



SEÇÃO: ALGUNS TEMAS PRINCIPAIS DO I CIEDUCEM E II SDUCEM DA PUCRS

Tecnologias Digitais na Educação em Ciências e Matemática

Digital Technologies in Education in Science and Mathematics

**Rosana Maria Luvezute
Kripka¹**

orcid.org/0000-0002-8493-6900
rlkripka@gmail.com

Recebido em: 21 ago 2023.

Aprovado em: 31 out 2023.

Publicado em: 22 dez 2023.

Resumo: O presente artigo apresenta reflexões sobre os impactos das tecnologias digitais na Educação em Ciências e Matemática do ponto de vista de uma educadora que reside no Rio Grande do Sul, Brasil, considerando os contextos de antes e após a pandemia da covid-19. Para tanto, apresenta uma revisão bibliográfica e análises qualitativas interpretativas de resultados. Como resultados principais, destaca a necessidade de mudança de postura docente com uso de metodologias ativas, sendo que o professor deve atuar como orientador ou mediador do conhecimento, propondo tarefas investigativas que explorem os recursos tecnológicos digitais por meio de problemas mais abertos, que sejam desafiadores, interessantes e que permitam a participação ativa dos estudantes na aprendizagem. Além disso, verifica-se a necessidade de acompanhar as constantes e rápidas mudanças das tecnologias digitais, e que uma alternativa possível consiste em realizar reflexões sobre suas ações em sala de aula, propiciadas por meio de investigações sobre a própria prática.

Palavras-chave: tecnologias digitais; educação; covid-19; metodologias ativas.

Abstract: This article presents reflections on the impacts of digital technologies on Science and Mathematics Education, from the point of view of an educator who lives in Rio Grande do Sul, BR, considering the contexts before and after the COVID-19 pandemic. To do so, it presents a bibliographical review and interpretative qualitative analyzes of results. As main results, it highlights the need to change the teaching attitude, using active methodologies, and the teacher must act as a guide or mediator of knowledge, proposing investigative tasks that explore digital technological resources through more open problems, which are challenging, interesting and that allow the active participation of students in learning. In addition, there is a need to monitor the constant and rapid changes in digital technologies and that a possible alternative is to reflect on their actions in the classroom, provided through investigations into their own practice.

Keywords: digital technologies; education; covid-19; active methodologies.

Introdução

O impacto das Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDIC) no ensino e na aprendizagem das Ciências e Matemática já era percebido bem antes da pandemia da covid-19. Já se sentia a notória necessidade de aproximação da realidade escolar com a realidade cotidiana do estudante (Nóvoa, 2009).

Há muitos anos, vários autores, tais como Borba e Penteado (2001), Kampff (2006), Kensky (2007) e Lévy (1993), já indicavam essa necessidade, tendo em vista aproximar as realidades do ambiente escolar com a dos estudantes pelo fato de viverem em meios permeados de tecnologias com as quais convivem e aprendem.



Artigo está licenciado sob forma de uma licença
[Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

¹ Bolsista de pós-doutorado junto ao Programa de Ensino e História das Ciências e da Matemática (PEHCM) da Universidade Federal do ABC (UFABC), Santo André, SP, Brasil.

Antes da pandemia, muito autores se referiam ao uso das TDIC em sala de aula e muitas experiências foram divulgadas no meio científico, tendo em vista sua socialização, a exemplo dos trabalhos apresentados por Faria, Romanello e Domingues (2018), Silva, Porto e Medeiros (2017), Souza Filho, Souza e Gibin (2017), Urdaneta, Gonzalez e Castillo (2017).

No entanto, antes de 2020, quando ocorreu a pandemia, apesar de existirem muitas ações divulgadas na literatura com essa finalidade, era possível perceber, empiricamente, que a maioria dos professores que atuavam em escolas públicas não adotavam/exploravam o uso das tecnologias digitais em suas estratégias didáticas e as justificativas eram diversas: ou falta de infraestrutura, ou desconhecimento, ou despreparo, ou desinteresse, ou, ainda, insegurança ou medo do novo.

Há mais de uma década, Nóvoa (2009, p. 205) já se referia à necessidade constante de adaptação docente às mudanças sociais e destacava:

A educação vive um tempo de grandes incertezas e de muitas perplexidades. Sentimos a necessidade de mudar, mas nem sempre conseguimos definir seu curso. Existe um excesso de discursos, redundantes e repetitivos, que se traduz na pobreza das práticas.

A pandemia, ao impossibilitar o convívio escolar presencial, acentuou essa necessidade e obrigou os professores às mudanças de práticas. Os docentes foram impulsionados a pensarem em diferentes possibilidades de comunicação com os estudantes. As propostas para propiciar o ensino remoto favoreceram a ocorrência de cursos de formação continuada, nos quais as tecnologias digitais ganharam destaque. Esses fatos aceleraram a familiarização dos professores com diversos recursos tecnológicos disponíveis.

Mas como todo esse processo influenciou os modos de pensar e agir dos professores em sala de aula durante e após a pandemia? As posturas dos professores mudaram? O uso das TDIC para estimular a aprendizagem tornou-se mais frequentes? Esses usos são adequados para aprendizagem?

Para refletir sobre essas questões, apresento, a seguir, tópicos que ajudarão a perceber esses "novos" cenários que estão sendo vivenciados nos ambientes escolarizados.

Orientações brasileiras sobre TDIC na educação

As orientações da Base Nacional Comum Curricular (BNCC) (Brasil, 2018), quando se referem ao uso de recursos tecnológicos digitais para o ensino e a aprendizagem de conceitos em ambientes formais de ensino, destacam que é necessário adotar posturas apropriadas para que se promova ambientes favoráveis à aprendizagem.

Os professores, responsáveis por promover o desenvolvimento de habilidades e competências dos estudantes na resolução de problemas, devem planejar suas aulas por meio de metodologias ativas, de modo a estimular a autonomia e a participação dos estudantes em espaços interativos e colaborativos propondo uso de diferentes linguagens, inclusive a tecnológica. Os estudantes, por sua vez, devem atuar com protagonismo, com participação ativa, crítica e reflexiva na busca pelos conhecimentos propostos.

Ao tratar sobre as competências e habilidades, as orientações da BNCC (Brasil, 2018, p. 9) indicam que os estudantes, ao término do ensino médio, devem:

Compreender, utilizar e criar tecnologias digitais de informação e comunicação de forma crítica, significativa, reflexiva e ética nas diversas práticas sociais (incluindo as escolares) para se comunicar, acessar e disseminar informações, produzir conhecimentos, resolver problemas e exercer protagonismo e autoria na vida pessoal e coletiva.

Mas será que os professores, mesmo após as mudanças decorrentes da pandemia, se sentem preparados para propiciar ambientes de aprendizagem que possibilitem o desenvolvimento de tais competências e habilidades?

A seguir, apresento alguns conceitos sobre tipos de métodos de ensino e de aprendizagem, geralmente adotados pelos professores nos ambientes escolarizados.

Métodos de ensino e de aprendizagem X teorias de aprendizagem

Moran (2018), ao propor o uso de metodologias ativas para propiciar uma aprendizagem profunda, discorre sobre dois tipos de métodos de ensino clássicos presentes na escola, os quais são geralmente adotados pelos professores. Um deles é o Método Dedutivo, no qual o professor transmite a teoria e, depois, o aluno deve aplicá-la a situações similares e mais específicas, sendo esse o mais frequente. O outro seria o Método Indutivo, no qual o professor propõe a aprendizagem por experiências e questionamentos.

Ao se referir especificamente às metodologias ativas, o autor informa que "são estratégias de ensino centradas na participação efetiva dos estudantes na construção do processo de aprendizagem, de forma flexível, interligada e híbrida" (Moran, 2018, p. 41).

Existem diversos tipos de abordagens que podem ser consideradas como metodologias ativas, como o ensino híbrido; a aprendizagem baseada em problemas; a aprendizagem baseada em projetos; estudos de casos; promoção de seminários e discussões ou gamificação.

Moran (2018) destaca que os usos das metodologias ativas visam unir vantagens do método dedutivo e indutivo, propiciando a participação ativa do estudante na aprendizagem, estimulando a autonomia, a responsabilidade, a interatividade e a colaboração por meio do trabalho em equipe, e a contribuição para o desenvolvimento socioemocional dos estudantes.

Por essas características, as abordagens das metodologias ativas são propícias para a exploração e o uso adequados de vários recursos tecnológicos.

Vale destacar também que, para que se possa elaborar ambientes de aprendizagem com uso de TDIC adequadas, é necessário que o professor assumira uma concepção construtivista, na qual o conhecimento e os modos de pensar são construídos por meio da exploração e da manipulação de objetos e ideias, em que a aprendizagem decorre da interação do indivíduo com o meio (Kripka *et al.*, 2020).

Conforme Souza (2006), para explorar as potencialidades do uso das TDIC no ensino, é necessário esclarecer quais são as teorias que orientam as práticas pedagógicas educacionais, pois as teorias clássicas vigentes foram formuladas antes do surgimento das tecnologias digitais.

Nesse contexto, Kripka *et al.* (2020) ressaltam, de acordo com os pressupostos das novas teorias de aprendizagem com TDIC: "Construcionismo", proposta por Seymour Papert, em 1980, e "Conectivismo", proposta por George Siemens e Stephen Downes, entre 2004 e 2008, em que os recursos tecnológicos digitais devem ser compreendidos e usados como meios de aprendizagem e não como meros instrumentos ou ferramentas, com finalidades específicas.

Conforme essas novas teorias, foram sendo elaboradas diversas metodologias ativas, dentre as quais destaca-se o "ensino híbrido", que, por suas características e possibilidades, tem sido muito difundido no uso adequado de recursos tecnológicos digitais.

Ensino híbrido e possibilidades

Bacich, Tanzi Neto e Trevisani (2015, p. 51-52), ao abordarem sobre o ensino híbrido como uma metodologia ativa, destacam: "A expressão 'ensino híbrido' está enraizada em uma ideia de educação híbrida, em que não existe uma forma única de aprender e na qual a aprendizagem é um processo contínuo, que ocorre de diferentes formas, em diferentes espaços". E ainda:

De acordo com o modelo proposto pelo Clayton Christensen Institute, o ensino híbrido é um programa de educação formal no qual um aluno aprende por meio do ensino *on-line*, com algum elemento de controle sobre o tempo, o lugar, o modo, e\ou o ritmo do estudo, e por meio do ensino presencial na escola (Bacich; Tanzi Neto; Trevisani, 2015, p. 52).

Desse modo, o ensino híbrido é uma abordagem pedagógica para educação formal que possibilita combinar aulas presenciais com aulas *on-line*, realizadas por meio das TDIC.

Na Figura 1, estão apresentadas as propostas (ou modelos) de ensino híbrido apresentadas pelo Instituto Clayton Christensen. Destaca-se

que não há uma ordem estabelecida para suas aplicações em sala de aula, pois não há hierarquia entre elas.

A seguir, apresentam-se suas principais características, segundo Bacich, Tanzi Neto e Trevisani (2015):

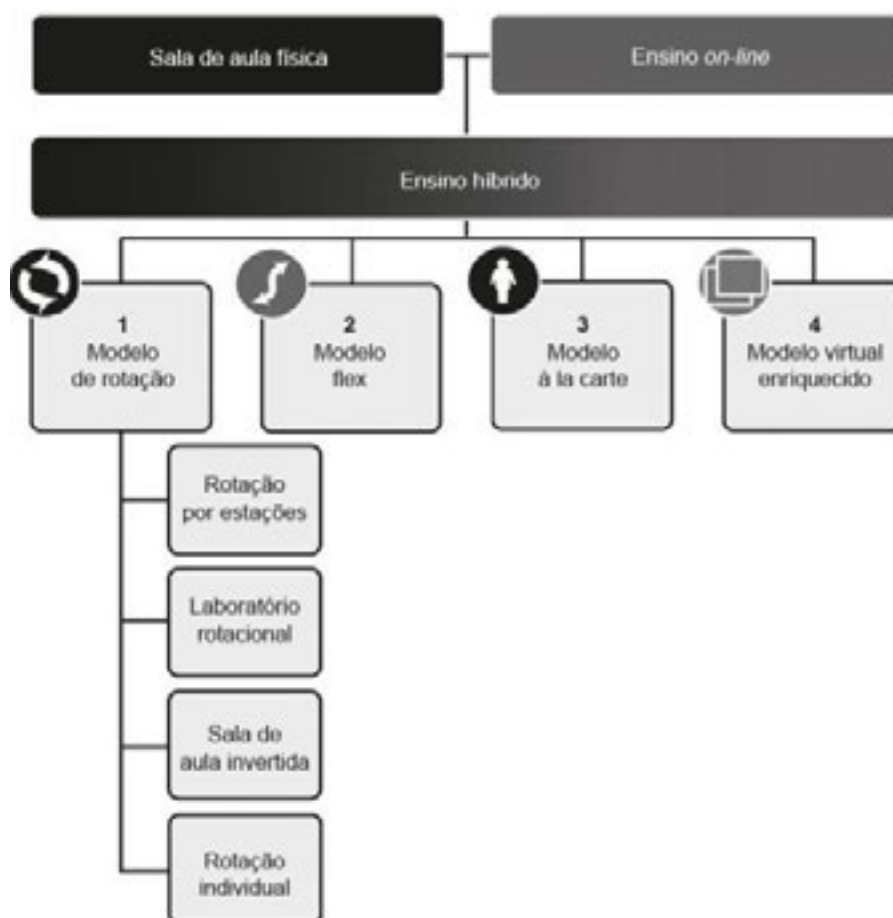
a) modelos de rotação: nesse caso, os estudantes se revezam para realizar tarefas por períodos de tempo fixos ou de acordo com a orientação do professor. As tarefas podem abordar discussões em grupo (mediadas ou não pelo professor), tarefas escritas, leituras e uma atividade *on-line*, obrigatoriamente. Nesse modelo, há as seguintes possibilidades: (i) *Rotação por estações* – em grupos, os estudantes realizam uma tarefa de acordo com os objetivos do professor para a aula. Destaca-se que o planejamento das tarefas não é sequencial e elas são, de certa forma, independentes, mas são planejadas de forma integrada para que, ao final da aula, todos tenham acesso aos mesmos conteúdos; (ii) *Laboratório rotacional* – os estudantes usam o espaço da sala de aula e laboratórios. As tarefas começam com a sala de aula tradicional, em seguida, rotaciona para um computador ou laboratório de ensino. Esse modelo facilita o aprendizado personalizado, mas não deixa de envolver as ações convencionais que ocorrem em sala de aula. Assim, essa proposta não rompe com o ensino tradicional, mas usa o ensino *on-line* como uma ação para atender melhor às necessidades individuais dos estudantes; (iii) *Sala de aula invertida* – nessa proposta, propõe-se o estudo da teoria em casa, no formato *on-line*, e o espaço da sala de aula é destinado para discussões, resolução de tarefas, entre outras propostas; (iv) *Rotação individual* – cada estudante recebe uma lista das propostas que deve realizar em sua rotina para estudar os temas apresentados nas aulas, de acordo com suas facilidades ou dificuldades, identificadas por avaliações constantes. Os estudantes rotacionam, de acordo com uma agenda persona-

lizada, por modalidades de aprendizagem. A diferença desse modelo de rotação individual para os demais é que os estudantes não precisam passar por todas as modalidades ou estações propostas. Seu planejamento diário é individual, organizado conforme suas necessidades, com tempo de rotação variando de acordo com as necessidades dos estudantes.

b) modelo flex: neste caso, os alunos têm uma lista a ser cumprida e a ênfase está na aprendizagem *on-line*. O professor esclarece as dúvidas e respeita-se o ritmo de aprendizagem de cada estudante. Um dos objetivos desse modelo é que os estudantes aprendam colaborativamente, uns com os outros, com o uso dos recursos *on-line*, independentemente da organização por anos ou séries.

c) modelo à la carte: a organização dos estudos é realizada pelo próprio estudante em parceria com o professor considerando os objetivos gerais a serem atingidos. A aprendizagem personalizada pode ocorrer no momento e no local mais adequados. Nessa abordagem, pelo menos uma disciplina é feita inteiramente *on-line*, com suporte e organização compartilhada com o professor, e pode ocorrer na escola, em casa ou em outros locais.

d) modelo virtual enriquecido: consiste numa experiência realizada por toda a escola, na qual os alunos, em cada turma, dividem seu tempo entre a aprendizagem *on-line* e a presencial. Nesse modelo, os alunos podem comparecer presencialmente, na escola, apenas uma vez por semana. Horn e Staker (2015) destacam que esse tipo de modelo iniciou com escolas *on-line* que visaram proporcionar aos estudantes experiências de escolas consideradas tradicionais.

Figura 1 – Modelos de ensino híbrido – Instituto Clayton Christensen

Fonte: Horn e Staker (2015, p. 38).

Bacich, Tanzi Neto e Trevisani (2015), ao associarem as ideias das metodologias ativas, do ensino híbrido e do uso das tecnologias digitais nos ambientes escolares, indicam que, nessa perspectiva: (i) o conhecimento escolarizado pode ser construído individual ou coletivamente; (ii) o estudante passa ser protagonista no processo de aprendizagem, atuando ativamente de modo autônomo, criativo, crítico e reflexivo; (iii) o professor atua como mediador, ou orientador, e como curador no sentido de planejamento e de cuidado, apoiando, acolhendo, estimulando valorizando e inspirando os estudantes; (iv) as tecnologias digitais são interfaces que permitem comunicação, interação, participação e intervenção, as quais possibilitam a personalização do ensino, respeitando o tempo de aprendizagem e também novos e distintos modos de avaliação;

e (v) a escola é um ambiente que deve ser reorganizado e pensado para que se possa trabalhar em pequenos grupos.

Em minha tese de doutorado, ao realizar uma pesquisa mista, com abordagens qualitativa e quantitativa, sobre percepções da docente e de discentes sobre a utilização de recursos tecnológicos digitais em sala de aula segundo as perspectivas da Aprendizagem Significativa e dos Registros de Representação Semiótica, verificou-se que a proposta didática desenvolvida favoreceu tanto a compreensão matemática de conceitos como a aprendizagem significativa de Álgebra Linear (AL) (Kripka, 2018).

Na tese, foram propostas diversas tarefas envolvendo metodologias ativas, tais como a aprendizagem baseada em problemas ou as discussões em grupos.

Como a pesquisa era mista, foram adotadas duas abordagens. Na perspectiva qualitativa, foi realizado um estudo de caso múltiplo e holístico, visando compreender de que modo os recursos das TDIC influenciaram o ensino e a aprendizagem de AL no contexto presencial. Para análise de dados, foi usada a Análise de Conteúdo (Bardin, 2011). Na perspectiva quantitativa, se procedeu um levantamento de dados, realizando estudos em relação ao desempenho, aprovação e evasão ocorridos na disciplina de AL; e se propôs a análise estatística de dados (Teste t), visando avaliar o desempenho acadêmico dos dois grupos. Verificou-se que a aprendizagem matemática, na maioria dos casos abordados, necessitou da existência de conhecimentos prévios para sua ancoragem e (re)significação. E, ainda, foi possível constatar que, no planejamento dessa intervenção, ao considerar a exploração e o uso adequado de recursos tecnológicos digitais por meio da abordagem cognitivista/construtivista, verificou-se que esta estratégia facilitou o estabelecimento de novas conexões, propiciou compreensão e ampliação da rede de saberes matemáticos, e potencializou a aprendizagem significativa dos conceitos abordados (Kripka, 2018).

Nas análises qualitativas realizadas, foram verificados avanços em termos de compreensão dos conceitos investigados em ambos os grupos, mas que ocorreram com maior frequência no grupo no qual se fez uso contínuo de TDIC. E também se constatou que, para se promover o uso adequado de recursos tecnológicos para a aprendizagem matemática, é necessário prever um tempo maior para compreensão e familiarização por parte dos estudantes.

Esses resultados indicam que não basta usar um recurso tecnológico digital em sala de aula isoladamente ou sem um propósito didático claramente estabelecido, de modo a propiciar um ambiente de aprendizagem ativa, propício aos estudantes. E esse fato deve estar claro ao professor que deseja inovar suas práticas inserindo esses meios de aprendizagem no contexto das salas de aula, sejam elas virtuais ou presenciais.

Sobre experiências com uso das TDIC antes e após a pandemia

A pandemia possibilitou a muitos professores a experiência com uso das TDIC em aulas *on-line*. E, desse modo, para muitos professores, houve a necessidade da busca por novos meios de comunicação e de ferramentas tecnológicas apropriadas para adequarem suas propostas de ensino.

Além disso, as secretarias de educação brasileiras ofereceram diversos cursos de formação de professores específicos com a finalidade de instrumentalizar os docentes sobre usos das TDIC, incluindo formações sobre usos de plataformas tais como o Classroom e o Moodle.

Houve também, nessa época, uma avalanche de vídeos aula sobre os mais diversos tipos de uso de recursos tecnológicos, que ajudaram muito os professores que aceitaram o desafio de inovar suas práticas buscando novas alternativas/meios de aprendizagem para seus estudantes.

Assim, muitos professores descobriram que existem inúmeros recursos digitais com diferentes potencialidades para o ensino e a aprendizagem de Matemática.

No entanto, também foi possível perceber por meio de relatos de professores que participavam de cursos de formação continuada que participei que muitos docentes que atuavam na rede pública apenas imprimiam os materiais por eles planejados e disponibilizavam aos estudantes e não buscavam trabalhar com as TDIC. Além disso, entre aqueles que resolveram incorporar esses recursos tecnológicos em suas propostas didáticas, muitos os utilizaram apenas para gravar aulas expositivas, filmando suas explicações em quadros brancos, tal qual faziam na sala de aula, para que os estudantes, de modo passivo, recebessem as informações repassadas. Eles perceberam que essa era uma possibilidade que as TDIC permitem, mas, do ponto de vista pedagógico, cabe a reflexão: apesar de fazer uso das TDIC, essa estratégia seria a mais adequada para o ensino com uso desses meios?

Percebe-se que, nesse caso, os professores apenas resolveram seus problemas imediatos,

mas perderam a chance de experienciar novas oportunidades que pudessem estimular a curiosidade e a vontade de aprender dos estudantes.

Outros professores, no entanto, aproveitaram as suas necessidades de adaptação e buscaram meios para estimular a aprendizagem ativa dos estudantes, realizando reuniões oferecidas por meio do Google Meet para propor trabalhos em grupos e discussões sobre os assuntos abordados, ofereceram aulas conforme a perspectiva da sala de aula invertida, ou usaram jogos tecnológicos didáticos para ajudar na compreensão de conceitos, tais como o Kahoot ou Scratch, ou programas como GeoGebra para o desenvolvimento de tarefas, ou, ainda, cadastraram seus estudantes em plataformas educativas, tais como a Khan-Academy.

Nesse sentido, destaco que, para se fazer o uso adequado de vários recursos digitais tecnológicos com a finalidade de proporcionar a aprendizagem em Matemática, é necessário não somente o conhecimento e o domínio de tais recursos, mas uma mudança de postura do professor. Em tais oportunidades, o docente precisa abrir mão de ser apenas transmissor do conhecimento e deve adotar uma postura de mediador no processo, o que é fundamental para estimular a participação ativa dos estudantes em suas próprias aprendizagens.

Esse papel do professor, que atua como mediador da aprendizagem, é destacado por Masetto (2013, p. 143) ao se referir ao rápido desenvolvimento da atual cultura digital que permeia os modos de pensar e raciocinar:

Esse cenário envolve totalmente o professor em sua função docente, colocando-o na contingência de conhecer novos recursos tecnológicos, adaptar-se a eles, usá-los e compreendê-los em prol de um processo de aprendizagem mais dinâmico e motivador para seus alunos. Novamente a mediação pedagógica entra em discussão.

No mesmo sentido, Moran (2013, p. 26) defende que:

Uma boa escola precisa de professores mediadores, motivados, criativos, experimentadores, presenciais e virtuais. De mestres menos "fa-

lantes", mas mais orientadores. De aulas menos informativas, e mais atividades de pesquisa e experimentação. De desafios e projetos. Uma escola que fomente redes de aprendizagem, entre professores e alunos, onde todos possam aprender com os que estão perto e com os que estão longe – mas conectados – e onde os mais experientes possam ajudar os menos experientes.

Mas... e no retorno à presencialidade, o que aconteceu? Será que os professores voltaram às suas velhas práticas, ou passaram a adotar alguma novidade decorrente desse processo de mudanças? Será que as posturas mudaram ou continuaram a ser as antigas?

Hoje, verifica-se que, conforme as orientações da BNCC (Brasil, 2018), as TDIC devem ser usadas na resolução de problemas contextualizados ou de processos investigativos para o desenvolvimento: do conhecimento científico; do pensamento matemático e do pensamento computacional.

De modo especial, no Brasil, com a recente proposta do Novo Ensino Médio: os conteúdos estão divididos em áreas do conhecimento; as disciplinas devem ser trabalhadas de modo integrado por meio de desenvolvimento de projetos; e os estudantes podem escolher qual itinerário formativo deseja fazer, que são oferecidos pelas escolas nas áreas de linguagens e suas tecnologias, de matemática e suas tecnologias, de ciências da natureza e suas tecnologias, de ciências humanas e sociais aplicadas, e de formação técnica e profissional.

Assim, verifica-se que são muitas mudanças vão exigir várias adequações nos planejamentos e nas práticas dos professores, especialmente em relação ao uso das TDIC.

Concorda-se com Moran (2013, p. 29) quando ele se refere ao uso das TD no ensino e na aprendizagem: "Há uma exigência de maior planejamento pelo professor de atividades diferenciadas, focadas em experiências, pesquisa, colaboração, desafios, jogos, múltiplas linguagens, e um forte apoio em situações reais e simulações".

Essa mudança de planejamento e de postura docente não é um processo que ocorre rapidamente, mas que vai acontecendo naturalmente

quando se busca uma proposta de aprendizagem que contemple a participação do estudante nas tarefas oferecidas.

Nesse sentido, apresenta-se, a seguir, as principais características das tarefas investigativas, que se trata de uma abordagem didática que, pelo modo como são propostas e conduzidas, pode vir a contribuir com tais mudanças.

Abordagem investigativa em Matemática para exploração de recursos das TDIC

A investigação matemática, segundo Ponte, Brocardo e Oliveira (2009), é concebida como um processo de descoberta de relações entre objetos matemáticos conhecidos ou desconhecidos, no qual se busca identificar propriedades em torno de qualquer problema na busca por sua resolução, mesmo sem solucioná-lo.

As tarefas investigativas envolvem problemas abertos e não possuem resoluções ou respostas únicas e, de acordo com o interesse do estudante, pode resultar em diferentes conclusões. Assim, elas demandam a participação ativa do aluno e o estimula a pensar e a agir como um matemático em todo o seu processo. Segundo os autores (Ponte; Brocardo; Oliveira, 2009, p. 23), o aluno "é chamado a agir como um matemático, não só na formulação de questões e conjecturas e na realização das provas e refutações, mas também na apresentação de resultados e na discussão e argumentação com seus colegas e professor".

De acordo com Ponte, Quaresma e Branco (2012), as tarefas investigativas requerem uma interpretação atenta da situação para que o aluno possa construir representações adequadas e desenvolver novos conceitos.

A realização de uma investigação matemática envolve quatro momentos principais: (i) o reconhecimento da situação, a sua exploração preliminar e a formulação de questões; (ii) a formulação de conjecturas; (iii) a realização de testes e o eventual refinamento das conjecturas; e (iv) a elaboração da argumentação, demonstração e avaliação do trabalho.

O professor tem um papel determinante nas

tarefas investigativas. De acordo com Ponte, ele tem o papel de mediador, ou seja, deve instigar, perguntar, questionar e interrogar o aluno a todo instante. Ademais, o professor precisa proporcionar um ambiente acolhedor de forma que o aluno possa se expressar livremente acerca das suas conjecturas (Ponte; Brocardo; Oliveira, 2009).

Ponte, Oliveira e Brunheira (1998, p. 42) destacam que, numa aula de investigação matemática, o professor deve propiciar uma ambientação adequada para o desenvolvimento da tarefa proposta, estando sempre atento a como os alunos reagem e se comportam no decorrer da aula, visando estimular a aprendizagem dos conceitos abordados:

O professor tem de manter um diálogo com os alunos enquanto eles vão trabalhando na tarefa proposta, e no final cabe-lhe conduzir a discussão colectiva. Ao longo de todo este processo, precisa criar um ambiente propício à aprendizagem, estimular a comunicação entre os alunos e assumir uma variedade de papéis que favoreçam a sua aprendizagem.

Destaca-se que, nesse tipo de abordagem, também devem ser realizadas avaliações contínuas, ao longo do processo, de modo a permitir ao professor o acompanhamento do progresso dos seus alunos de maneira a repensar as intervenções tendo em vista qualificar o processo de aprendizagem.

Considerações finais

Após várias leituras e experiências próprias com processos de ensino e de aprendizagem matemática mediados pelas TDIC, verifica-se que, para se fazer uso adequado dos atuais recursos tecnológicos digitais em aulas do ensino formal, sejam virtuais ou presenciais, é preciso que o professor se constitua num pesquisador da própria prática para que possa continuamente (re) pensar e (re)aprender os seus modos de ensinar.

As mudanças pedagógicas previstas na BNCC (Brasil, 2018) e a rápida evolução tecnológica vão sempre exigir uma postura docente reflexiva e investigativa. Essa perspectiva certamente é uma boa estratégia para acompanhar as contínuas transformações na educação brasileira, pois sem-

pre vão existir mais perguntas do que respostas.

A pandemia certamente colaborou com a divulgação de informações sobre possibilidades de usos apropriados de diversos recursos tecnológicos nos ambientes escolarizados. Mas, após a pandemia, especialmente no contexto das escolas públicas, o que se percebe é que ocorreram poucas ou nenhuma inovação, com mudanças reais e adequadas nas práticas dos professores. Alega-se a falta de infraestrutura adequada ou, ainda, a dificuldade dos professores na exploração e no uso adequado das TDIC em seus planejamentos, com uma concepção cognitivista/construtivista nos processos de ensino de modo a possibilitar ao estudante uma aprendizagem ativa, autônoma, reflexiva e colaborativa na construção dos próprios conhecimentos.

Essa concepção pressupõe a realização de tarefas com problemas mais abertos e implica em mudar a ideia falaciosa que se tem sobre o fato de que "para todo problema matemático existe uma solução", fato que não é verdadeiro. Ao se trabalhar com problemas mais abertos, estimula-se o desenvolvimento do pensamento matemático, pois é possível perceber que um problema pode ter solução única, ou várias, ou, ainda, não ter solução. Assim, estimula-se o desenvolvimento do raciocínio lógico dedutivo e inferencial, que é fundamental para o desenvolvimento do pensamento matemático e de teorias científicas.

Mas, para que tudo isso seja possível, é preciso que o professor sinta a necessidade de mudança e se arrisque no planejamento e na execução de propostas que encantem os estudantes, propondo processos de descoberta. O professor precisa se desafiar, não ter medo de errar e estar disposto a aprender colaborativamente.

Além disso, se nota, pela experiência docente, que os estudantes se sentem muito mais motivados quando estão envolvidos ativamente no processo de aprendizagem com uso de recursos tecnológicos, provavelmente por serem nativos digitais e por estarem acostumados a pensar junto com os meios tecnológicos.

Outra perspectiva relevante que surge das

reflexões apresentadas consiste em destacar a importância do desenvolvimento de pesquisas sobre possíveis usos das TDIC nos processos de ensino e de aprendizagem de Matemática realizadas por docentes formadores. A experimentação de diferentes propostas didáticas e suas validações podem capacitá-los na condução adequada de processos de formação inicial ou continuada de professores. Concorda-se com Ponte (2014, p. 354) quando ele afirma que:

Perceber quais as potencialidades das tecnologias que podem ser mobilizadas para contextos formativos e identificar modos de as usar de forma produtiva na formação inicial e contínua, tanto com os professores que já usam com muita destreza estas tecnologias, como com professores que mantêm com elas uma relação incipiente, constituem aspectos importantes de uma agenda atual de investigação nesse campo.

Os desafios para um ensino e uma aprendizagem com exploração e uso de recursos tecnológicos adequados são muitos e esse tema não se esgota com este estudo bibliográfico. Para acompanhar as rápidas e frequentes mudanças, os docentes devem estar atentos e dispostos a experimentação de novas possibilidades de abordagens, sempre tendo em vista que o centro de tais processos está nos estudantes e que a postura docente deve ser de orientação ou de mediação.

Não é possível mudar o passado, mas é possível moldar o futuro da educação por meio dos usos inteligente e criativo das TDIC, pois atualmente elas não são uma opção, mas sim uma necessidade para que nossos alunos estejam prontos para enfrentar os desafios do mundo que está em constante evolução.

Referências

- BACICH, L.; TANZI NETO, A.; TREVISANI, F. M. **Ensino Híbrido: personalização e tecnologia na educação**. Porto Alegre: Penso, 2015.
- BARDIN, L. **Análise de Conteúdo**. São Paulo: Edições 70, 2011.
- BORBA, M. C.; PENTEADO, M. G. **Informática e Educação Matemática**. Belo Horizonte: Autêntica, 2001.
- BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Ensino Médio. Brasília: MEC, 2018.

FARIA, R. W. S. C.; ROMANELLO, L. A.; DOMINGUES, N. S. Fases das tecnologias digitais na exploração matemática em sala de aula: das calculadoras gráficas aos celulares inteligentes. **Amazônia: Revista de Educação em Ciências e Matemáticas**, Belém, v. 14, n. 30, p. 105-122, 2018.

HORN, M. B.; STAKER, H. **Blended**: usando a inovação disruptiva para aprimorar a educação. Porto Alegre: Penso, 2015.

KAMPPFF, A. J. C. **Tecnologia da informática e comunicação na educação**. Curitiba: IESDE Brasil, 2006.

KENSKY, V. M. **Educação tecnologias**: o novo ritmo da informação. Campinas: Papyrus, 2007.

KRIPKA, R. M. L. **Uso de tecnologias digitais no ensino e na aprendizagem de álgebra linear na perspectiva das teorias da aprendizagem significativa e dos registros de representação semiótica**. Tese (Doutorado em Educação em Ciências e Matemática) – Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2018.

KRIPKA, R. M. L. *et al.* Aprendizagem de Álgebra Linear: explorando recursos do GeoGebra no cálculo de esforços em estruturas. **Acta Scientiae**, Canoas, v. 19, n. 4, p. 544-562, 2017.

KRIPKA, R. M. L. *et al.* Ensino, aprendizagem e novas tecnologias: relações entre abordagens teóricas clássicas e contemporâneas. **Amazônia: Revista de Educação em Ciências e Matemática**, Belém, v. 16, n. 37, p. 39-53, 2020.

LÉVY, P. **As tecnologias da inteligência**: o futuro do pensamento na era da informática. São Paulo: Editora 34, 1993.

MASETTO, M. T. Mediação pedagógica e tecnologias de informações e comunicação. *In*: MORAN, J. M.; MASETTO, M. T.; BEHRENS, M. A. (org.). **Novas tecnologias e mediação pedagógica**. 21. ed. Campinas: Papyrus, 2013.

MORAN, J. M. Ensino e aprendizagem inovadores com apoio de tecnologias. *In*: MORAN, J. M.; MASETTO, M. T.; BEHRENS, M. A. (org.). **Novas tecnologias e mediação pedagógica**. 21. ed. Campinas: Papyrus, 2013. p. 11-72.

MORAN, J. M. Metodologias ativas para uma aprendizagem profunda. *In*: MORAN, J.; BACICH, L. (org.). **Metodologias ativas para uma educação inovadora**: uma abordagem teórico-prática. Porto Alegre: Penso, 2018.

NÓVOA, A. Para una formación de profesores construida dentro de la profesión. **Revista de Educación**, Madrid, n. 350, p. 203-218, 2009.

PONTE, J. P. Formação do professor de Matemática: perspectivas atuais. *In*: PONTE, J. P. (org.). **Práticas Profissionais dos Professores de Matemática**. Lisboa: Instituto de Educação da Universidade de Lisboa, 2014. p. 343-360.

PONTE, J. P.; BROCARD, J.; OLIVEIRA, H. **Investigações Matemáticas na Sala de Aula**. 2. ed. Belo Horizonte: Autêntica, 2009.

PONTE, J. P.; OLIVEIRA, H.; BRUNHEIRA, L. O trabalho do professor numa aula de investigação matemática. **Quadrante**, Lisboa, n. 7, v. 2, p. 41-70, 1998.

PONTE, J. P.; QUARESMA, M.; BRANCO, N. Tarefas de exploração e investigação na aula de Matemática. **Educação Matemática em Foco**, Lisboa, v. 1, n. 1, p. 9-29, 2012.

SILVA, C. C. R.; PORTO, M. D.; MEDEIROS, W. A. A teoria Vygotskyana e a utilização das novas tecnologias no ensino aprendizagem: uma reflexão sobre o uso do celular. **De Magistro de Filosofia**, Anápolis, ano 10, n. 21, p. 84-98, 2017.

SOUZA FILHO, M. P.; SOUZA, A. E.; GIBIN, G. B. Uso de recursos tecnológicos no ensino de ciências: produção de videoaulas didáticos-experimentais pelos futuros professores. **Nuances: Estudos sobre Educação**, Presidente Prudente, v. 28, n. 3, p. 133-149, 2017.

SOUZA, R. R. Algumas considerações sobre as abordagens construtivistas para a utilização de tecnologias na educação. **Liinc em Revista**, Rio de Janeiro, v. 2, n. 1, p. 40-52, 2006.

URDANETA, S. C. D.; GONZALEZ, J. L. P.; CASTILLO, A. D. Interpretação geométrica dos signos das razões trigonométricas com Geogebra. **Amazônia: Revista de Educação em Ciências e Matemática**, Belém, v. 13, n. 28, p.78-89, 2017.

Rosana Maria Luvezute Kripka

Pós-doutoranda em Ensino e História das Ciências e da Matemática (PEHCM) na Universidade Federal do ABC (UFABC), doutora pelo Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (PUC-RS), mestre em Ciências de Computação e Matemática Computacional pelo Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação (ICMC-USP) e licenciada em Matemática com ênfase em Computação pelo ICMC-USP.

Endereço para correspondência:

ROSANA MARIA LUVEZUTE KRIPKA
Universidade Federal do ABC (UFABC)
Avenida dos Estados, 5.001, Bloco A
Bangu, 09210-580
Santo André, SP, Brasil

Os textos deste artigo foram revisados pela Texto Certo Assessoria Linguística e submetidos para validação dos autores antes da publicação.