

Conhecimento didático de futuras professoras para o ensino de sequências numéricas num contexto de Sala de Aula Invertida

Preservice teachers' didactical knowledge for teaching number sequences in a Flipped Classroom context

Vilmar Gomes da Fonseca 

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro
Brasil
vilmar.fonseca@ifrj.edu.br

Ester dos Santos Silva Carvalho 

Grupo de Pesquisa em Ensino e Aprendizagem de Matemática, Instituto Federal do Rio de Janeiro
Brasil
srasilvah@gmail.com

Mariana Souza Pereira 

Grupo de Pesquisa em Ensino e Aprendizagem de Matemática, Instituto Federal do Rio de Janeiro
Brasil
marianaspereira20@gmail.com

Resumo. Neste artigo, apresentamos os resultados de um estudo que busca compreender o conhecimento didático evidenciado por duas licenciandas em Matemática no planejamento de uma aula híbrida na abordagem de Sala de Aula Invertida para o ensino de sequências numéricas. A recolha de dados compreendeu os momentos de planejamento da aula híbrida pelas futuras professoras e envolveu a elaboração de atividade instrucional (assíncrona), exploratória (síncrona) e avaliativa. Os resultados apontam a elaboração dos vídeos explicativos, *quiz* e tarefas exploratórias para o ensino de sequências numéricas como grandes desafios para as licenciandas no planejamento da aula híbrida. No entanto, revela-se que a integração e articulação de diferentes aspectos do conhecimento didático das licenciandas contribuiu para que elas superassem esses desafios. Os resultados sugerem que a elaboração, por licenciandos de Matemática, de materiais de ensino que integrem recursos didáticos manipuláveis e tecnologias digitais, na abordagem de Sala de Aula Invertida, suportada por um processo cíclico de atividades instrucionais, exploratórias e

avaliativas, pode favorecer a formação de futuros professores como profissionais reflexivos e contribuir com o desenvolvimento de seu conhecimento didático para ensinar matemática.

Palavras-chave: futuro professor de matemática; conhecimento didático; aula híbrida; sala de aula invertida; sequências numéricas.

Abstract. In this article, we present the results of a study that aims to understand the didactic knowledge evidenced by two preservice mathematics teachers in the planning of a hybrid lesson within the Flipped Classroom approach for teaching number sequences. The data collection comprised the moments of planning of the hybrid lesson by the preservice mathematics teachers and involved the elaboration of instructional (asynchronous), exploratory (synchronous) and evaluative activities. The results point to the elaboration of the video lesson, quiz and exploratory tasks for teaching number sequence as major challenges for the undergraduate students in planning the hybrid lesson. However, it is revealed that the integration and articulation of different aspects of their didactic knowledge contributed to their ability to overcome these challenges. The results suggest that the elaboration, by mathematics undergraduates, of instructional materials for mathematics teaching, in a flipped classroom approach, supported by a cyclical process of instructional, exploratory and evaluative activities and that integrates the use of manipulative teaching resources and digital technologies, can support the development of preservice mathematics teachers as reflective professionals and contribute to the enhancement of their didactic knowledge for teaching mathematics.

Keywords: preservice mathematics teachers; didactic knowledge; hybrid lesson; flipped classroom; number sequences.

Introdução

A formação inicial de professores de Matemática tem recebido atenção especial em extensa investigação na Educação Matemática dada às evidências de problemas, especialmente sobre a inserção do licenciando de Matemática no exercício da prática docente (Albuquerque et al., 2006; Ponte & Chapman, 2008). A inserção no cotidiano da escola colabora para formação deste futuro professor de Matemática, uma vez que lhe permite experimentar e refletir sobre a experiência docente e desenvolver o seu conhecimento profissional sobre o ensino da matemática, o qual deve ser feito mediante a articulação entre diferentes domínios desse conhecimento para dar suporte à realização da prática letiva (Santana et al., 2020).

Sob este aspecto, é possível identificar na literatura estudos como os de Ball et al. (2008), Ponte e Chapman (2008), Nóvoa (2009), Santana et al. (2020), Silva et al. (2022) que têm procurado compreender o modo como os processos formativos podem estimular o futuro professor a vivenciar experiências e processos reflexivos de contexto escolar, que considere a elaboração de materiais de ensino inovadores e o uso destes na implementação de intervenção didática e regência na escola. Desses estudos decorre a

importância de envolver o futuro professor no desenvolvimento de sua autonomia para planejar, executar e refletir sobre as aulas de matemática.

Com o retorno ao ensino presencial, após o período de isolamento social imposto pela pandemia da Covid-19, surgiram desafios significativos para a prática docente, exigindo que os professores revissem suas abordagens e reestruturassem os ambientes de ensino, de modo a tornar a aprendizagem da matemática mais dinâmica, coerente e eficaz (Silva et al., 2022). Esses desafios também se estendem aos futuros professores, que precisam adaptar-se a um cenário educacional em constante transformação, desenvolvendo e implementando intervenções didáticas ao longo de seus estágios supervisionados (Fonseca, Arquieres, Pedro et al., 2023). Isto constitui-se em um cenário profícuo para o uso da abordagem de Sala de Aula Invertida (Flipped Classroom) para ensinar matemática, com vista a favorecer um ambiente dinâmico, integrador e envolvente dos alunos no processo de sua aprendizagem (Lo et al., 2017; Valente, 2014).

Sob esta perspectiva, nota-se a necessidade de investigar a inserção dos futuros professores de Matemática no desenvolvimento de intervenções didáticas que considere tal abordagem de ensino (Valente, 2014), dando especial atenção ao desenvolvimento do conhecimento didático desses licenciandos e ao modo como articulam os diversos domínios deste saber docente, ao projetar atividades com o uso de recursos didáticos manipuláveis e/ou tecnológicos para ensinar matemática (Ponte & Chapman, 2008).

Sendo assim, apresentamos nesse texto os resultados de um estudo desenvolvido com duas futuras professoras de Matemática, no Brasil, que visa compreender o conhecimento didático evidenciado por elas no planejamento de uma aula híbrida, na abordagem de sala de aula invertida, para o ensino de sequências numéricas. Buscamos analisar como as licenciandas lidam com os desafios na construção dos materiais de ensino e de que maneira os superam, identificando aspectos do seu conhecimento didático ao longo do processo. Procura-se responder a seguinte questão de investigação: que aspectos do conhecimento didático são mobilizados pelas futuras professoras no planejamento de uma aula híbrida, na abordagem de sala de aula invertida, para ensinar sequências numéricas?

Este texto pretende, assim, contribuir para o aprofundamento da discussão e da reflexão sobre a realização de experiências didáticas para o ensino de matemática, como parte da formação inicial do professor de Matemática. Busca-se viabilizar a integração entre conteúdo e pedagogia, promovendo o ensino da matemática como uma atividade fundamentada e coerente, de modo que se torne flexível e adequada às necessidades dos alunos.

O conhecimento do professor para ensinar matemática

Os cursos de formação inicial de professores são os grandes responsáveis pelo preparo dos candidatos a professores – futuros professores – para a docência (Albuquerque et al.,

2006). Esta formação deve compreender a articulação e a integração dos diferentes tipos de conhecimentos necessários para ensinar os conteúdos aos alunos. À vista disso, Shulman (1986; 1987) aponta para a importância de o professor possuir conhecimento aprofundado do conteúdo que irá ensinar, como também ter conhecimento pedagógico do conteúdo, que em linhas gerais refere-se ao conhecimento de como os conteúdos devem ser ensinados, o qual desempenha um papel central na atividade docente.

No domínio da atuação do professor para ensinar matemática, Ball et al. (2008) propõem uma nova caracterização do conhecimento do conteúdo e conhecimento pedagógico do conteúdo propostos por Sulman (1986; 1987). Esses autores descrevem o conhecimento do conteúdo em três categoriais, nomeadamente conhecimento comum do conteúdo, conhecimento especializado do conteúdo e conhecimento do horizonte matemático, os quais traduzem aspectos do conhecimento sobre os conteúdos matemáticos, suas bases e a forma como se relacionam dentro do currículo da matemática, independentemente do nível de ensino. Já o conhecimento pedagógico do conteúdo é composto pelo conhecimento do conteúdo e dos alunos, conhecimento do conteúdo e do ensino e conhecimento do currículo, os quais contemplam a compreensão adequada de como os conteúdos matemáticos devem ser ensinados e da diversidade de materiais educacionais disponíveis para o ensino dos conteúdos em diferentes níveis.

Com a crescente integração das tecnologias digitais no ensino, tornou-se essencial que os professores saibam utilizá-las no desenvolvimento de experiências didáticas para o ensino da matemática. Esse conhecimento, definido como conhecimento tecnológico, foi descrito por Mishra e Koehler (2006) como parte de um modelo mais amplo que orienta a prática docente em ambientes mediados por tecnologia.

Inspirados nas ideias de Shulman (1986; 1987), os pesquisadores Mishra e Koehler (2006) apresentam um modelo formado por sete domínios do conhecimento do professor e que surgem a partir da articulação dos conhecimentos do conteúdo, pedagógico e tecnológico, a saber: conhecimento do conteúdo, conhecimento pedagógico, conhecimento tecnológico, conhecimento pedagógico do conteúdo, conhecimento tecnológico e pedagógico, conhecimento tecnológico do conteúdo e o conhecimento tecnológico e pedagógico do conteúdo (TPACK), conforme ilustrado na Figura 1.

Dentre esses domínios, o TPACK é de particular interesse pois representa o conhecimento essencial do professor para ensinar os conteúdos de sua área disciplinar – no caso, a Matemática, integrando tecnologia ao processo de ensino. Esse modelo é caracterizado pela interseção entre os sete tipos de conhecimento que o compõem.

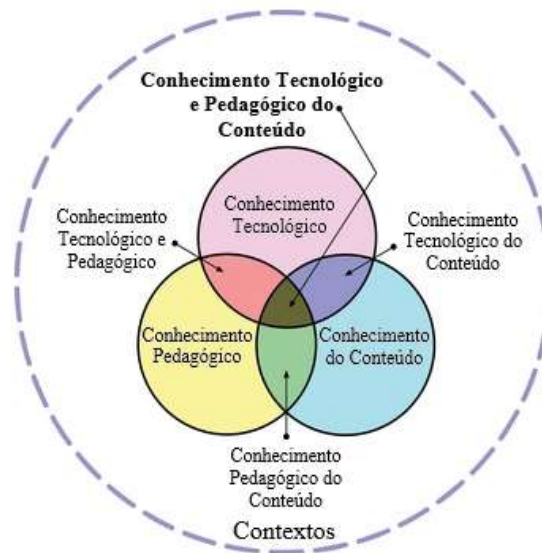


Figura 1. Domínios do conhecimento do professor (Mishra & Koehler, 2006)

No âmbito da atuação do professor de Matemática em sala de aula, alguns autores designam por conhecimento didático o conhecimento peculiar do professor associado à sua prática profissional para ensinar matemática (Ponte, 2012; Santana et al., 2020). É o conhecimento da matemática a ser ensinada, incluindo a maneira de abordá-la, de forma que seja compreensível aos alunos. Corresponde ao conhecimento que o professor utiliza para preparar suas aulas e organizar as situações de aprendizagem (Ponte, 2012).

Segundo Ponte (2012), o conhecimento didático é, acima de tudo, orientado para uma atividade prática, a saber, ensinar matemática aos alunos, apesar de se apoiar em conhecimentos de natureza teórica, como o conhecimento dos conteúdos de matemática, das teorias educacionais, das metodologias de ensino da matemática, entre outros. Ele também se apoia em conhecimentos de natureza social e experiencial, tais como o conhecimento sobre os alunos, a dinâmica da aula, os valores e a cultura da comunidade envolvente, a comunidade escolar e profissional, etc. Sobre essa perspectiva, é amplamente reconhecido que o conhecimento da matemática, o conhecimento do currículo, o conhecimento do aluno e o conhecimento da prática letiva constituem componentes do conhecimento didático, os quais são sistematizadas no esquema proposto por Ponte (2012), apresentado na Figura 2.

O conhecimento da matemática refere-se ao domínio da matemática enquanto disciplina escolar, o qual inclui a compreensão dos conceitos, processos e procedimentos matemáticos e das suas bases, bem como as relações e conexões destes dentro da Matemática, de modo a ensiná-los aos alunos, independentemente do nível de ensino em que atuarão (Albuquerque et al., 2006; Ponte, 2012). O conhecimento da matemática se manifesta quando o professor é capaz de reconhecer erros cometidos pelos alunos identificando a sua natureza, avaliar ideias alternativas na resolução de problemas, dar sentido a métodos e

soluções diferentes do convencional e ter presente em cada momento os significados e fundamentos dos conteúdos que estão sendo ensinados (Hill & Ball, 2009).



Figura 2. Dimensões do conhecimento didático (Ponte, 2012)

O conhecimento do currículo contempla uma compreensão adequada dos objetivos do ensino da Matemática, da organização sequencial dos conteúdos, dos recursos didáticos e das formas de avaliação (Ponte, 2012). Este conhecimento abrange, por exemplo, a capacidade de o professor compreender as inter-relações entre os temas matemáticos dentro do currículo, bem como de organizar a sequência didática dos conteúdos de forma estratégica (Ponte & Chapman, 2008). Ademais, também inclui saber as vantagens e desvantagens de usar os diversos recursos didáticos e tecnológicos em diferentes situações de ensino (Ball et al., 2008).

O conhecimento sobre os alunos envolve a compreensão de como eles pensam, aprendem e constroem significados em relação a um determinado conteúdo. Além disso, abrange a percepção de suas estratégias habituais de raciocínio, suas formas de interação em sala de aula, bem como seus valores e referências culturais (Santana et al., 2020). Este conhecimento é evidenciado quando o professor é capaz de avaliar o nível de dificuldade das questões consideradas nas tarefas, de antecipar as dificuldades que os alunos podem ter e quais as razões para isso (Ponte, 2012). Ademais, inclui ser capaz de antecipar aos erros comuns que os alunos cometem ao elaborar instruções didáticas que lhes permitam superar possíveis dificuldades (Ball et al., 2008).

O conhecimento da prática letiva corresponde à compreensão adequada dos processos de trabalho na sala de aula, incluindo o plano de cada aula, a concepção dos materiais de ensino (tarefas, questionários, instrumentos de avaliação, etc.) e tudo o que respeita à condução das aulas de matemática (Ponte, 2012). Este conhecimento abrange, por exemplo, o professor ser capaz de: (i) organizar o trabalho dos alunos em sala de aula, (ii) criar e gerir uma cultura de aprendizagem na sala de aula, (iii) desenvolver e regular a comunicação entre os intervenientes (alunos e professor) e (iv) avaliar as aprendizagens dos alunos e do ensino do próprio professor (Ponte & Chapman, 2008).

Os diferentes modelos de conhecimento do professor apresentados anteriormente dão uma ideia da diversidade de abordagem presentes na literatura e contribuem para caracterizar este conhecimento em seus diversos domínios. Entretanto, a articulação desses conhecimentos é fundamental para o desenvolvimento adequado do conhecimento do professor para ensinar matemática, devendo essa articulação ser orientada para a prática profissional (Ponte, 2012). Por isso, alguns autores têm situado o conhecimento do professor para ensinar matemática como algo importante a ser desenvolvido desde a sua formação inicial a partir de processos reflexivos que contemplem a integração entre a teoria matemática e a prática em sala de aula (Albuquerque et al., 2006; Ponte & Chapman, 2008).

No entanto, a literatura tem revelado inúmeros problemas no desenvolvimento do conhecimento do futuro professor para ensinar matemática ao realizarem atividades de intervenção de sala de aula. Alguns dos problemas mais comuns, são: (i) crenças errôneas sobre objetivos do ensino e aprendizagem; (ii) dificuldades em explicar as causas de erros dos alunos, (iii) limitações na condução a intervenção de sala de aula que favoreçam a superação dificuldades de aprendizagem; (iv) fragilidade do papel comunicação que ocorre em sala de aula; (v) dificuldades na elaboração de estratégias de resolução de problemas considerado de alto nível de complexidade cognitiva em comparação com problemas mais simples; (vi) dificuldades de identificar os processos de desenvolvimento e aprendizagem dos alunos (Magina et al., 2018; Ponte & Chapman, 2008).

Para Ponte e Chapman (2008), esses problemas podem estar relacionados com fragilidades no processo de inserção do licenciando no exercício da prática docente, e indica que este processo deve considerar experiências didáticas que permitam a integração entre conteúdo e pedagogia, a fim de melhor preparar os licenciandos para um ensino da matemática de qualidade. Essas experiências, conforme apontam Silva et al., (2022) devem envolver o planejamento, a execução e reflexão de intervenções didáticas voltadas para o ensino de Matemática, de modo a contribuir para o desenvolvimento do conhecimento didático dos futuros professores de Matemática, possibilitando-lhes superar dificuldades na mobilização desse conhecimento durante a prática docente

Portanto, ressalta-se à importância de o conhecimento do futuro professor para ensinar matemática ser desenvolvido a partir de experiências didáticas que contemplem momentos de pensar e repensar os materiais de ensino, além de sistematizá-los, para o ensino da matemática, em qualquer nível (Ponte, 2012). Isto favorece o conhecimento do futuro professor sobre como o conteúdo matemático deve ser ensinado.

Prática letiva como aspecto formativo do professor de Matemática

A preparação do futuro professor para o exercício da docência em Matemática envolve diferentes aspectos, incluindo a sua inserção no universo da escola (Ponte & Chapman, 2008). Nóvoa (2009) aponta que essa preparação deve ser construída dentro da profissão,

possibilitando aos professores em formação (futuros professores) o envolvimento em experiências didáticas e processos reflexivos associados à prática docente, ou seja, experiências que considerem práticas letivas como um lugar de reflexão e de formação.

Nesse sentido, é amplamente reconhecido o valor de envolver o futuro professor no processo de planejamento, execução e reflexão de intervenções didáticas para o ensino de matemática, permitindo-lhe compreender, apreciar e abraçar a complexidade da prática docente (Magina et al., 2018). Isto pode favorecer o desenvolvimento do conhecimento desse licenciando para ensinar matemática e a aproximação gradual ao universo da escola (Albuquerque et al., 2006; Ponte & Chapman, 2008).

À luz dessas considerações, diversos autores enfatizam a relevância do uso de tarefas bem planejadas e intencionalmente estruturadas como elemento central para o desenvolvimento adequado de aulas de matemática. Elas devem ser desafiantes e envolver os alunos com o propósito de criar compreensão e não apenas com o objetivo de verificar aprendizagem da matemática (Ponte, 2005). Quando bem elaboradas, as tarefas podem favorecer um maior envolvimento dos alunos no processo de aprendizagem, ao mesmo tempo que lhes proporcionam desafios intelectuais significativos (Ponte et al., 2017).

Nesse sentido, a literatura destaca que as tarefas exploratórias e investigativas desempenham um papel fundamental no ensino de matemática, pois promovem desafios que estimulam o raciocínio dos alunos (Ponte, 2005). Essas tarefas oferecem oportunidades para que os alunos descubram autonomamente respostas, representem conceitos matemáticos, formulem conjecturas e justifiquem seus raciocínios de acordo com seu nível de desenvolvimento (Ponte et al., 2017). Ademais, favorecem a reflexão, a discussão de significados e o desenvolvimento de uma compreensão relacional da matemática (Fonseca, 2019).

Ressalta-se, ainda, a realização de tarefas exploratórias que integram o uso de recursos didáticos manipuláveis e/ou tecnologias digitais como um contexto de ensino inovador, capaz de favorecer a visualização, a compreensão de elementos, estruturas e propriedades associados aos conceitos matemáticos, além de promover a percepção da importância da matemática para resolver problemas reais (Fonseca, 2019).

Portanto, torna-se fundamental compreender como se desenvolve o conhecimento didático do futuro professor de Matemática, com base em experiências e processos reflexivos de contexto escolar de ensino.

Aprendizagem de sequências numéricas

O conceito de sequências numéricas é um tema que tem ganhado atenção em investigações no âmbito da Educação Matemática nos últimos anos, por constituir excelente oportunidade para que o professor trabalhe com os alunos diversas noções matemáticas, como a noção de

variável, relações funcionais, generalização, resolução de equações, entre outras (Ponte & Branco, 2013; Radford, 2010).

A aprendizagem deste conceito matemático desenvolve-se ao longo de todo ensino básico e possui aplicações matemáticas interessantes, como por exemplo, as progressões aritmética e geométrica. Frequentemente são usadas como explicação de fenômenos da natureza, como por exemplo, a sequência de Fibonacci usada para descrever padrões observados na natureza, nas artes, na análise matemática do mercado financeiro, entre outros (Brasil, 2018).

Dentre os diferentes tipos de sequências exploradas no ensino de Álgebra, destacam-se as sequências pictóricas. Elas fornecem contextos adequados para envolver os alunos no reconhecimento e na generalização de regularidades, a partir de percepções intuitivas de padrões presentes em casos particulares (Radford, 2010). Além disso, possibilitam a articulação entre diferentes registros de representação, pictórico, numérico e algébrico, o que contribui para a compreensão de conceitos como variável e relações funcionais (Ponte & Branco, 2013).

Na aprendizagem de sequências numéricas, a literatura e orientações curriculares salientam, entre outros aspectos, a importância de o aluno ser capaz de: i) compreender a relação entre “termo” e “ordem” representando-a por uma proposição matemática; ii) reconhecer regularidades encontradas em sequências e utilizar registros algébricos para expressar a generalização das regularidades; iii) representar a expressão algébrica do termo geral da sequência e iv) aplicar conhecimentos algébricos para encontrar, na sequência, termos próximos e/ou distantes e suas respectivas ordens (Brasil, 2018; Ponte & Branco, 2013; Radford, 2010).

Apesar dessa relevância, alguns autores indicam que os alunos apresentam muitas dificuldades na aprendizagem das sequências, tais como: i) incompreensões da noção de variável e do seu uso para expressar a relação entre termo e ordem; ii) dificuldades na identificação e generalização da regularidade de sequência; iii) fragilidades na realização de operações algébricas ao determinar termos próximos e/ou distantes da sequência; iv) dificuldades na resolução de equações algébricas ao determinar a ordem e o termo de uma sequência, entre outras (Lima & Bianchini, 2022; Ponte & Branco, 2013). Essas dificuldades evidenciam a importância de considerar o ensino de sequências numéricas como uma atividade fundamentada e coerente, incentivando o trabalho colaborativo entre os alunos e um ambiente de reflexões sobre as noções matemáticas, visando potencializar a aprendizagem (Lima & Bianchini, 2022).

Frente a esse cenário, é amplamente reconhecido o valor da Sala de Aula Invertida (Flipped Classroom), integrando o uso de recursos didáticos e tecnologias digitais, como abordagem de ensino da matemática capaz de viabilizar um ambiente rico e inovador que contribui para potencializar a aprendizagem dos alunos (Bergmann & Sams, 2012; Lo et al.,

2017). Além de favorecer a superação das dificuldades identificadas, essa abordagem pode contribuir para o desenvolvimento do conhecimento didático do futuro professor, ao proporcionar experiências formativas centradas na prática e na reflexão crítica sobre os processos de ensino e aprendizagem (Valente, 2014).

Sala de Aula Invertida como abordagem de ensino de Matemática

A Sala de Aula Invertida constitui uma abordagem de ensino híbrido que inverte a lógica do ensino tradicional, em que o estudo do conteúdo é feito pelo aluno previamente à sala de aula e em local que lhe seja favorável, e, na sala de aula, as aprendizagens são sistematizadas através da resolução de tarefas, reflexões e discussões para esclarecimento de dúvidas (Bergmann & Sams, 2012; Valente, 2014).

A importância da adoção da sala de aula invertida nas aulas de matemática tem recebido atenção crescente em investigações no campo da Educação Matemática em todo o mundo. Por exemplo, Lo et al. (2017) analisaram 33 publicações científicas que investigaram o uso dessa abordagem em aulas de matemática na educação básica e ensino superior, nos Estados Unidos, Europa e Ásia, no período de 2011 a 2020. Os autores constataram que a sala de aula invertida contribui para: (i) aumentar a interação e participação dos alunos na aula, (ii) potencializar a compreensão dos alunos sobre a matemática e (iii) elevar a satisfação dos alunos em relação aos materiais de ensino e método de ensino utilizados.

Schreiber et al. (2018) constataram resultados semelhantes aos de Lo et al. (2017) analisando outros 16 estudos realizados entre 2014 e 2017. Os autores destacam que a prática didática com o uso da sala de aula invertida deve ser incentivada e aperfeiçoada cada vez mais, e ressaltam a necessidade de novas pesquisas para compreender melhor as potencialidades dessa abordagem, bem como sua contribuição para a transformação das práticas educacionais no ambiente escolar.

As tarefas e os recursos usados, assim como os tipos de atividades que os alunos realizam dentro ou fora da sala de aula, variam de acordo com a proposta adotada, criando diferentes possibilidades para essa abordagem de ensino (Valente, 2014). A *Flipped Learning Network* (2014) identifica quatro elementos essenciais para a sua implementação: (i) um ambiente de aprendizagem flexível, que permita a adaptação às necessidades individuais dos alunos; (ii) uma instrução intencional, com atividades interativas voltadas ao ensino do conteúdo; (iii) a promoção da aprendizagem ativa, incentivando a prática e a aplicação dos conhecimentos adquiridos; e (iv) o fornecimento de feedback imediato, possibilitando uma orientação contínua e dinâmica ao longo do processo de aprendizagem.

Um modelo de sala de aula invertida que se alinha a esses aspectos e se mostra relevante para os objetivos deste estudo é aquele estruturado em um processo cíclico de atividades Instrucional (assíncrona), Exploratória (síncrona) e Avaliativa (Figura 3). Esse modelo é resultado de estudos sobre como promover uma inversão adequada das aulas de

matemática, desenvolvidos desde 2020 pelos membros do projeto de pesquisa *Techschoo* – *Tecnologias na Escola e Formação de Professores*, do qual os autores deste texto fazem parte. Alguns dos resultados dessas investigações podem ser encontrados em Silva et al. (2022), Fonseca, Aquieres, Pedro et al. (2023), Fonseca, Aquieres, Carvalho et al. (2023) e Fonseca e Terra (2025).

Os estudos conduzidos no projeto *Techschoo* envolveram discussões e reflexões sobre diferentes propostas de inversão de aula adotadas por professores e pesquisadores da Educação Matemática (e.g., Bergmann & Sams, 2012; Lo et al., 2017; Schreiber et al., 2018). Além disso, englobaram a implementação e o aperfeiçoamento de aulas híbridas fundamentadas nesse modelo, com o objetivo de investigar sua aplicabilidade e seu impacto na aprendizagem dos alunos.

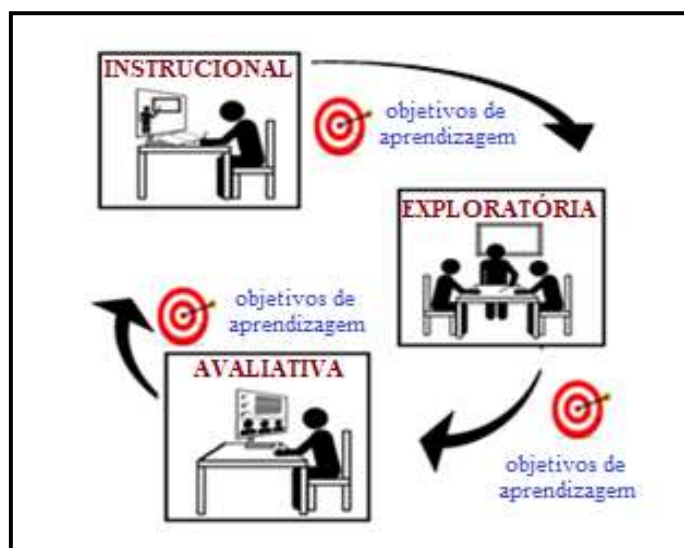


Figura 3. Processo cíclico de desenvolvimento da sala de aula invertida

Nesse modelo, a atividade instrucional consiste numa ação sistemática de ensino que tem como principal característica a explicação e exemplificação do conteúdo a ser estudado. Essa atividade ocorre antes do encontro presencial, permitindo que os alunos explorem previamente os conceitos a partir de materiais de ensino organizados pelo professor. Esses materiais podem incluir diferentes recursos multimídia, como podcasts e vídeos, além de estratégias interativas, como *quizzes* associados à visualização de vídeos, que auxiliam na fixação dos conceitos (Fonseca, Aquieres, Pedro et al., 2023; Lo et al., 2017). De acordo com Bergmann e Sams (2012), essa etapa é fundamental no modelo de sala de aula invertida, pois permite que os alunos tenham um primeiro contato com os conceitos antes do encontro presencial, potencializando a aprendizagem em sala de aula.

Por sua vez, a atividade exploratória constitui uma ação de ensino de sala de aula com ênfase na realização de tarefas pelos alunos, de forma autônoma e, preferencialmente, em pares ou grupos, cabendo ao professor apoiá-los na realização das tarefas de modo que

alcancem as aprendizagens propostas. Este tipo de atividade pode incluir tarefas exploratórias e/ou investigações, modelação matemática, entre outros, podendo seguir a prática de ensino exploratório (Fonseca, 2019; Ponte, 2005). De acordo com a *Flipped Learning Network* (2014), a exploração ativa de conceitos pelos alunos, com o suporte do professor, é um dos pilares da sala de aula invertida, pois possibilita a aplicação prática do conhecimento adquirido previamente, promovendo maior engajamento e compreensão dos conteúdos.

Por fim, a atividade avaliativa constitui uma ação de ensino que permite aos alunos aplicar os conhecimentos adquiridos nas atividades anteriores, para resolver novas situações e problemas. Seu foco principal é verificar se os objetivos de aprendizagem foram alcançados pelos alunos. Este tipo de atividade pode incluir a realização de testes, itens avaliativos, seminários, entre outros instrumentos de avaliação (Lo et al., 2017). Bergmann e Sams (2012) destacam que essa etapa é essencial no modelo de sala de aula invertida, pois possibilita que os alunos utilizem o conhecimento construído, enquanto o professor acompanha seu progresso e identifica possíveis dificuldades, viabilizando a realização de intervenções pedagógicas mais direcionadas.

O que distingue este modelo de outros apresentados na literatura é o caráter cíclico do processo de inversão da aula. Neste processo, inicialmente são definidos os objetivos de aprendizagem do conteúdo a ser ensinado, os quais devem estar integrados em cada uma das atividades, nomeadamente instrucional, exploratória e avaliativa. Os materiais de ensino, como videoaulas, *quizzes* e tarefas são elaborados com o propósito de orientar rumo ao alcance desses objetivos. Assim, o caráter cíclico das três fases torna-se claramente evidenciado.

É fundamental que todos os materiais de ensino utilizados nas etapas da sala de aula invertida estejam alinhados aos objetivos de aprendizagem previamente definidos, garantindo a coerência e a eficácia do processo de ensino. Esse alinhamento está em consonância com os princípios para a inversão da aula, propostos pela *Flipped Learning Network* (2014), segundo os quais o professor mantém o controle do processo de ensino ao planejar estrategicamente cada etapa, garantindo que as atividades estimulem a participação ativa dos alunos e promovam uma aprendizagem significativa.

Metodologia do estudo

Este estudo, de natureza qualitativa e interpretativa (Coutinho, 2011), foi realizado no 2.º semestre de 2022. Tem por base a realização de uma aula híbrida, na abordagem de sala de aula invertida, que visava promover a aprendizagem de alunos do 8.º ano de uma escola pública no Brasil, com idade entre 13 e 14 anos, sobre sequências numéricas.

A aula híbrida foi realizada por duas alunas de um curso de Licenciatura em Matemática, Maria e Fátima (nomes fictícios), sob supervisão do investigador e coordenador do projeto

Techschoo. Este curso, modalidade de formação inicial no Brasil, tem como objetivo habilitar professores de Matemática para atuarem na Educação Básica, abrangendo do 6.º ao 9.º ano do Ensino Fundamental e o Ensino Médio, níveis que correspondem, em Portugal, respectivamente, ao 2.º e 3.º ciclos do Ensino Básico e ao Ensino Secundário.

O ensino de sequências numéricas considerou os seguintes aspectos, referidos na literatura e no normativo curricular, como objetivos de aprendizagem: (i) identificar a regularidade de uma sequência numérica; (ii) generalizar a regularidade de uma sequência; (iii) traduzir a expressão algébrica do termo geral de uma sucessão; (iv) aplicar os conhecimentos algébricos para resolver problemas associados ao conceito de sequência (Brasil, 2018; NCTM, 2000).

Cabe ressaltar que, embora Maria estivesse no último período da formação e Fátima no penúltimo, esta constituiu a primeira experiência planejada e reflexiva para ambas no desenvolvimento de uma aula híbrida. Entretanto, a participação no projeto *Techschoo* possibilitou que realizassem estudos aprofundados acerca das características do ensino híbrido por meio da sala de aula invertida, bem como sobre a utilização de recursos didáticos e tecnologias digitais no ensino da matemática. Essa vivência proporcionou às licenciandas uma base sólida de conhecimento sobre esse contexto de ensino.

Neste artigo, focamos no planejamento e reflexão dos materiais de ensino da aula híbrida. A Tabela 1 apresenta uma descrição das ações das futuras professoras ao longo desse processo, que ocorreu em nove encontros de duas horas cada, sob orientação do coordenador do projeto.

Tabela 1. Processo de planejamento da prática didática pelas licenciandas

	Ações realizadas	Encontros
Planejamento	Discussão sobre os objetivos de aprendizagem de sequências numéricas que orientam a construção dos materiais de ensino.	12/09/2022
	Discussão sobre os recursos didáticos com uso de tecnologias digitais.	23/09/2022
	Discussão sobre os recursos didáticos com uso de tecnologias digitais (Obs: Os vídeos que integram a atividade instrucional foram gravados pelas licenciandas posteriormente a esse encontro).	25/10/2022
	Revisão dos vídeos explicativos e laboração do quiz, que integram a atividade instrucional.	3/11/2022
	Elaboração das tarefas exploratórias.	6/11/2022
	Elaboração das tarefas exploratórias.	15/11/2022
	Revisão e aperfeiçoamento dos materiais de ensino (quiz e vídeos) construído para a atividade instrucional.	18/11/2022
	Revisão e ajustes das tarefas exploratórias para a atividade exploratória.	21/11/2022
	Elaboração dos itens avaliativos para a atividade avaliativa.	25/11/2022

A recolha de dados compreendeu os momentos de planeamento dos materiais de ensino da aula híbrida pelas licenciandas, gravados em áudio/vídeo, das notas de campo do investigador da observação desses momentos e de relato escrito e verbal pelas futuras professoras sobre os desafios enfrentados por elas na elaboração dos materiais de ensino da referida aula, construído após a implementação da aula híbrida.

A análise dos dados, descritiva e interpretativa (Wolcott, 2009), foi realizada através da triangulação dos mesmos e centrou-se em ações das futuras professoras no planeamento dos materiais de ensino da prática didática. A análise dedicou especial atenção aos desafios enfrentados por elas na elaboração desses materiais e às estratégias adotadas para superá-los, buscando identificar aspectos do conhecimento didático das licenciandas (Tabela 2). Para apoiar essa análise incluímos excertos de material e comentários produzidos pelas licenciandas que resultam dessas ações.

Tabela 2. Categoria de análise dos dados

Categorias	Descrição
Materiais de ensino	Ações das licenciandas na elaboração dos materiais de ensino da aula híbrida para o ensino sequências numéricas.
Reflexão	Reflexão sobre os desafios enfrentados pelas licenciandas na elaboração dos materiais de ensino da aula híbrida.

Resultados

Os resultados mostram que a elaboração de materiais de ensino (tarefas, vídeos, *quiz* e itens avaliativos) sobre sequências numéricas, para aula híbrida, na abordagem de sala de aula invertida, representou um desafio significativo para as futuras professoras.

De facto, as licenciandas sentiram dificuldades na gravação dos vídeos explicativos usados no ensino de sequências numéricas, que fizeram parte da atividade instrucional. Isto é confirmado pelos comentários de Fátima sobre os desafios enfrentados na elaboração desses materiais, conforme apresentados a seguir.

- Fátima: Achei difícil, no início, gravar os vídeos. Levava muito tempo para gravar e tinha que tentar ser a mais sucinta possível para o vídeo não ficar longo.
- Investigador: Como conseguiu superar esse desafio?
- Fátima: Uma estratégia que eu comecei a adotar foi fazer tipo um roteiro do que seria falado e fazer a exposição de forma mais objetiva.
- Investigador: O que você levou em consideração ao elaborar esse roteiro?
- Fátima: Considerei os objetivos de aprendizagem e organizei os conteúdos em tópicos, definindo o que seria abordado em cada vídeo. Criei os materiais visuais no Canva e usei o PowerPoint para montar o roteiro. Após gravar o vídeo, editei com o Screencast-o-matic e salvei no YouTube. O roteiro me ajudou a planejar os cortes, otimizando a gravação e reduzindo o tempo dos vídeos.

O diálogo revela que reduzir a duração dos vídeos foi um grande desafio para Fátima, que superou essa dificuldade ao elaborar um roteiro de ensino organizando os tópicos do conteúdo e integrando recursos visuais produzidos no Canva e PowerPoint. Além disso, utilizou outras tecnologias digitais, como o Screencast-o-Matic e o YouTube, para gravar, editar e disponibilizar os vídeos, otimizando o tempo e tornando-os mais objetivos. Isso mostra o conhecimento adequado de Fátima sobre a organização do conteúdo e a apropriação de recursos tecnológicos no ensino de sequências, tal como apontam Ball et al. (2008).

Maria, por sua vez, relatou dificuldades semelhantes na gravação dos vídeos, conforme se observa no diálogo estabelecido com o investigador, apresentado a seguir.

- Maria: Tive dificuldade em encontrar uma forma direta e dinâmica de gravar e, também, com o tempo dos vídeos.
- Investigador: Como conseguiu superar esse desafio?
- Maria: Então, foi necessário regravar algumas vezes e ser mais direta na minha fala.
- Investigador: Como você fez para gravar e ser mais focada?
- Maria: Para gravar, eu usei um aplicativo de gravação de tela do celular. Eu não tinha tablet ou notebook. Para organizar a explicação, utilizei o Jamboard.
- Investigador: E como você estruturou a exposição do conteúdo no vídeo, por exemplo, no vídeo 1?
- Maria: Eu pensei bastante em algo do dia a dia dos alunos, já que sequência é um conteúdo muito numérico. Primeiro, eu contextualizei com situações do cotidiano, apresentando sequências que a gente encontra facilmente, como sequências de livros ou de cores. Depois, apresentei outras sequências com diferentes regularidades, para que o aluno pudesse observar como a sequência vai aumentando, diminuindo, e encontrar o próximo termo.

Para superar as dificuldades, Maria precisou regravar algumas vezes utilizando um aplicativo de gravação de tela em seu celular e ajustando sua fala para torná-la mais clara e objetiva. Para estruturar melhor a exposição do conteúdo, utilizou o Jamboard como recurso de apoio e contextualizou as sequências com base em situações do cotidiano, o que demonstra um uso apropriado de recursos tecnológicos aplicados ao ensino, tal como apontam Mishra e Koehler (2006). Ao estruturar o vídeo 1, Maria optou por apresentar sequências facilmente reconhecíveis no dia a dia, diversificando os tipos de regularidades e articulando símbolos e representações visuais, com o objetivo de favorecer a compreensão dos padrões e a identificação de seus elementos constitutivos. Tal abordagem evidencia um conhecimento adequado do conteúdo matemático necessário ao ensino, conforme discutem Ball et al. (2008).

As ações desenvolvidas por Fátima e Maria evidenciam um conhecimento adequado, por parte das licenciandas, tanto do conteúdo matemático quanto do conhecimento do currículo, aspectos que refletem dimensões do conhecimento didático e que são fundamentais à prática docente, conforme discute Ponte (2012).

Também se observa que a elaboração das questões para o *quiz* constituiu um desafio para as licenciandas, o qual foi superado à medida que conseguiram sistematizar os objetivos de aprendizagem sobre sequências numéricas, em articulação com a produção dos vídeos, conforme se verifica em seus comentários apresentados a seguir.

- Fátima: O que eu achei desafiador na elaboração do *quiz* foi, com certeza, a elaboração das questões. Por serem questões conceituais a gente teve que pensar um pouco sobre quais seriam as bases teóricas para que o aluno aprendesse o conteúdo [sequência], ou seja, o que o aluno precisa aprender para chegar em aula sabendo aquele determinado tópico.
- Maria: O mais desafiador na elaboração do *quiz* foi definir [consolidar] os objetivos de aprendizagem. Quando se tem bem definidos os objetivos, você consegue pensar no que vai fazer para elaborar as questões [do *quiz*] e os vídeos.
- Investigador: Como superaram esse desafio? [questiona a cada licencianda]
- Fátima: Eu comecei a definir os objetivos da aula, ou seja, pensar sobre “o que eu preciso que o aluno aprenda?” e preparar questões teóricas que estivessem de acordo com a exposição nos vídeos. Essa pergunta é que fez sentido para que eu conseguisse construir o *quiz* e os vídeos.
- Maria: As discussões e orientações com o senhor [investigador] foram essenciais para que pudéssemos estabelecer os objetivos de aprendizagem. Daí, conseguimos elaborar o *quiz* e decidir o que fazer nos vídeos.

Os comentários mostram que as licenciandas enfrentaram dificuldades na elaboração de questões conceituais para o *quiz*. Fátima superou esse desafio ao refletir sobre o que era “preciso que o aluno aprendesse”, conforme expressou em sua fala. É possível inferir que Fátima identificou os conhecimentos essenciais que os alunos deveriam adquirir, alinhados ao conceito de sequências numéricas, o que lhe permitiu elaborar questões teóricas compatíveis com os objetivos de aprendizagem definidos e coerentes com a proposta dos vídeos. Essa ação evidencia sua capacidade de manter presentes os objetivos dos conteúdos ensinados, refletindo, assim, aspectos do conhecimento do currículo, essencial à prática docente, tal como discutem Ball et al. (2008).

Já Maria aponta que as discussões e orientações realizadas com o investigador lhe possibilitaram identificar aspectos essenciais a serem considerados no ensino de sequências. A partir disso, foi capaz de definir os objetivos de aprendizagem que orientam a prática didática e de elaborar questões do *quiz* coerentes com a proposta do vídeo, conforme exemplificado na Figura 4.

Esse processo evidencia a importância do papel do professor em estimular os futuros professores a vivenciarem momentos de reflexão, análise e sistematização de materiais de ensino, contribuindo para o desenvolvimento do conhecimento sobre como o conteúdo matemático deve ser ensinado, conforme destaca Albuquerque et al. (2006).

Exposição no vídeo

Quanto custarão quatro coxinhas?

RS 2,00 RS 4,00 RS 6,00 ??

Quanto custarão quatro coxinhas?

COXINHAS	PREÇO
$2 \cdot 1 = 2$	2
$2 \cdot 2 = 4$	4
$2 \cdot 3 = 6$	6
4	

Questão do Quiz

Observe a sequência abaixo. Qual é a regularidade (padrão) dessa sequência?

1ª figura 2ª figura 3ª figura 4ª figura

- ☐ A quantidade de bolinhas é o dobro do número da figura
- ☐ A quantidade de bolinhas é o triplo do número da figura
- ☐ A quantidade de bolinhas é o quádruplo do número da figura

Figura 4. Ilustração de exposição do vídeo e questão do *quiz* elaborados por Maria

A Figura 4 ilustra dois momentos distintos da proposta didática elaborada por Maria. No primeiro, o vídeo apresenta uma explicação sobre como identificar e generalizar a regularidade de uma sequência numérica, de razão aditiva, representada pictoricamente, no caso, uma sequência de "coxinhas". A abordagem destaca o processo de dedução da regra que define o padrão da sequência. No segundo momento, representado por uma questão do *quiz*, Maria propõe um problema envolvendo uma sequência pictórica de bolinhas, em que o aluno deve identificar a regularidade existente na situação. Para isso, são oferecidas três alternativas, cada uma expressando uma possível generalização da regularidade por meio de uma regra verbal.

Essa articulação entre o vídeo e as questões do *quiz* evidencia a capacidade de Maria para estruturar o ensino de sequências numéricas em conformidade com as orientações curriculares para o ensino desse conteúdo (Brasil, 2018). Destaca-se, em especial, sua habilidade em promover a compreensão da noção de regularidade e sua generalização, por meio do uso de diferentes representações, conforme apontado por Ponte e Branco (2013). Tais ações evidenciam aspectos do conhecimento matemático que sustentam a prática docente, em consonância com as reflexões de Ponte e Chapman (2008).

Os resultados também indicam que as licenciandas consideram a elaboração da sequência de tarefas exploratórias aplicadas em sala de aula um grande desafio. De facto, Maria aponta que decidir o percurso de aprendizagem a ser considerado na elaboração das tarefas demandou muito tempo. Nesse processo, ela menciona a realização de encontros semanais com muitas leituras, pesquisas, discussões e reflexões com o objetivo de construir

sequências numéricas para as tarefas coerentes com a proposta didática. A resolução das tarefas foi guiada, em suas próprias palavras, por um processo de “montagem de peças”, como ilustrado a seguir:

Maria: A tarefa exploratória foi difícil fazer. A gente teve dificuldade inicial de sair daquele modelo tradicional de sequência de números e considerar algo diferente, contextualizado. Eu lembro que a Fátima sugeriu uma situação envolvendo Romeu e Julieta. Depois, pensamos em trabalhar uma sequência de coxinhas. Por último optamos pela dinâmica de montar peças. Nós pegamos bloquinhos e palitos coloridos para fazer os alunos montarem sequências. O que nos ajudou a conseguir elaborar a tarefa exploratória foi a constância, toda semana estávamos reunidas (...). Foram muitas pesquisas e conversas realizadas (...). Pesquisar na internet e ler sobre como tornar mais dinâmica a aprendizagem sobre sequências. Eu lembro de ter lido alguns artigos sobre isso e verificado algumas perguntas que facilitariam a exploração dos alunos.

Fátima concorda com Maria e acrescenta a importância da elaboração de perguntas adequadas para integrar as tarefas exploratórias, a fim de que os alunos possam se envolver no processo de investigação e alcançar as descobertas desejadas, como se observa no comentário a seguir:

Fátima: Sim! Foi muito bom! Uma tarefa exploratória é diferente de uma matéria no quadro em que você apresenta tudo pronto e mastigado para o aluno. Quando você se propõe a construir um conhecimento por meio de uma investigação, o aluno experimenta. Então ele cria as próprias expectativas e método de aprender. Mediante a tua pergunta ele consegue fazer e chegar à conclusão [...]. Eu aprendi que saber fazer perguntas é muito importante porque uma pergunta pode mudar a forma como o aluno aprende sobre um conteúdo (comentário de Fátima sobre a elaboração das tarefas exploratórias).

Os comentários de Fátima e Maria evidenciam a preocupação das licenciandas em selecionar materiais e contextos adequados para a criação de cenários de aprendizagem coerentes com a proposta didática, processo que se concretizou por meio de intensas discussões e reflexões ao longo da formação. Essa escolha visou integrar elementos do ensino por investigação às atividades propostas aos alunos, promovendo experiências de aprendizagem articuladas à experimentação ativa.

Esses aspectos indicam uma compreensão adequada, por parte das licenciandas, de processos de trabalho em sala de aula, bem como da elaboração de materiais de ensino que favoreçam o protagonismo dos alunos. Essa postura está alinhada aos apontamentos de Albuquerque et al. (2006) e Ponte (2012), que enfatizam a importância de um conhecimento fundamentado e reflexivo sobre a prática letiva.

Conclusão

Neste artigo, analisamos os desafios enfrentados por duas licenciandas em Matemática no planejamento de uma aula híbrida, na abordagem da sala de aula invertida, para o ensino de sequências numéricas, com o objetivo de compreender os aspectos do conhecimento didático mobilizados por elas ao longo desse processo.

Os resultados indicam que as licenciandas vivenciaram uma experiência didática fundamentada e coerente com as recomendações para o ensino da matemática, conforme discutido por Albuquerque et al. (2006) e Ponte e Chapman (2008). De facto, a elaboração dos materiais de ensino foi conduzida em alinhamento com as orientações curriculares para o ensino de sequências numéricas (Brasil, 2018), possibilitando a sua aplicação em sala de aula e considerando os desafios impostos pelo ensino híbrido e pela abordagem de sala de aula invertida (Lo et al., 2017).

As licenciandas demonstraram a capacidade de articular diferentes dimensões do conhecimento didático do professor de Matemática, conforme aponta Ponte (2012). Evidenciaram um domínio adequado do conhecimento da matemática (conteúdo de sequências numéricas), estruturando um roteiro de ensino progressivo, que se inicia com a identificação de padrões, avança para a generalização algébrica do termo geral da sequência e culmina na aplicação desse conceito na resolução de problemas. Esses problemas foram planejados de modo a envolver tanto cálculos numéricos quanto a resolução de equações, demonstrando uma compreensão adequada do conhecimento matemático necessário ao professor para ensinar matemática, conforme destaca Albuquerque et al. (2006).

Ressaltamos que a elaboração dos materiais de ensino exigiu das licenciandas um conhecimento adequado dos recursos tecnológicos e de suas potencialidades no ensino, conforme apontam Mishra e Koehler (2006). Isso se evidencia no uso de aplicativos digitais para a gravação de vídeos explicativos sobre sequências numéricas, nos quais exploraram as funcionalidades dessas ferramentas para construir um percurso de ensino dinâmico, integrando múltiplas representações das sequências numéricas e ultrapassando a mera exposição estática do conteúdo.

As licenciandas também demonstraram conhecimento sobre os alunos e seus processos de aprendizagem ao considerar dificuldades comuns na elaboração de distratores para itens avaliativos. Isso reflete a importância de compreender os erros dos alunos não apenas como falhas, mas como indicadores de seu raciocínio, permitindo intervenções didática mais eficazes, conforme apontam Ball et al. (2008).

Por fim, evidenciou-se um conhecimento adequado, por parte das licenciandas, relativamente a aspectos fundamentais da prática letiva, nomeadamente o planejamento de aula e a conceção de materiais de ensino (como tarefas, questionários e instrumentos de avaliação) que promovem o protagonismo dos alunos. As licenciandas estruturaram um planejamento coerente com a abordagem de sala de aula invertida, organizando atividade

instrucional, exploratória e avaliativa com base em objetivos de aprendizagem bem definidos, compondo um percurso de aprendizagem progressivo e articulado. Destaca-se, ainda, a elaboração de materiais de ensino que proporcionaram uma explicação dinâmica das sequências numéricas, particularmente na atividade instrucional, e consideram o uso de tarefas exploratórias que integram diferentes representações das sequências, bem como materiais concretos (blocos, palitos e figuras geométricas planas). Esse trabalho revela uma compreensão adequada, por parte das licenciandas, de processos presentes na organização da prática letiva, tal como aponta Ponte (2012).

Essa integração entre diferentes aspectos do conhecimento do professor permitiu às licenciandas superar inúmeros desafios, como encontrar novas formas de ensinar e promover a aprendizagem mais efetiva dos alunos. Os resultados deste estudo evidenciam, assim, um adequado conhecimento didático mobilizado pelas futuras professoras para ensinar sequências numéricas, em consonância com as proposições de Ponte (2012).

Embora a implementação de práticas didáticas para o ensino de Matemática envolva diversos desafios, conforme indicam Magina et al. (2018), os resultados deste estudo apontam que a realização de intervenção didática para o ensino da matemática, na abordagem de sala de aula invertida, estruturada por um processo cíclico de atividades instrucional, exploratória e avaliativa e que integra recursos didáticos manipuláveis e tecnologias digitais, pode ser usada como um processo formativo com potencial para desenvolver o conhecimento didático do futuro professor para ensinar matemática.

Salientamos que os elementos teórico-práticos discutidos neste estudo contribuem para o avanço do conhecimento sobre a prática docente como dimensão formativa na preparação de professores de Matemática. Ao evidenciar o potencial da abordagem de sala de aula invertida para a criação de ambientes que favoreçam o desenvolvimento do conhecimento didático, este trabalho aponta caminhos para a promoção de experiências formativas mais intencionais e reflexivas na formação inicial de professores.

No entanto, este estudo representa apenas um primeiro passo na compreensão de tais potencialidades. Entre suas limitações, destaca-se o fato de que a proposta didática se concentrou na introdução do conceito de sequências numéricas, com ênfase predominante em sequências pictóricas, o que restringe a exploração de outros tipos de sequências e níveis de aprofundamento. Ademais, o foco da análise recaiu sobre o planejamento da aula híbrida elaborado pelas licenciandas, não abrangendo as ações por elas desenvolvidas durante a sua implementação, as quais serão abordadas em publicações futuras, dada a limitação de espaço neste artigo. Destaca-se ainda a importância de aprofundar a investigação sobre o conhecimento didático mobilizado por futuros professores, considerando as suas ações na análise das resoluções dos alunos das tarefas e na condução das aulas de matemática, numa abordagem de sala de aula invertida.

Compreender como esse tipo de conhecimento emerge exige um aprofundamento dos recursos e das estratégias que favoreçam o seu desenvolvimento ao longo do processo de planejamento, execução e reflexão sobre a aula híbrida. Estes desdobramentos poderão contribuir de forma mais consistente para o fortalecimento de práticas formativas e para o avanço das pesquisas em Educação Matemática.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao IFRJ, CAPES e FAPERJ pelo apoio financeiro no desenvolvimento desta pesquisa.

Nota

Parte dos resultados deste artigo foi divulgada em comunicação científica no XXXIII Seminário de Investigação em Educação Matemática (XXXIII SIEM), realizado em julho de 2023, em Barcelos, Portugal, e publicada nas respectivas atas do evento.

Referências

- Albuquerque, C., Veloso, E., Rocha, I., Santos, L., Serrazina, L., & Nápoles, S. (2006). *A Matemática na formação inicial de professores*. APM e SPCE.
- Ball, D., Thames, M., & Phelps, G. (2008). Content knowledge for teaching: what makes it special? *Journal of Teacher Education*, 59(5), 389-407. <https://doi.org/10.1177/0022487108324554>
- Brasil (2018). *Base nacional comum curricular: ensino médio*. Ministério da Educação. MEC. <http://basenacionalcomum.mec.gov.br>
- Bergmann, J., & Sams, A. (2012) *Flip Your Classroom: reach every student in every class every day*. ISTE.
- Coutinho, C. (2011). *Metodologia de investigação em ciências sociais e humanas: teoria e prática*. Almedina.
- Flipped Learning Network (FLN). (2014). *The Four Pillars of F-L-I-P™*. <https://flippedlearning.org/definition-of-flipped-learning/>
- Fonseca, V. (2019). *Aprendizagem com compreensão dos conceitos de limite e continuidade: uma experiência de ensino com recurso ao GeoGebra na formação inicial de professores de matemática, no Brasil*. [Tese de doutoramento, Universidade de Lisboa]. Repositório da Universidade de Lisboa. <http://hdl.handle.net/10451/42789>
- Fonseca, V., Arquieres, D., Carvalho, E., & Freitas, L. (2023). Prática didática, em contexto de ensino remoto emergencial, sobre número racional por futuros professores de Matemática: do planejamento à execução. In J. Gaspar, A. Farves, H. Rosa & M. Bastos (Orgs.), *Educação matemática e ensino híbrido: possibilidades e desafios para sala de aula* (pp. 41-59). Nova Xavantina. <https://doi.org/10.46420/9786585756105>
- Fonseca, V., Arquieres, D., Pedro, V. S., & Borges, I. R. L. (2023). Acción de futuro profesor de matemáticas en la implementación de una práctica didáctica, en un contexto de enseñanza remota de emergencia, sobre la ecuación exponencial. *Intersaberes*, 18, E023tl4019. <https://doi.org/10.22169/revint.v18.E023tl4019>
- Fonseca, V., & Terra, M. (2017). Sala de aula invertida no ensino de fatoração algébrica: um estudo sobre o pensamento algébrico evidenciado por estudantes brasileiros do 8º ano. *Cuadernos de investigación y formación en educación matemática*, 18, 43-60. <https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/cifem>
- Hill, H., & Ball, D. (2009). The curious – and crucial – case of Mathematical Knowledge for Teaching. *Phi Delta Kappan*, 91(2), 68-71.
- Lima, G., & Bianchini, B. (2022). Reflexões sobre o ensino e a aprendizagem de álgebra a partir das produções do GT04 da SBEM. *Educação em Revista*, 38, 245-264. <https://doi.org/10.1590/0102-469824723>

- Lo, C., Hew, K., & Chen, G. (2017). Toward a set of design principles for mathematics flipped classrooms: A synthesis of research in mathematics education. *Educational Research Review*, 22, 50-73. <http://dx.doi.org/10.1016/j.edurev.2017.08.002>
- Magina, S., Santana, E., Santos, A., & Merlini, V. (2018). Espiral RePARE: Um modelo metodológico de formação de professor centrado na sala de aula. *Revista da Rede Amazônica de Educação em Ciências e Matemática*, 2(6), 1-22.
- Mishra, P., & Koehler, M. (2006). Technological pedagogical content knowledge: A framework for integrating technology in teachers' knowledge. *Teachers College Record*, 108(6), 1017-1054. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9620.2006.00684.x>
- National Council of Teachers of Mathematics – NCTM (2000). *Principles and standards for school mathematics*. NCTM.
- Nóvoa, A. (2009). Para uma formação de professores construída dentro da profissão. In A. Nóvoa (Org.). *Professores: imagens do futuro presente*, (pp. 25-46). Educa.
- Ponte, J. (2012). Estudiando el conocimiento y el desarrollo profesional del profesorado de matemáticas. In N. Planas (Coord.), *Teoría, crítica y práctica de la educación matemática* (pp. 83-98). Graó. <http://hdl.handle.net/10451/29194>
- Ponte, J., & Branco, N. (2013). Pensamento algébrico na formação inicial de professores. *Educar em Revista*, 50, 135-155. <http://doi.org/10.1590/S0104-40602013000400010>
- Ponte, J., & Chapman, O. (2008). Preservice mathematics teachers' knowledge and development. In L. English (Ed.), *Handbook of international research in mathematics education*. (vol. 2, pp. 225-263). Routledge.
- Radford, L. (2010). Algebraic thinking from a cultural semiotic perspective. *Research in Mathematics Education*, 12(1), 1-19. <https://doi.org/10.1080/14794800903569741>
- Santana, E., Ponte, J., Serrazina, M. (2020) Conhecimento didático do professor de matemática à luz de um processo formativo. *Bolema*, 34(66), 89-109. <https://doi.org/10.1590/1980-4415v34n66a05>
- Schreiber, K, Pereira, E, Machado, C., & Porciúncula, M. (2018). Sala de aula invertida no ensino de Matemática: mapeamento de pesquisas científicas na área de Ensino. *Educação Matemática Pesquisa*, 20(2), 222-235. <http://dx.doi.org/10.23925/1983-3156.2018v20i2p222-235>
- Shulman, L. (1986). Those who understand: knowledge growth in teaching. *Educational Researcher*, 15(2), 4-14.
- Shulman, L. (1987). Knowledge and teaching: foundations of the new reform. *Harvard Educational Review*, 57(1), 1-21.
- Silva, A., Gaspar, J., & Fonseca, V. (2022). Simetria Axial na pandemia da covid-19: uma proposta didática com recurso do uso de dobraduras e o GeoGebra. In J. Gaspar, A. Silva, M. Bastos, & V. Fonseca (Orgs.), *Ciclo de formação em ensino de matemática: contribuições do ensino, da pesquisa e da extensão na formação do professor de Matemática* (pp. 11-26). Nova Xavantina. <https://doi.org/10.46420/9786581460372>
- Valente, J. A. (2014). Blended learning e as mudanças no ensino superior: a proposta da sala de aula invertida. *Educar em Revista*, 4, 79-97. <https://doi.org/10.1590/0104-4060.38645>
- Wolcott, H. (2009). *Writing up qualitative research* (3rd ed.). Sage.