para investigação a Iniciação Científica (IC) curricularizada no Ensino Médio, no Instituto Federal Catarinense – *Campus* Rio do Sul/Brasil⁵. Este campus possui Cursos Técnicos Integrados ao Ensino Médio. Em 2001, o corpo docente, entendendo que a pesquisa deve estar presente em toda a trajetória educacional do ser humano, inseriu a Iniciação Científica no currículo desse nível de ensino para que todos os alunos pudessem acessá-la. A IC é um espaço de desenvolvimento e de mudança de perspectiva da atividade científica, que proporciona a iniciação à pesquisa, na Educação Básica e na Graduação. É um caminho para a

³ O termo globalização, neste estudo, não é empregado apenas como mera concepção de integração econômica, mas, seguindo a linha de Chesneaux (1995), também como um processo que envolve transformações nos significados de intensificação das comunicações, tempo-espaço, desterritorialização, integração mundial, modernidade técnica e reflexividade social.

⁴ For a characterization of Landscape of investigation, see Skovsmose (2001a).

⁵ Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia (IF) no Brasil, são instituições que atuam na oferta da educação profissional e tecnológica, em todos os seus níveis e modalidades, formando e qualificando cidadãos com vistas na atuação nos diversos setores da economia, com ênfase no desenvolvimento socioeconômico local, regional e nacional. Os IF estão presentes em todos os estados brasileiros, cobrindo, aproximadamente 80% das microrregiões do país. O Instituto Federal Catarinense (IFC) faz parte da rede federal e compreende 15 campi e a reitoria distribuídos no Estado de Santa Catarina. São instituições que garantem o ensino público, gratuito e de qualidade.

independência intelectual, para a criatividade, para a curiosidade, a autonomia e pode ser um meio de aguçar a consciência crítica que, segundo Freire (1974, p.15)

A consciência crítica é caracterizada pela profundidade na interpretação dos problemas; pela substituição de explicações mágicas por princípios causais; por procurar testar os achados e se dispor sempre a visões; pela tentativa de evitar distorções ao perceber os problemas e de evitar noções preconcebidas ao analisá-los; recusando-se a transferir a responsabilidade; rejeitando posições passivas; pela solidez da argumentação; pela prática do diálogo ao invés da polêmica; pela receptividade ao novo ou por razões para além da mera novidade e pelo bom senso – aceitando o que é válido tanto no velho como no novo. (Tradução nossa).

Com esses entendimentos, nesta pesquisa, pretendemos responder às questões: A Iniciação Científica (SI) se aproxima das preocupações da Educação Matemática Crítica (EMC)? Esta abordagem contribui para o ensino crítico e reflexivo da matemática?

A pesquisa foi qualitativa, na qual foram utilizados alguns pressupostos da pesquisa-ação. O caráter desta investigação requer um maior envolvimento entre o pesquisador e os sujeitos da pesquisa, ou seja, uma investigação que visa produzir dados descritivos obtidos por meio de diferentes observações. A pesquisa-ação foi a base metodológica para produzir “autorreflexão coletiva” (Kemmis & MC Taggart, 1988). Segundo Elliot (1997, p.17), a pesquisa-ação é um processo que se transforma continuamente em espirais de reflexão e ação em que cada espiral inclui: esclarecer e diagnosticar uma situação prática ou um problema prático que se deseja melhorar ou resolver; formular estratégias de ação; desenvolver essas estratégias e avaliar sua eficiência; expandir a compreensão da nova situação e proceder às mesmas etapas para a nova situação prática.

Nessa perspectiva, a investigação ocorreu durante nove encontros, dois encontros semanais, cada um com duas aulas de 50 minutos com uma turma do 1º ano do ensino médio. A pesquisadora era professora da disciplina. Foi realizado no IFC, município de Rio do Sul, Santa Catarina, Brasil. Após a aceitação dos alunos, as aulas foram filmadas e transcritas. Os dados da transcrição e as notas do professor resultaram em scripts descritos na tese de Civiero (2009) e são descritos ao longo deste artigo. A descrição da atividade é combinada com sua análise e reflexão para interligar teoria e prática. Esta pesquisa explica um cenário para investigação⁶ vivenciado com os alunos. Resultante de TDR⁷, de Iniciação Científica para as aulas de matemática. Portanto, essas etapas fazem parte de uma pesquisa-ação, que essencialmente tem intervenção na realidade, participação nas decisões e validação.

⁶ A coleta de dados foi realizada em 2009, época em que não havia necessidade de avaliação ética prévia pelos conselhos. No entanto, os sujeitos aceitaram o convite e firmaram um contrato didático com o professor / pesquisador.

⁷ Para o RDT, não basta transferir conhecimentos, é preciso instigar reflexões sobre temas matemáticos vinculados à realidade (Civiero, 2009, p. 49).

Por fim, mostramos que cenários para investigação proporcionam para os alunos, bem como aos professores, experienciar ações baseadas em matemática. Desse modo percebemos as imbricações entre o conhecimento matemático e as variáveis contemporâneas, dessa complexa equação civilizatória.

INICIAÇÃO CIENTÍFICA NO ENSINO MÉDIO

A Iniciação Científica (IC) assim como a EMC, são potenciais para discutir questões contemporâneas e contribuem para a formação crítica do estudante. A IC pode ser compreendida como o espaço primeiro da pesquisa. Por isso defendemos que pesquisa é

a busca, o estudo, o conhecimento, a explicação e a compreensão do mundo que o cerca, motivados por ações do sujeito que faz ciência. Isso demonstra que não basta preencher os requisitos do sistema, sendo necessário, igualmente, diminuir o abismo entre áreas do conhecimento, entre o técnico e o humano. (Oliveira, 2017, p.32).

Em sintonia com essa compreensão de pesquisa, a IC conforme Bazin (1983) e Oliveira; Civiero; Fronza and Mulinari (2013) é um caminho da independência intelectual. Como atividade científica não acontece fora de um contexto social.

Diante disso, compreendemos a IC como um espaço colaborativo de vivência da autoria como a “busca pelo entendimento em que o ser humano vive”. (Oliveira, 2017, p. 32). Sua inserção na Educação Básica é pertinente por oportunizar uma educação científica e tecnológica que contribui para a formação do indivíduo por provocar a curiosidade, a criatividade, a autoria, a tomada de decisão, a interpretação da realidade por meio de iniciação à pesquisa.

Apesar de sua importância, a IC no Ensino Médio, a qual compreende alunos na faixa etária entre 15 e 18 anos, é recente no Brasil. Conforme Oliveira (2017), atualmente, a IC no Ensino Médio pode ser classificada em três modalidades: IC como Programa Institucional (desde 1986), IC como Política Pública (desde 2003) e IC como Componente Curricular (desde 2001).

Independente da modalidade que se apresenta, a IC no Ensino Médio precisa se distanciar da racionalidade técnica. Isto é, não ter como foco central em técnicas e metodologias universais, como a imitação, a repetição e o caráter reprodutivista. Isso porque,

A IC no Ensino Médio tem como potencial a articulação e a integração dos diversos conhecimentos, da teoria e a prática e do ensino, pesquisa e extensão. A dialogicidade, a problematização, a reflexão crítica e a colaboração são a base do desenvolvimento da autonomia das pessoas. Tendo como base esses potenciais, a IC no Ensino Médio não se constitui apenas em um espaço de aprendizagens metodológicas ou de Iniciação à Pesquisa com o foco na formação do pesquisador que se preocupa com objeto de estudo alheio à realidade, à sociedade, ao processo civilizatório. (Oliveira, 2017, p. 147).

Oliveira, Civiero e Bazzo (2019, p. 469), defendem a IC como componente curricular, espaço o qual foi desenvolvido o projeto selecionado para a transposição. Para os autores essa modalidade de IC, no Ensino Médio, “é uma potencialidade para tratar das questões contemporâneas e aproximar o conhecimento, de distintas áreas, da realidade do estudante e, por conseguinte, trazer discussões reflexivas e críticas”.

Defendemos esse potencial da IC, e por isso temos, como base deste estudo, a modalidade da IC como componente curricular, por ser um ambiente que impulsiona a reconstrução permanente do conhecimento. Essa modalidade acontece no Instituto Federal Catarinense (IFC) – *Campus* Rio do Sul⁸, *locus* deste estudo.

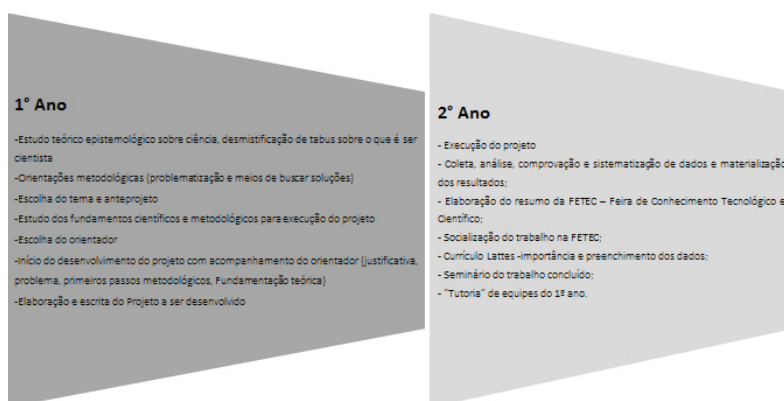
A Iniciação Científica como componente curricular no Ensino Médio

No ano de 2001 iniciou o Projeto de IC no IFC – *Campus* Rio do Sul, como projeto integrante da parte diversificada da matriz curricular do Ensino Médio, com carga horária de duas horas semanais. Essa carga horária presente no currículo é gerenciada por um ou dois professores, onde é oportunizado aos estudantes formação sobre fundamentos epistemológicos da ciência, bem como aspectos de metodologia da pesquisa, e a escrita de projetos e relatórios.

A inserção do Projeto de IC no currículo possibilita a produção do conhecimento e a articulação entre áreas do conhecimento, minimizando as fronteiras entre os componentes curriculares. Para tanto, há elementos estruturantes que permeiam a organização da IC desde a origem, conforme apresentamos na figura a seguir.

Figura 1

Elementos estruturantes do componente curricular Iniciação Científica – Ensino Médio – IFC - campus Rio do Sul - 2001-2019



⁸O IFC - *campus* Rio do Sul existe como Instituição de Ensino Federal desde 1994 e, possui atualmente, 3 cursos técnicos integrados ao Ensino Médio (Agropecuária, Agroecologia e Informática), 6 cursos superiores, 1 pós-graduação *lato sensu* e 1 curso subsequente ao Ensino Médio.

Com vistas no planejamento apresentado na figura 01, percebemos que os planos de ensino preconizam, num primeiro momento, a discussão de temas que instigam a reflexão crítica dos estudantes sobre o mundo, levando-os a se perceberem como sujeitos no e com o mundo. A partir das discussões e desconstruções dos mitos e tabus sobre ciência, tecnologia e cientista os estudantes iniciam o projeto que envolve a escolha de tema sob orientação de um professor do *campus*.

A IC como componente curricular oportuniza a participação para todos os estudantes, de modo, a estabelecerem relações dialógicas de ensino e aprendizagem, em um processo de *didiscência*. “Ensinar, aprender e pesquisar lidam com esses dois momentos do ciclo gnosiológico: o em que se ensina e se aprende o conhecimento já existente e o em que se trabalha a produção do conhecimento ainda não existente”. (Freire, 1996, p. 28).

Destarte, a IC é um espaço para instigar o estudante a ter deleite e vontade de aprender. Enfim, a ficar curioso, a ser reflexivo, a argumentar, a buscar respostas e a efetivar o processo de construção do conhecimento de maneira crítica, que não é tradição na educação e na sociedade. Ou seja, a IC é

Um processo educacional capaz de instrumentalizar o aluno para a leitura crítica da prática social na qual vive é o meio que vai tornar a escola democrática. Entendo por escola democrática aquela que leva o aluno a ser sujeito transformador da sua realidade, não basta um olhar crítico, ele deve estar inserido, pensar e planejar mudanças que se mostram necessárias, acreditar nelas e colocá-las em ação. Para que esse processo venha a se efetivar, é preciso assumir posturas democráticas ao reestruturar os procedimentos didáticos. (Civiero, 2009, p. 53).

Esse processo educacional que constitui a IC, a aproxima dos cenários para investigação, no processo de problematização e produção do conhecimento. Para além disso, a IC está imbricada com a Educação Científica e Tecnológica, portanto, é um espaço de discussão sobre as variáveis da equação civilizatória, de forma que a prática da IC

[...] necessita, na sua condução e no processo de orientação, de prática dialógica que problematize, que questione, que critique o conhecimento, que valorize o outro, que integre, que instigue a autonomia e que cuide da vida como o maior bem social, sendo essencial a formação dos professores e/ou pesquisadores orientadores. A compreensão e a prática da IC precisam ir além da reprodução somente de questões já postas “culturalmente” para a pesquisa e para o ensino, como, por exemplo, a burocracia, a elitização, o caráter seletivo, o treino, o foco no método científico e reprodução da racionalidade técnica. Para haver um impacto de formação humanizadora, é necessário ter como principal pacto a busca crítica e reflexiva do entendimento do mundo em que se vive, estabelecida por um ambiente colaborativo permeado pela dialogicidade problematizadora que relacione a ciência e a tecnologia e o processo civilizatório, entre orientador e estudante. (Oliveira, 2017, p. 275-276).

Dessa maneira, reconhecemos que os trabalhos desenvolvidos na IC do IFC – *campus* Rio do Sul, são cenários que provocam a autoria e a reflexão crítica do conhecimento. Assim, podem ser transpostos para a sala de aula e se constituir em cenários para investigação. Convicta dessa possibilidade, a primeira autora selecionou projetos de IC e os potencializou em propostas de cenários para investigação nas aulas de matemática. Essa experiência foi relatada na sua dissertação de mestrado (Civiero, 2009). Esse movimento foi considerado pela autora como um processo de TDR. Isto é, foi realizada a transposição dos saberes desenvolvidos no Projeto de IC para as aulas de matemática, segundo a perspectiva da EMC. Na sequência deste capítulo, relata-se a experiência vivenciada em um dos cenários.

EXPERIENCIANDO UM CENÁRIO PARA INVESTIGAÇÃO

Os cenários para investigação constituem ambientes de aprendizagem construídos na sala de aula. Eles possibilitam a investigação, no qual os estudantes são convidados a realizar descobertas, em um processo repleto de perguntas, curiosidades, explicitação de perspectivas e reflexão crítica. Por conseguinte,

O ponto importante é que os cenários para investigação não são explorados com base em uma lista prévia de exercícios. Pelo contrário, as explorações acontecem por meio de um “roteiro de aprendizagem” no qual os alunos têm a oportunidade de apontar direções, formular questões, pedir ajuda, tomar decisões etc. (Skovsmose, 2001b, p. 64).

Com essa compreensão efetivou-se a TDR com alunos de duas turmas de 1º ano do Ensino Médio do Instituto Federal Catarinense (IFC) – *campus* Rio do Sul. Ao desenvolver a atividade, foram observados reações e comentários dos alunos, os quais estão inclusos no decorrer do roteiro, bem como as percepções da professora que provocou a constituição do cenário. Para manter as identidades dos alunos anônimas, letras do alfabeto romano os representam.

O convite

Num contexto de incertezas, num cenário para investigação o aceite dos alunos é primordial. Segundo Skovsmose (2001a), um cenário para investigação é constituído a partir do momento em que os alunos aceitam (e se assumem como participantes ativos) o processo de exploração e de explicação

Um cenário para investigação é aquele que convida os alunos a formular questões e a procurar explicações. O convite é simbolizado por seus “Sim, o que acontece se...?”. Dessa forma, os alunos se envolvem no processo de exploração. O “Por que

isto?” do professor representa um desafio, e os “Sim, por que isto...?” dos alunos indicam que eles estão encarando o desafio e que estão em busca de explicações. (Skovsmose, 2008, p. 21).

Com esse entendimento, procurou-se instigar a investigação de maneira a despertar a curiosidade. Apresentar, assim, o material de forma atrativa, para que a atividade não fosse vista como um comando, mas sim, como uma possibilidade diferente de aprender matemática, de modo a priorizar a realidade em que os alunos estavam inseridos. Diante disso, o papel do professor nesse espaço é de inquiridor e mediador, de modo a evitar conceitos definidos e inquestionáveis.

No primeiro momento, foi exposto o convite para que os estudantes aceitassem investigar o comportamento de leiras por meio da compostagem embasado no trabalho “Compostagem a partir de diversos resíduos orgânicos”, desenvolvido no Projeto de Iniciação Científica (2006/2007). As leiras são feitas de maneira estruturada com uma base de matéria vegetal seca e camadas intercaladas com material orgânico. O sistema funciona com aeração passiva, garantindo o processo termofílico de compostagem. As figuras 02 e 03 ilustram as leiras.

O tema era de interesse dos estudantes, pois fazem o Curso Técnico em Agroecologia ou em Agropecuária integrado ao Ensino Médio⁹. Desse modo, trazer preocupações quanto ao ambiente, como uma das variáveis contemporâneas nesse mundo globalizado, faz parte de uma educação humanizadora como também, da educação profissional.

Do cenário à investigação

Na primeira etapa da transposição (TDR), a partir dos elementos do trabalho desenvolvido no Projeto de IC, os alunos refletiram sobre a importância do projeto, a relevância social inerente ao tema. Também levantaram algumas hipóteses sobre sua implementação. Segundo os autores do respectivo trabalho de IC,

O composto é de muita importância para a agricultura por seguir os conceitos da agroecologia, pois é uma maneira de nutrir as plantas com todos os macros e micronutrientes que ela necessita sem precisar usar qualquer tipo de insumos externos que podem prejudicar a natureza. (Battisti, Campos & Souza, 2007).

Os alunos iniciaram uma série de questionamentos que envolviam o assunto: “O que é matéria orgânica? O que é um composto? Quais os benefícios proporcionados pela existência da compostagem no solo?”. Tais perguntas provocaram a busca pelas explicações. Ao mesmo tempo, os alunos começaram a elaborar novos questionamentos: “Como fazer a compostagem?” (C). “Que tipos de materiais podem usar para fazer o composto?” (I). “Como preparar uma pilha de composto?” (A). “Como fazer a manutenção deste composto?” (P). “De que maneira verificar a maturidade do composto?” (K). “Quais

⁹ Curso integrado, ocorre a integração do Ensino Médio com o Técnico, o que resulta num único certificado de conclusão.

as fases da compostagem?” (B). A curiosidade inicial, podendo ser denominada como ingênua (Freire, 1996), foi instaurada com o aceite do convite.

No entanto, alguns alunos se manifestaram contrários à atividade proposta, alegando que não estavam percebendo relação entre a atividade e a matemática, cuja resistência pode estar vinculada ao paradigma do exercício. Um exemplo, é a indagação do aluno C: “O que isso tem a ver com a aula de matemática?”. Evidenciou-se certo desconforto, pela necessidade de mover-se de uma posição passiva para ativa. A resistência fortaleceu a premissa da ideologia da certeza, imbuída por uma cultura, a qual ampara o poder de conter o argumento definitivo atribuído à matemática. Para Borba e Skovsmose (1997), “os alunos deveriam, portanto, ser persuadidos contra ideias como: um argumento matemático é o fim da história; um argumento matemático é superior por sua própria natureza; os números dizem isto e isto”. Procurou-se então, desvincular o paradigma do exercício como única opção metodológica. Passou-se a discutir a premência de analisar uma proposta diferente, de modo a trabalhar com os conteúdos matemáticos necessários para a análise daquela realidade.

Após a leitura da proposta, os estudantes aprofundaram os fundamentos teóricos e ficaram à vontade para pesquisar mais elementos. A partir dessa ação, os alunos se envolveram de forma colaborativa. As aulas começaram a ganhar movimento, os alunos não ficaram esperando respostas prontas, foram investigá-las conforme instaurada a necessidade. Assim, a criticização da curiosidade inicial (Freire, 1996, 2006) se manifestava. Em todos os momentos a professora sentiu-se na zona de risco, pois num cenário para investigação as incertezas fazem parte do processo. Incertezas manifestadas também pelos alunos: “professora quando a Matemática vai aparecer?” (A). Ou então, “Essa aula está diferente, o que a professora pretende?” (I).

Dado esse primeiro encaminhamento, os estudantes foram motivados a reconhecer os materiais e métodos utilizados, pelos alunos do Projeto de IC, no respectivo processo. Conforme figura 2.

Figura 2

Materiais e métodos do trabalho de pesquisa - Compostagem a partir de diversos resíduos orgânicos – IFC-Campus Rio do Sul (2006/2007). Adaptado de Battisti, Campos e Souza (2007)

Materiais Utilizados:
Esterco Bovino; Esterco de aves com uma pequena porcentagem de maravalha (pó de madeira); Resíduos de cozinha crus; Resíduos de cozinha cozidos e Material Fibroso (capim-elefante picado).
Procedimentos:
Foram feitas cinco leiras de 90cm de comprimento por 50cm de largura, cada um com um tipo diferente de resíduo orgânico, com exceção do material fibroso que estava presente em todas as leiras. Começamos o composto com uma base de capim, com 10cm de altura, 50 cm de largura e 90cm de comprimento. No mesmo dia passamos para a segunda camada utilizando os outros resíduos (resíduos de cozinha crus, resíduos de cozinha cozidos, esterco bovino, esterco de aves com pó de madeira) cada leira com um tipo de resíduo de 2cm de altura. Na terceira camada, novamente foi posto 10 cm material fibroso, na quarta 2cm de resíduos e terminamos com uma quinta camada de capim. Logo após ter terminado cada leira com 36cm de altura, molhamos o composto com 6 litros de água. E por final, limpamos as laterais com uma enxada.

Para facilitar a compreensão da prática foram observadas fotos do experimento, de modo a detalhar cada etapa.

Figura 3

Leiras com os cinco tipos de resíduos. Rio do Sul, 2007. (Battisti, Campos e Souza, 2007)



Figura 4

Leiras identificadas com os cinco tipos de resíduos. Rio do Sul, 2007. (Battisti, Campos e Souza, 2007)



Após conhecer o processo de produção da compostagem, como próximo passo foi iniciada a análise dos dados. Num primeiro momento os alunos foram instigados a fazer

estimativas pela professora: “De que forma vocês pensam que a compostagem ocorreu? Como foi o comportamento das leiras? Qual se decompôs mais rapidamente? De que forma isso aconteceu?”. Depois de muitas conjecturas, apresentou-se a Tabela 1 com os respectivos dados.

Tabela 1

Comportamento das Leiras com diversos resíduos para formação de compostagem. Rio do Sul, 2007. (Battisti, Campos & Souza, 2007)

Datss	Leiras de outros tipos		Leira Fibrosa	
	Varição da altura / semana (cm)	Altura final / semana(cm)	Varição da altura / semana (cm)	Altura final / semana(cm)
09/11/06	0	30	0	30
16/11/06	- 1.2	28.8	-2.4	27.6
23/11/06	-1.2	27.6	-3.6	24.0
30/11/06	-1.2	26.4	-1.2	22.8
07/12/06	-1.2	25.2	-2.4	20.4
...

Com base nos dados os alunos foram instigados a fazer análise dos resultados. Novamente a professora atuou como questionadora, provocando perguntas do tipo: “Quais os dados que estão discriminados no título do quadro? O título nos diz o que está sendo apresentado? Nos informa quando e onde aconteceu o experimento? O que vocês conseguem perceber na variação das alturas das leiras? Qual era altura inicial?”

Por meio de discussões apareceram observações como esta: “Veja a leira com material orgânico, ela diminui sempre a mesma coisa. Isso aconteceu de verdade professora?” (C).

Salienta-se que a forma a qual se desenvolve a comunicação entre os alunos e o professor, pode influenciar nas aprendizagens que ali ocorrem (Alrø; Skovsmose, 2002). O professor tem importante papel na condução desse diálogo, conforme discutido por Milani (2017) e Milani; Civiero; Soares e Lima (2017).

Nesse processo a professora instigou os alunos a perceber o comportamento das leiras. Procurou-se evidenciar a diferença entre elas e o material orgânico (resíduos) e a leira fibrosa (palha). Para tanto, realizaram a análise do comportamento das leiras:

A leira de material fibroso baixou mais rápido por desestruturação, e variando o decréscimo. Enquanto os demais baixaram gradativamente 1,2cm por semana. As leiras foram feitas intercaladamente entre material fibroso e resíduo orgânico, no final, cada leira estava com 30 cm de altura. Observou-se que as leiras diversas baixavam gradativamente em torno de 1,2 cm a cada semana e no mês de fevereiro sua altura estabilizou com 12 cm. A leira que possuía somente palha baixou mais rápido, variando seu decréscimo por decomposição e por desestruturação do composto, porém terminou com a mesma altura que os diversos. (Civiero, 2009, p. 83).

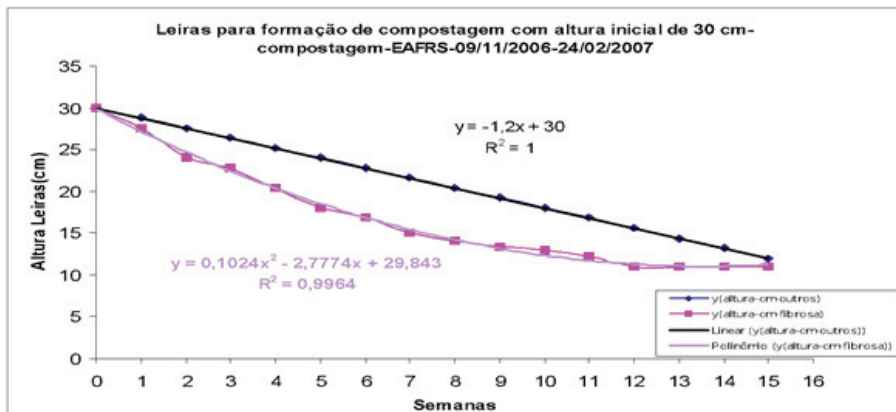
O aluno A, observou: “Já estou percebendo a Matemática, que está aparecendo nestes dados”. Com essa fala, houve outras manifestações, apresentando o desejo e a necessidade de estabelecer relações matemáticas, bem como representar graficamente. Observou-se a interação dos alunos com o tema e a preocupação de estarem inseridos nas discussões. O compromisso e a disposição foram distintos da maioria das aulas de matemática vivenciadas pela professora.

Ações baseadas em matemática

Para explorar outros elementos, a figura 03 foi explicitada. Além de apresentar graficamente o comportamento dos dados também apresenta os modelos matemáticos que melhor se adaptaram aos dados.

Figura 5

Evolução da altura das leiras para formação de compostagem. Rio do Sul, 2007. (Battisti, Campos e Souza, 2007)



Esta etapa da TDR está em consonância com Skovsmose (2001b), quanto aos três aspectos que um material de ensino-aprendizagem que está de acordo com argumento social de democratização, deve apresentar:

- 1) O material tem a ver com um modelo matemático real;
- 2) O modelo tem a ver com atividades sociais importantes na sociedade;
- 3) O material desenvolve um entendimento do conteúdo matemático do modelo, mas esse conhecimento, mais técnico, não é meta. A meta é desenvolver um *insight* sobre as hipóteses integradas ao modelo, e assim desenvolver um entendimento dos processos (por exemplo, processos de decisão) na sociedade. (Skovsmose, 2001b, p. 43-44).

A atividade desenvolvida converge com os três aspectos. Quanto ao último foi preciso instigar reflexões, sobre a importância de modelos em uma sociedade altamente tecnologizada. Por outro lado, a verificação de estimativas e aproximações nesses modelos, de modo a identificar um objeto do conhecimento reflexivo distinto do objeto do conhecimento tecnológico, ao analisar o modelo e suas relações.

Questionamentos foram suscitados pela professora: “O que elas representam? Que tipo de curvas apareceram? Qual significado dos coeficientes na função?” Os alunos foram solicitados a definir o modelo matemático, que melhor se adaptou a curva.

Assim, instaurou-se a curiosidade sobre os modelos matemáticos. Os alunos iniciaram um processo de descobertas matemáticas e, nesse caso, o conhecimento matemático específico e seus conceitos foram essenciais para explicar a realidade. Algumas reações podem ser expressas pela fala: “Agora entendi onde a professora quer chegar. O projeto está cheio de Matemática” (D).

Os alunos perceberam que na leira formada por diversos resíduos a variação da altura era gradativa, exatamente, 1,2 cm por semana. Logo identificaram esse número como o coeficiente angular da função linear, avançando para o conceito de taxa de variação. O que se explicita nas falas: “A leira está baixando sempre a mesma medida” (G). “Olhe a tabela, a cada semana a leira baixou 1,2 cm, é o mesmo número que aparece na função” (A).

O aluno B refletiu: “Esse número é constante na leira de material orgânico”. O aluno I completou: “Ah! É por isso que o gráfico é uma reta”. O aluno D, já veio questionando sobre o significado do índice de correlação: “Professora, o que esse R^2 representa?”. Os alunos foram provocados a investigar sobre essa questão.

Enquanto isso, C perguntou: “E quanto à leira composta de palha? Ela é diferente, então como identificar a taxa de variação se não foi constante?”. Perceberam que seu comportamento foi diferenciado, com os pontos não se adaptando a forma linear e que necessitaria de uma análise matemática diferente.

Os alunos estavam curiosos a respeito das funções que o software *Excel* apresentou. Isto ficou evidenciado por E: “Professora, o que tem em comum os gráficos com essas funções que o Excel relacionou?” Com essa pergunta outros alunos se manifestaram e a curiosidade se instaurou. Estavam prontos para iniciar mais uma etapa da investigação.

Primeiramente, compreenderam que o programa *Excel* havia feito um ajuste da curva com os dados que estavam relacionando as duas grandezas, ou seja, um conjunto de coordenadas (x,y) . Ao serem questionados sobre quais grandezas estavam sendo relacionadas, A respondeu: “É claro, que estamos relacionando tempo (semanas) e altura (cm)”. Por conseguinte, as variáveis x e y foram desveladas, reconhecendo a variável x como a variação das semanas e a variável y como a variação da altura da leira. Os alunos estudaram os conceitos matemáticos com interesse e as perguntas do tipo: Para que serve isto? Geralmente, comuns nas aulas tradicionais, ficaram obsoletas, visto que essa premissa estava declarada. Essa problemática foi desaparecendo na medida em que foram

desenvolvidos os conceitos matemáticos a partir da necessidade gerada num contexto, em que os estudantes estavam inseridos.

Nesta fase de explanação houve necessidade de abordagem com referência à matemática pura. Assim, os alunos pararam para se apropriar do conhecimento matemático específico, necessário, por sua vez, para compreender o projeto. No caso da primeira leira, que apresentou um decréscimo linear, houve a necessidade do estudo da função de 1º grau, reconhecendo suas principais características e regras. Para exercitar o conteúdo sistemas lineares, o qual emergiu da necessidade para o ajuste de curvas, usaram atividades com referência à semirrealidade. Tais atividades compõem uma parte importante no rol das possibilidades educacionais, no entanto,

[...] Resolver exercícios com referência a uma semi-realidade (*sic*) é uma competência muito complexa e baseada num contrato bem especificado entre professor e alunos. Alguns dos princípios desse acordo são os seguintes: a semi-realidade (*sic*) é totalmente descrita pelo texto do exercício; nenhuma outra informação é importante para a resolução do exercício; mais informações são totalmente irrelevantes; o único propósito de apresentar o exercício é resolvê-lo. (Skovsmose, 2008, p. 25).

Ao realizarem as atividades propostas, alguns alunos demonstraram satisfação, reproduzida em alguns comentários como: “Agora sim. A aula voltou a ser de Matemática” (C), este aluno pode ainda estar formatado pelo paradigma do exercício. Todavia, essa satisfação não foi generalizada, conforme exemplifica o seguinte comentário: “Puxa, voltamos fazer sem saber para que” (H). Esse aluno já está incomodado com exercícios descontextualizados. E, por fim, o comentário: “Claro que não. Precisamos aprender a calcular para entendermos as leiras” (M). Entendemos que, esse aluno percebe a necessidade do conhecimento matemático específico para interpretar a realidade. A curiosidade inicial foi criticizada. Então, à medida em que aprofundam o conhecimento, se torna uma curiosidade epistemológica (Freire, 1996).

Foi possível observar durante essa aula tradicional que os alunos se comportaram de maneira formal, isto é, reproduziram as atividades. Entretanto, essa etapa estava repleta de significados, os estudantes tinham uma meta. Mesmo assim, a professora precisou criar espaços para diálogo, numa escuta ativa. Segundo Milani; Civiero; Soares e Lima (2017, p. 240), “Quando o professor procura realizar uma escuta ativa, ele inicia o movimento do diálogo que busca a compreensão do que o aluno diz. Esse movimento não é simples e imediato, pois trata-se de uma mudança de postura, no sentido epistemológico, metodológico e político”.

Nesse processo é possível perceber o envolvimento dos estudantes nos diferentes ambientes de aprendizagem¹⁰, o que evidencia o potencial do cenário desenvolvido. O

¹⁰ Os ambientes foram nomeados conforme matriz elaborada por Skovsmose (2001a)

qual, transita entre os diferentes ambientes a todo momento, conforme a necessidade se estabelece. As referências à matemática pura, no contexto apresentado, estão totalmente relacionadas à semirrealidade e à realidade. O cenário para investigação com referência à vida real – emerge com naturalidade advindo de uma variável contemporânea. Assim, a mistura entre os ambientes não acontece de maneira forçada, como enxertos, mas sim como premência para seu desenvolvimento.

No início da aula seguinte, alguns questionamentos foram realizados como os que seguem: “O que vocês verificaram ao observar o comportamento das leiras de capim-elefante + outros resíduos? Por que graficamente ela foi representada por uma reta? Qual a relação existente entre os dados e a função linear apresentada pelo programa Excel?”. Após algumas discussões os alunos perceberam que a altura da leira varia de acordo com o passar do tempo (semanas). Isto é, na função ela acompanha o x , que está representando a grandeza tempo em semanas. Também concluíram que o parâmetro b da função estava representando a altura inicial da leira. Para chegarem a tais conclusões houve necessidade de muito diálogo, foram discutindo e, de vez em quando, a professora intervinha com alguma provocação, para que eles percebessem as relações matemáticas. Tais definições ficaram claras nas falas dos alunos: “Bem, se a tabela mostra que a leira diminuiu sempre 1,2 e que cada coleta foi feita semanalmente, então é só multiplicar a semana por 1,2 e saberemos a altura da leira” (H). “Porém, não dá para esquecer que tem que ser $-1,2$, pois a leira está diminuindo sendo obtida uma função $y = -1,2x + 30$ que expressa a altura da leira de acordo com o passar das semanas” (C). “Interessante, então, é por isso que o gráfico é uma reta, de semana em semana, a leira diminui a mesma medida” (I). “É, a variação é sempre a mesma. Também percebi que a reta é decrescente, o que é lógico, pois a leira está abaixando” (B). “Professora, é o número trinta que apareceu na função, é a altura inicial da leira? Ou é pura coincidência” (G). “É óbvio, veja bem, agora entendi. O gráfico está mostrando exatamente o comportamento da leira. Ela inicia com 30 cm e vai baixando sempre 1,2 cm, que deve ser representado por $-1,2$ cm, porque está baixando, ou seja, é decrescente” (D).

Durante o diálogo, houve escuta ativa e procurou-se ressaltar a nomenclatura adequada. Por exemplo, quando falavam que a leira estava baixando, indicou-se que usassem o termo decrescente, o qual estava relacionado com a posição da reta. Aos poucos foram adaptando a linguagem e a simbologia matemática.

O MODELO: IMPORTÂNCIA DA REFLEXÃO CRÍTICA

Ao desenvolver a TDR nas aulas, além do exposto até aqui, destacamos a discussão sobre a importância do ajuste de curvas. Salienta-se que distintas situações reais podem apresentar problemas que exigem soluções e decisões, as quais uma formulação matemática pode auxiliar no entendimento da real situação. Assim, um modelo matemático é representado por símbolos e relações matemáticas que procura traduzir, de alguma forma, um fenômeno da realidade. Nessa perspectiva, quando se propõe um modelo, devemos ter em mente que ele é proveniente de aproximações realizadas para se entender melhor

um fenômeno. Destarte, nem sempre tais aproximações condizem com a realidade, mas retratam aspectos da situação analisada. Por isso, se faz necessário criticar o modelo em todas as suas dimensões.

Destacou-se que várias observações podem ser feitas com respeito à Matemática em ação e assim, justificar como a Matemática pode operar nas tecnologias, na produção, nos esquemas de gerenciamento e nas tomadas de decisão. Fazendo parte da laboriosa equação civilizatória, podendo mudar os comportamentos sociais e culturais.

Discutiu-se sobre como a sociedade está tecnologizada e quanto a matemática vem auxiliar na formação dessa sociedade. Esse diálogo perpassou a terceira preocupação quanto à Matemática em ação, apresentada por Skovsmose (2008, p. 112) ao considerar que a Matemática em ação “é um espaço paradigmático para discutir estruturas de conhecimento e poder na sociedade atual”.

Nessa discussão, salienta-se a acelerada mudança na equação civilizatória conduzida pela quarta revolução industrial. Segundo Schwab (2017) esse comportamento, anuncia uma revolução 4.0, a qual, se caracteriza pela transição em direção a novos sistemas que superam a revolução digital. Por conseguinte, as relações de poder, subjacentes aos processos de mercantilização e industrialização estão intimamente vinculadas ao desenvolvimento tecnocientífico, que por sua vez, é condicionado pelos algoritmos matemáticos.

Também se observou que a Matemática proporciona a possibilidade do raciocínio hipotético, ou seja, tem a capacidade de analisar as consequências de um cenário imaginário. Por outro lado, a Matemática também pode auxiliar na construção de justificativas, verdadeiras ou não, na legitimação de certas decisões e ações. Os alunos lembraram da época eleitoral, em que aparecem as estatísticas. Dependendo da forma que são organizadas, nem sempre representam a realidade, porém são usadas para influenciar e pressionar na escolha dos candidatos. Em 2020, poderíamos discutir os dados estatísticos da pandemia do covid-19. Por exemplo, a case fatality rate (CFR %), depende do número de casos confirmados e para tanto, depende do número de testes que são realizados. Assim, fica extremamente difícil fazer estimativas precisas do verdadeiro risco de morte.

Os alunos se mostraram assustados com o poder da matematização. Que pode ser evidenciado pela fala: “Nossa! A matemática tem o poder sobre tudo, dá até um arrepio. Saber que tudo é calculado antecipadamente e friamente” (I).

Procurou-se aguçar a discussão salientando que os modelos matemáticos nem sempre são construídos em perspectiva que promova a justiça social. Promover matemática crítica é “integrar as vidas, conhecimentos e culturas dos alunos; fazer com que os alunos aprendam a importância da matemática e sobre o seu mundo; e apoiá-los a agir sobre as injustiças que percebem e vivenciam”. (Gutstein, 2012, p. 65 – Tradução nossa). Sendo assim, parafraseando Skovsmose (2008, p. 118), salientou-se que “a Matemática deve ser tema de reflexão e crítica em todas as suas formas de ação”.

Nesse contexto, buscou-se mostrar como a educação crítica, pode ser orientada com interesse na emancipação. Estas discussões foram embasadas em consonância com

as falas de Skovsmose (2008, p. 94), quando se refere à cidadania crítica: “[...] contém o potencial de “desafiar” a autoridade constituída. Ela leva em si uma oposição a qualquer decisão considerada inquestionável”. Salientou-se a relevância de se ter conhecimento de como a sociedade é gerenciada e de como as situações são planejadas, muitas vezes matematicamente, com seus algoritmos.

Por conseguinte, esta possibilidade educacional foi planejada com o intuito de provocar mudanças, de modo problematizar a necessidade da crítica ao sistema social. pode ser observado. Nesse momento de discussões, evidenciou-se a importância do diálogo entre professor e alunos. No entanto, as preocupações se delineiam no mesmo sentido que para Skovsmose,

A questão importante agora é saber em que medida a educação matemática pode preparar para a cidadania crítica. Não vejo que tal preparação esteja relacionada com a tradição matemática escolar. Nem a vejo ligada à natureza íntima da matemática. Ela tem a ver com uma possível função da educação matemática”. (Skovsmose, 2008, p. 95).

Defendemos que discussões desse tipo são as que podem auxiliar a educação matemática a pôr em movimento a cidadania crítica. E que, dessa forma, os alunos podem experimentar ações baseadas em matemática, de modo a perceber a relevância das reflexões. Um dos alunos fez o seguinte comentário entremeio às discussões na aula: “Não podemos aceitar tudo como pronto e acabado, é preciso entender o processo para poder aceitá-lo ou não” (F).

Com essa análise, finalizamos o estudo da função do 1º grau. No entanto, a aula foi encerrada instigando-os a observarem o comportamento da outra leira, composta de material fibroso, cujo modelo se refere a uma função quadrática. Mas, esse desenvolvimento será história para outro momento, ou pode ser observado em Civiero (2009).

Para Civiero e Sant’Ana (2013, p.695) os cenários para investigação a partir da iniciação científica constituem uma “abordagem crítico reflexiva que pode relacionar o ensino ao ato de questionar e tomar decisões, estabelecendo um vínculo com a vida em sociedade e a matemática”.

Nesse contexto, defendemos a pertinência da formação do professor de matemática quanto a alfabetização científica e tecnológica. Para, assim, estar preparado para promover a TDR, por meio de cenários para investigação cujo mote seja as variáveis contemporâneas. Nesse quesito Civiero, Fronza, Oliveira, Schwertl e Bazzo (2017, p. 2673), afirmam que:

para o professor desenvolver os conceitos matemáticos relacionados à realidade, precisa reconhecê-la, ser capaz de ler criticamente uma notícia, ampliar seu rol de leituras, entender, tomar decisões, avaliar e criticar questões de ordem social, política, econômica, científica e tecnológica. Reconhecer a dinâmica e complexidade do mundo educacional imbricado com a realidade fora dele, agindo de modo cooperativo e colaborativo.

Dessa maneira, salientamos a importância de o professor assumir uma concepção epistemológica crítica. Para que, dessa forma, possa instigar em seus alunos uma postura crítica, capaz de analisar e tomar decisões que podem interferir na realidade e por conseguinte na qualidade de vida das pessoas.

ALGUMAS CONSIDERAÇÕES A MAIS

Vivemos uma equação civilizatória diferente em escala, escopo e complexidade de qualquer uma que já tenha ocorrido antes. Os desafios para aqueles que almejam como resultado da equação a justiça social, se apresentam cada vez mais complexos. Sendo assim, se faz premente, que adentremos todos os espaços possíveis para mostrar que é possível um mundo melhor. Portanto, onde todas as pessoas tenham seus direitos iguais e inalienáveis como fundamento da liberdade, da justiça, da paz e do desenvolvimento social.

Com esse propósito, a descrição da TDR de um projeto de IC para as aulas de matemática, proporcionou o desenvolvimento de um cenário para investigação, que por sua vez instigou a reflexão e a crítica. Desenvolver essa proposta evidenciou a aproximação de concepções da IC com os cenários para investigação. Assim, ao propor atividades na perspectiva da EMC, oportuniza-se discussões referentes às variáveis da equação civilizatória. Portanto, trata de uma forma de equacionar os tantos elementos da imbricada relação entre os aspectos técnicos e as questões humanas.

Ao explorarmos o comportamento das leiras de compostagem, tema do projeto de IC, pode-se visar o estudo de cunho ambiental, sendo uma das variáveis essenciais cujas reflexões são fundamentais para a existência do planeta Terra. Os alunos foram convidados a se envolverem na produção do modelo matemático. Assim, a refletir sobre como os resultados estão relacionados aos critérios utilizados e como podem ser usados na sociedade. Salientamos que a matemática tem papel essencial nas questões de âmbito social. Portanto, reiteramos a importância de olhar o contexto e dele nos apropriar com vista às reflexões e ações, de modo a instigar a tomada de decisões coletivas perante as necessidades instauradas no processo.

Também foi possível evidenciar a premência da imbricação entre as variáveis, a IC e os distintos ambientes de aprendizagem. Ao buscar diferentes ambientes, pode-se articular as dimensões das especificidades metodológicas da matemática pura, da semirrealidade, bem como da realidade em si. Nesse contexto, o cenário para investigação com referência à realidade - variável ambiental relacionada ao curso profissionalizante - tomou forma e seu conteúdo foi essencial para a interpretação da vida por meio da matemática. O que se contempla nas palavras de Skovsmose (2005, p. 96): “Dessa forma, eles experienciaram o que podem significar ações baseadas em Matemática e perceberam a importância da reflexão”.

Por fim, defendemos que o desenvolvimento de cenários para investigação é fundamental para evidenciar a matemática imbricada às questões tecnológicas e humanas

que constituem a equação civilizatória. Para tanto, se faz essencial propiciar discussões inerentes à realidade, para se apropriar de conhecimentos matemáticos específicos interrelacionados com outras áreas do conhecimento. Portanto, aplicá-los com objetivo de promover uma sociedade, onde os princípios da dignidade humana sejam garantidos e a justiça social prevaleça.

DECLARAÇÕES DE CONTRIBUIÇÕES DOS AUTORES

PAGC concebeu a ideia apresentada. FPZO desenvolveu a discussão sobre Iniciação Científica e o PAGC desenvolveu a discussão sobre Cenários para Investigação e adaptou a metodologia a este contexto, criou os modelos, executou as atividades e coletou os dados. PAGC e FPZO analisaram os dados. Todos os autores participaram ativamente da discussão dos resultados, revisaram e aprovaram a versão final do trabalho.

DECLARAÇÃO DE DISPONIBILIDADE DE DADOS

Os dados que embasam os resultados deste estudo estão disponíveis abertamente na Universidade Federal do Rio Grande do Sul - Brasil, por meio do link:

<https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/21588/000737701.pdf?sequence=1>

REFERÊNCIAS

- Alrø, H.; Skovsmose, O. (2002). *Dialogue and learning in mathematics education: Intention, reflection, critique*. Kluwer.
- Battisti, G.; Campos P. C. de; Souza, W. O. (2007). *Compostagem a partir de diversos resíduos orgânicos. Relatório de Iniciação Científica*. EAFRS.
- Bazin, M. J. (1983). O que é Iniciação Científica. *Revista do Ensino de Física*, 5(1), 81-88.
- Bazzo, W. A. (2016). Ponto de Ruptura Civilizatória: a Pertinência de uma Educação “Desobediente”. *Revista CTS*, 11(33), 73-91.
- Bazzo, W. A. (2019). *De técnico e de humano: questões contemporâneas*. 3. ed. atual., ampl. Ed. da UFSC.
- Borba M.; Skovsmose, O. (1997). *Theo ideology of certainty*. For the Learning of Mathematics. FLM Publishing Association, Kingston.
- Civiero, P. A. G. (2009). *Transposição Didática Reflexiva* (179 f). Dissertação Mestrado Profissional. Programa de Pós-Graduação em Ensino de Matemática. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
- Civiero, P. A. G.; Sant’Ana, M. F. (2013). Learning Roadmaps from the reflexive Didactic Transposition. *Bolema*, Rio Claro (SP), 27(46), 681-696.
- Civiero, P. A. G. (2016). *Educação Matemática Crítica e as implicações sociais da Ciência e da Tecnologia no Processo Civilizatório Contemporâneo: embates para Formação de Professores de Matemática* (382 f). Tese de Doutorado – Programa de

Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

Civiero, P. A. G. ; Fronza, K. R. K ; Oliveira, F. P. Z. ; Schwertl, S. L. ; Bazzo, W. A. (2017). Alfabetização Científica e Tecnológica no Currículo da Formação de Professores de Matemática. *Ensenanza de Las Ciencias*, Extra, 2669-2674.

Civiero, P. A. G. ; Bazzo, W. A. (2020). A equação civilizatória e a pertinência de uma educação insubordinada. *International Journal for Research in Mathematics Education*, 10(1), 76-94.

Elliott, J. (1997). *La investigación-acción en educación*. 3. ed. Morata.

Freire, P. (1974). *Education for critical consciousness*. British Library.

Freire, P. (1996). *Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa*. Paz e Terra. (Coleção Leitura).

Freire, P. (2006). *À sombra desta mangueira*. Olho d'água.

Gutstein, E. (2012). Reflections on teaching and learning mathematics for social justice in urban schools. In: *Teaching mathematics for social justice: Conversations with educators*. (p. 63-78).

Kemmis, S.; Mctaggart, R. (1988). *Como planificar la investigación-acción*. Editorial Alertes.

Milani, R. (2017). “Sim, eu ouvi o que eles disseram”: o diálogo como movimento de ir até onde o outro está. *Bolema*. Rio Claro, 31(57), 35-52.

Milani, R.; Civiero, P. A. G.; Soares, D. A.; Lima, A. S. de. (2017). O Diálogo nos Ambientes de Aprendizagem nas Aulas de Matemática. In: *RPEM*, Campo Mourão, 6(12), 221-245.

Oliveira, F. P. Z., Civiero, P. A. G. ; Fronza, K. R. K. ; Mulinari, G. (2013). Iniciação Científica para Quê? *Enseñanza de las Ciencias*, 1, 2764-2768.

Oliveira, F. P. Z. de. (2017). *Pactos e impactos da Iniciação Científica na formação dos estudantes do Ensino Médio* (343 f.) Tese de Doutorado – Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

Oliveira, F. P. Z.; Civiero, P. A. G.; Bazzo, W. A. (2019). A Iniciação Científica na formação de estudantes do ensino médio. *Revista Debates em Educação*. Maceió. 11(24), 453-473.

Postman, N.; Weingartner, C. (1969). *Teaching as a Subversive Activity*. Delacorte Press.

Scheller, M.; Civiero, P. A. G.; Oliveira, F. P. Z. (2015). Pedagogical Actions of Reflective Mathematical Modelling. In: Gloria Ann Stillman, Werner Blum, Maria Salett Biembengut. (Org.). *Mathematical Modelling In Education Research and Practice: Cultural, Social and Cognitive Influences*. 1ed. (p. 397-406). Springer.

Schwab, K. (2017). *The Fourth Industrial Revolution*. Crown Business.

Skovsmose, O. (2001a). “Landscapes of investigation”. *ZDM: The International Journal on Mathematics Education*, 33(4), 123-132.

Skovsmose, O. (2001b). *Educação matemática crítica: A questão da democracia*. Papirus.

Skovsmose, O. (2005). *Travelling Through Education. Uncertainty, Mathematics, Responsibility*. Sense Publishers.

Skovsmose, O. (2008). *Desafios da reflexão em educação matemática crítica*. Campinas: Papirus.

Skovsmose, O. (org). (2014). *Critique as uncertainty*. Charlotte, North Carolina, USA: Information Age Publishing.