

Just-in-Time Teaching para o Ensino de Física e Ciências: uma Revisão Sistemática da Literatura

Just-in-Time Teaching for Physics and Science Education: a Systematic Literature Review

Bruna Schons Ribeiro^{*1}, Leonardo Alencastro Vanin Dutra de Souza¹,
Isadora Horn Lapa¹, Fernando Shinoske Tagawa de Lemos Pires¹, Dioni Paulo Pastorio¹

¹Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Instituto de Física, Porto Alegre, RS, Brasil.

Recebido em 02 de março de 2022. Revisado em 26 de abril de 2022. Aceito em 17 de maio de 2022.

Apresenta-se neste trabalho uma Revisão Sistemática da Literatura acerca da metodologia ativa de ensino *Just-in-Time Teaching* empregada dentro das subáreas Ensino de Física e Educação em Ciências. Após seleção de 123 periódicos nacionais e internacionais, a busca inicial resultou em 41 artigos – filtrados posteriormente e reduzidos a 34. Estes trabalhos subdividem-se em: Trabalho Teórico (n = 8), Apresentação de Propostas (n = 1) e Proposta com Aplicação (n = 25). É predominante o desenvolvimento de estudos no Ensino Superior (n = 24), em comparação com os níveis Básico (n = 7) e Técnico (n = 3). As pesquisas permitem perceber que a metodologia *Just-in-Time Teaching* contribui de forma positiva para a aprendizagem dos estudantes, o planejamento do professor e a dinâmica de sala de aula.

Palavras-chave: Metodologias Ativas, Ensino de Física, *Just-in-Time Teaching*.

This work presents a Systematic Review of Literature about Just-in-Time Teaching active methodology applied within the sub-areas Physics Teaching and Science Education. After selecting 123 national and international journals, the initial search resulted in 41 articles – later filtered and reduced to 34. These works are subdivided into: Theoretical Work (n = 8), Presentation of Proposals (n = 1) and Proposal with Application (n = 25). The development of studies in Higher Education (n = 24) is predominant, compared to the Basic (n = 7) and Technical (n = 3) levels. Research shows that Just-in-Time Teaching methodology contributes positively to student learning, teacher planning and classroom dynamics.

Keywords: Active Methodologies, Physics Education, Just-in-Time Teaching.

1. Panorama do Ensino de Física

Com o constante crescimento tecnológico na sociedade, impulsionado pelo dinamismo em que as informações são compartilhadas e disseminadas, percebe-se que o ensino tem se mostrado defasado em diversas áreas [1]. Para o ensino de física a realidade não é diferente [2]. Entretanto, seria muito trivial fazer tal afirmação sem entender os porquês desses resultados insatisfatórios nos processos de ensino-aprendizagem e principalmente, as causas desses insucessos. Partindo do pressuposto de que a educação é um processo que cria diferentes tipos de relações entre informação e realidade, desencadeando uma resignificação que contribua para a reconstrução do conhecimento e a produção de novos saberes [3], vemos a necessidade de romper com a pedagogia tradicional e buscar uma pedagogia transformadora.

“Conhecimento e aprendizagem são fundamentais para o ser humano exercer a sua autonomia e a sua cidadania, com argumentações e ética, para mudar a realidade e a sua vida.” [4, p. 3]

Como visto no trecho acima, há novas competências que demonstram a inevitabilidade de observar de forma crítica a maneira com que nos relacionamos com o mundo, assim modificando a abordagem mecanicista, fragmentada, competitiva e hegemônica para uma abordagem sistêmica, holística, cooperadora e integradora. Além disso, as relações cotidianas dos estudantes não podem ser entendidas de forma destoante dos conceitos aprendidos na escola, por isso se busca uma metodologia que relaciona conceitos e práticas de forma ativa nos processos de ensino e aprendizagem, a fim de dar sentido às concepções estudadas.

De acordo com Delors [5], a educação deve ser desenvolvida com base em quatro aprendizagens fundamentais, que para os indivíduos de uma sociedade serão seus quatro pilares do conhecimento, a saber: i) aprender a conhecer; ii) aprender a fazer; iii) aprender a conviver e; iv) aprender a ser. Estes quatro pilares servirão para os indivíduos conseguirem adquirir instrumentos da compreensão, agir sobre um meio envolvente e cooperar uns com os outros em atividades humanas. Para que estes pilares possam ser construídos, Zabala [6] aponta que a prática educativa deve passar por mudanças no seu currículo, abordando diferentes conteúdos e métodos

* Endereço de correspondência: b.sribeiro@hotmail.com

avaliativos, considerando novas finalidades para o ensino, focando na formação integral das pessoas.

Apesar de ser um tópico de extrema importância, neste trabalho não visamos investigar e tampouco sugerir modificações curriculares, mas sim uma nova visão sobre as possibilidades educativas frente a novos objetivos de uma formação cidadã. Considerando o que discutimos acima, e pensando na necessária aproximação das concepções práticas do ensino com as propostas didáticas, visualizamos nas metodologias ativas (MA) de ensino, objetivos que corroboram a visão de docência aqui empregada. As MA pressupõem uma sólida formação teórica, psicológica e pedagógica para conhecer claramente a natureza do ato educacional, para compreendê-lo como uma prática social que demanda fundamentos científicos [7]. Na próxima seção, estaremos ampliando alguns desses conceitos associados às MA.

2. Conceitos básicos das Metodologias Ativas

Apesar de não terem este nome, os primeiros indícios de métodos ativos de ensino aparecem na obra Emílio de Jean Jacques Rousseau (1712 – 1778), mas tiveram seus princípios compilados e organizados em sete partes posteriormente [8]. As MA apresentam uma formação que favorece os interesses úteis do aprendiz, ou seja, aqueles conhecimentos que verá e utilizará em seu dia a dia, ao invés de meras exposições de informações. Conforme mencionamos, são sete os princípios das MA, os quais são reproduzidos a seguir: i) aluno como centro do processo de aprendizagem; ii) autonomia; iii) reflexão; iv) problematização da realidade; v) trabalho em equipe; vi) inovação e; vii) professor como mediador, facilitador e ativador. Estes princípios são mostrados na Figura 1 elaborada por Diesel, Baldez e Martins [8].

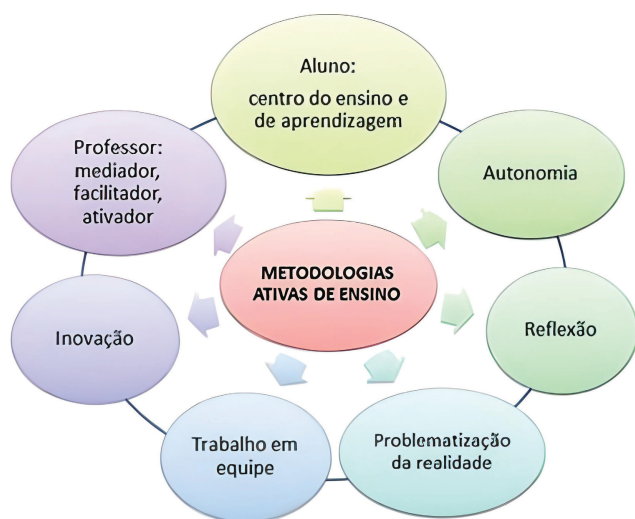


Figura 1: Princípios que constituem as metodologias ativas de ensino [8].

Nessa perspectiva, para o primeiro princípio das MA, denominada “aluno como centro do processo de aprendizagem”, é possível ativar o conhecimento dos estudantes, colocando-os como principais autores dos processos de aprendizagem, em contraponto à posição de expectador (ensino tradicional). Além disso, ao contrário do ensino tradicional, as MA fazem uma migração do “ensinar” para o “aprender”, ocasionando que o aluno assuma a corresponsabilidade pelo seu aprendizado [9]. Entendemos, em uma perspectiva mais ampla, a ruptura com a educação bancária, mecânica e vertical, prevista pelo educador Paulo Freire.

O ensino tradicional se baseia numa transmissão de conteúdos em que os estudantes assumem uma postura passiva em sala de aula, tendo a função de receber e absorver informações, muitas vezes sem a possibilidade de manifestar ou posicionar argumentos e ideias de forma crítica [9]. Quando uma metodologia promove a autonomia dos estudantes, ela deverá nutrir motivações internas, oferecer explicações racionais, usar linguagem informacional, ser paciente com o ritmo de aprendizagem dos alunos e reconhecer expressões de sentimentos negativos [10]. Com isso, as MA poderão contribuir de forma significativa para o desenvolvimento da autonomia e motivação dos estudantes, fortalecendo o sentimento de pertencimento e cooperação.

No momento em que discutimos a problematização da realidade, é difícil ignorar a importância da reflexão, uma vez que entendemos a indissociabilidade desses dois termos. Para Diesel, Baldez e Martins [8], “problematizar implica em fazer uma análise sobre a realidade como forma de tomar consciência dela”, portanto, utiliza-se da problematização para motivar o desejo de aprender no estudante. Nesse sentido, os autores [8] apontam a desarticulação com o contexto social quando se tem distinção praxeológica ao separar a teoria da realidade, o que é indicado como desmotivador e desinteressante do ponto de vista dos alunos. Portanto, as MA buscam a problematização e a reflexão sobre a realidade como uma articulação dos conhecimentos úteis para a vida, de modo que os estudantes possam desenvolver o conhecimento construído na escola com possibilidades reais de aplicação prática, proporcionando, assim, uma aprendizagem além da tradicional, muitas vezes conhecida como significativa.

Outro princípio citado é o trabalho em equipe, o qual favorece a interação constante entre os estudantes. Esse cenário vem para substituir a concepção de que a aula expositiva deva ser uma tarefa individual, em que os estudantes são proibidos de discutir e debater com seus colegas; pela perspectiva de que a aprendizagem parte de uma prática social, que se torna um elemento de mobilização para a construção do conhecimento [11]. Levando em consideração essa premissa, a interação constante entre colegas, leva o estudante a sentir-se mais confortável em expor suas ideias e opiniões críticas sobre uma determinada situação [12].

Para Freire [13], ensinar a pensar não significa transmitir conhecimento, mas sim indagar um desconforto no aprendiz, provocando e desafiando o aluno para que surjam condições para construir, refletir, compreender e transformar. Nesse sentido, o papel do professor deve ser de mediador do conhecimento, e não apenas como transmissor. É papel do professor, também, fazer provocações sobre conceitos ou fenômenos da natureza a fim de gerar uma prática de reflexão; para isso é necessário que haja uma visão atenta sobre o aluno, entender os caminhos que o próprio toma para a construção do seu saber, assim podendo planejar sua aula com base no conhecimento tácito expresso pelo aprendiz [14].

Por fim, analisamos a categoria inovação. Segundo o Dicionário Priberam da Língua Portuguesa [15], podemos compreender a palavra como a introdução de novidades ou mudanças. Logo, na perspectiva que vínhamos destacando anteriormente, para superar o modelo tradicional de ensino, o qual privilegia unicamente metodologias de transmissão mecânica de conteúdo [8], é necessário estar aberto às inovações em sala de aula, renovando ou criando metodologias e estratégias didáticas. Para que isso seja possível, tanto o professor quanto os estudantes devem estar dispostos a confiar na inovação para modificar o meio educacional, tendo em vista quais são os objetivos formativos das mudanças aqui propostas.

Ao avaliar os fatores aqui colocados e discutidos, percebe-se que as MA apresentam potencialidades para o desenvolvimento de uma aprendizagem que pode ser dita potencialmente significativa para o estudante, destacando a relação entre teoria e realidade, o desenvolvimento de raciocínio lógico que permeiam um conceito, dentre outros que não iremos discutir novamente. Uma vez apresentadas essas características, na próxima seção, passamos para a análise de uma metodologia ativa, em especial o *Just-in-Time Teaching* (JiTt) – ou Ensino sob Medida na tradução literal.

3. *Just-in-Time Teaching* (JiTt)

O *Just-in-Time Teaching* (JiTt) é uma metodologia ativa de ensino proposta pelo professor Gregor Novak, da Universidade de Indiana (EUA), e colaboradores em 1999 [16]. O JiTt é uma metodologia que permite ao docente preparar suas aulas levando em consideração os conhecimentos prévios [17] e dificuldades dos estudantes, apresentadas nas tarefas anteriores às aulas presenciais. De acordo com Araujo e Mazur [18],

“[...] O desempenho de estudantes envolvidos em metodologias ativas de ensino, medido por testes padronizados, no caso o FCI (*Force Concept Inventory*), é superior ao desempenho com métodos tradicionais, baseados fortemente em aulas expositivas.” [18, p. 366]

O JiTt, enquanto prática de ensino, está dividido em três momentos fundamentais: (i) as Tarefas de Leitura (TL) sobre os conteúdos e temas a serem trabalhados em sala de aula, (ii) as discussões em sala de aula geradas pelas TL e (iii) atividades em grupo envolvendo os conceitos trabalhados nas TL e na discussão de sala de aula.

Na tentativa de explicitar as etapas apresentadas acima, o JiTt tem seu início no período que antecede a aula, proporcionando ao estudante a oportunidade de se preparar para o momento da aula por meio das Tarefas de Leitura (TL). Também conhecida como “exercício de aquecimento” (*WarmUp exercises*) as TL são atividades em que o professor solicita aos alunos que leiam algum texto, artigo, vídeo ou outras ferramentas adequadas sobre o conteúdo/tema que será trabalhado no período em sala de aula. Após a realização da tarefa o professor solicita que os estudantes respondam um conjunto de questões, geralmente conceituais, sobre aquilo que leram ou assistiram [19]. O período para o envio das respostas dos alunos deve ser suficiente para que o professor consiga planejar a aula em cima das dificuldades apresentadas pelos estudantes, isso indica o tempo da correção, avaliação e análise das atividades. De acordo com Pastorio e colaboradores [20], é fundamental que a TL relacione o conteúdo com possíveis temas de interesse dos alunos.

As questões conceituais associadas à Tarefa de Leitura devem ter como objetivo introduzir o conteúdo a ser trabalhado e incentivar os estudantes a elaborarem argumentações críticas sobre o texto que leram ou vídeo que assistiram. A correção das questões deve ser feita com base no empenho e dedicação dos estudantes em responder a TL, e não com base em acertos e erros, pois é fundamental que o docente reconheça a evolução e o desenvolvimento dos estudos pré-classe dos estudantes.¹ O segundo momento do JiTt é a discussão em sala de aula sobre as Tarefas de Leitura. Assim que o prazo de entrega das questões das TL termina as mesmas ficam à disposição do professor para que ele elabore a aula a partir das dúvidas apresentadas pelos estudantes.

Na sala de aula, o professor apresenta as questões e a avaliação das TL junto com as respostas que possam servir como um gatilho para a discussão entre os alunos.² A ideia por trás dessa segunda etapa do JiTt é fazer os alunos se sentirem confortáveis para discutir com seus pares, o que significa que tanto respostas certas quanto erradas têm valor central na discussão. Nesse sentido, Formica, Easley e Spraker [21] apontam que os estudantes que tiveram suas respostas escolhidas

¹ É desaconselhável avaliar as respostas como certas e erradas, tendo em vista que o conteúdo da TL ainda não foi estudado formalmente pelos alunos.

² É muito importante destacar que as respostas escolhidas devem preservar a identidade do estudante, para que ele não se sinta constrangido.

para o momento da aula se sentiram mais motivados a participar das discussões. É aconselhado que nessa etapa da metodologia o professor traga argumentações alinhadas a concepções alternativas, mostrando porque elas não se sustentam [18]. A partir do momento que o professor conhece as dúvidas dos estudantes ele pode utilizar recursos educacionais que auxiliem na sua explicação, como vídeos, simulações computacionais, demonstrações experimentais de curta duração [18].

O terceiro momento de aplicação do método (e último), que são as atividades após a discussão, é de certo modo subjetivo, pois depende das características da turma e do professor, da infraestrutura e da quantidade de alunos [22]. Com o intuito de manter os estudantes envolvidos e focados nas atividades, é recomendado que as mesmas sejam variadas, intercalando atividades individuais e em grupo, exposições orais curtas, exercícios de fixação e práticos, a cada nova atividade, a atenção dos estudantes é renovada, proporcionando a eles maiores oportunidades para armazenarem as informações apresentadas na aula [18]. Ao término da aula o professor propõe um desafio para que os estudantes respondam utilizando os conceitos trabalhados com o objetivo de avaliar a capacidade dos mesmos de transformar e utilizar os conceitos em múltiplas situações; essa atividade é conhecida como *puzzle* (quebra-cabeça). Enquanto os *WarmUp exercises* têm o objetivo de introduzir o conteúdo, o *puzzle* deve ser utilizado para encerrar o conteúdo dos exercícios de aquecimento. De acordo com Novak e colaboradores [16], *puzzles* devem ser mais sutis e requerem a integração de várias ideias já trabalhadas no decorrer da aula; um *puzzle* deve servir como uma boa maneira de iniciar uma discussão entre os estudantes, para isso, geralmente, se usa uma situação do mundo real, ou seja, se faz uso de uma contextualização associada aos estudantes.

4. Questão de pesquisa, objetivo geral e objetivos específicos

Ao trabalhar em uma determinada área de pesquisa, é importante levar em consideração aquilo que já foi produzido por outros pesquisadores sobre o tema, e consequentemente aquilo que ainda não foi devidamente explorado. Ter essa visão ampla da área não é tarefa fácil, porém é fundamental para que as pesquisas possam avançar, e não permanecer no mesmo patamar. Sendo assim, com a ideia de condensar os trabalhos construídos, este presente artigo busca responder a seguinte questão de pesquisa: *como os periódicos nacionais e internacionais de melhor avaliação no Qualis CAPES, do último quadriênio disponível, grande área Ensino, que tenham foco em publicações nas subáreas Ensino de Física e Educação em Ciências, abordam o Just-in-Time Teaching em suas publicações?*

Ainda, além da questão de pesquisa, destacamos os objetivos, geral e específicos, que permeiam nossa

investigação. Estes estão destacados e apresentados abaixo:

Objetivo geral: Investigar a produção de trabalhos de melhor avaliação no Qualis CAPES que envolvam o *Just-in-Time Teaching* como principal prática didática, do último quadriênio disponível, nos principais periódicos associados ao tema de Ensino de Física e Educação em Ciências.

Objetivos específicos: (i) desenvolver uma Revisão Sistemática de Literatura (RSL); (ii) identificar e caracterizar como o JiTT vem sendo utilizado nas práticas didáticas de sala de aula e caracterizar as principais potencialidades e desafios quando da utilização dessa metodologia; (iii) visualizar e mapear possíveis alterações nas proposições didáticas, quando comparadas as proposições iniciais previstas pelos autores; e (iv) identificar lacunas de pesquisa a serem abordadas.

Uma vez identificadas as finalidades deste trabalho, passamos a discutir o referencial metodológico empregado na tentativa de responder a questão de pesquisa e alcançar os objetivos estabelecidos inicialmente.

5. Referencial Metodológico

No desenvolvimento de pesquisas científicas, estamos habituados a classificar as pesquisas de duas maneiras distintas: metodologias quantitativas, onde são analisados dados estatísticos a respeito de um fenômeno, e metodologias qualitativas, que são conhecidas como interpretativas por abrir possibilidades para a interpretação de fenômenos principalmente sociais [23].

Quando olhamos para as pesquisas em educação ou mesmo em ensino, aqui em especial o Ensino de Física, observamos que estas estão ligadas às mais diversas situações, como por exemplo: (i) fatores que influenciam na aprendizagem dada uma construção social vivida pelo aprendiz [24], (ii) estudos de currículo [25], (iii) entrevistas com professores em formação inicial e continuada [26], dentre outros exemplos que podem ser buscados na literatura da área. Sendo assim, o presente trabalho utilizou dos preceitos da pesquisa qualitativa de [27] para realizar uma revisão sistemática da literatura sobre o *Just-in-Time Teaching* para criar uma base metodológica.

A pesquisa qualitativa é um termo que tem sido utilizado para designar algumas abordagens metodológicas, tais como a pesquisa etnográfica, a participativa observacional, o estudo de caso, a fenomenológica construtivista, a antropológica cognitiva e a interpretativa. Não cabe a este trabalho o aprofundamento em cada um destes métodos, entretanto, todos eles devem formar um todo coerente, englobando suposições internamente consistentes sobre a natureza humana, sociedade, objeto de estudo e metodologia [28]. Como dito acima, utilizaremos a metodologia interpretativa, que para Erickson [29] é um termo mais adequado por ser inclusivo, não dá à pesquisa

a conotação de ser essencialmente não quantitativa e, principalmente, porque sugere a característica básica comum de todas essas abordagens.

A revisão sistemática da literatura (RSL) pode ser compreendida como uma forma de pesquisa que utiliza como fonte de dados a literatura sobre um determinado tema [30]. Numa RSL é caracterizado cada estudo selecionado, avaliado a qualidade, identificados conceitos importantes, comparadas as análises estatísticas, para então (i) mapear e caracterizar o tema abordado; (ii) inferir hipóteses sobre o comportamento do tema na área e (iii) apontar questões necessárias de discussão e pesquisa, indicando desdobramentos para o tema.

Para Gonçalves, Nascimento e Nascimento [30], é necessário seguir algumas etapas para que seja possível fazer o levantamento dos estudos publicados, os quais serão utilizados na pesquisa, são elas: definição do problema de pesquisa; determinação dos termos técnicos e descritores, estabelecimento de critérios de inclusão e exclusão para as publicações, análise crítica e avaliativa do referencial teórico selecionado e, por fim, resumo das informações. Uma vez definidas as etapas de execução da RSL, ainda, cabe aos pesquisadores a escolha de um referencial metodológico para análise dos dados coletados no processo de revisão. Para isso, optamos pela utilização da categorização de dados descrita por Yin [27]. As categorias tratadas na obra de Yin incluem a compilação, o desagrupamento, o reagrupamento, a interpretação e a conclusão; cada uma destas categorias será discutida com maior ênfase na seção sobre o referencial para análise dos dados qualitativos.

Uma vez discutido o referencial para o desenvolvimento da revisão sistemática de literatura, avançamos, na próxima seção, para o detalhamento metodológico e a execução das etapas desenvolvidas nesta pesquisa.

6. Metodologia de seleção e análise dos artigos

O processo de RSL começou com a definição de um método para a seleção de revistas acadêmicas. A Plataforma Sucupira,³ escolhida como locus de identificação da presente pesquisa, é um sistema de coleta de informações para o Sistema Nacional de Pós-Graduação (SNPG). Nela encontramos o Qualis CAPES, um sistema de avaliação de periódicos que classifica revistas acadêmicas nacionais e internacionais no âmbito de circulação e qualidade, qualificando a produção científica dos programas de pós-graduação. O Qualis CAPES é composto por oito níveis (estratos, como são chamados) por ordem de qualidade; estes são: A1, A2, B1, B2, B3, B4, B5 e C. Optamos por analisar nesta pesquisa apenas com os quatro estratos superiores, de A1 a B2, por representarem mais da metade dos periódicos totais presentes na plataforma e por serem os de melhor avaliação.

Limitamos a procura às classificações de periódicos do quadriênio 2013–2016 por ser a mais recente avaliação e a área de avaliação de ensino, pois é o âmbito da nossa pesquisa. Nessa primeira seleção, encontramos uma lista de 145 revistas no estrato A1, 198 no A2, 367 no B1 e 646 no B2, totalizando 1356 periódicos. A partir disso, restringimos nossa busca a periódicos que publicam artigos nos idiomas: português, inglês e espanhol, por serem os mais disseminados mundialmente e com maior familiaridade em pesquisas no nosso país. Assim, foram examinados os títulos dos periódicos, buscando encontrar aqueles que se referiam ao Ensino de Ciências no geral, Ensino de Física, de Biologia ou de Química; acreditamos que tais especificações concentrariam todos os textos publicados do nosso interesse.⁴ Nessa primeira seleção, chegamos a 123 periódicos⁵ passíveis de análise para o desenvolvimento da RSL.

Em um segundo passo, já munidos das revistas a serem analisadas, definimos quais os descritores seriam usados para a pesquisa, de forma a otimizar nossa procura. Visto que restringimos nossa busca aos três idiomas já citados, escolhemos os termos a serem pesquisados, em função do nome original da metodologia ativa que escolhemos para esse trabalho: “*Just-in-Time Teaching*” em inglês, “Ensino sob Medida” em tradução para o português e “*Enseñanza a Tiempo*” em tradução para o espanhol. É comum que sites de revistas acadêmicas possuam um campo de busca na página inicial, onde colocamos os descritores e o mesmo retorna os artigos nela publicados em que são citados. Para aprimorar nossa busca e deixar o processo ainda mais confiável/metodologicamente coerente, uma vez que esses mecanismos de busca podem ser falhos, ainda realizamos uma segunda busca, mais refinada, através da plataforma do Google, utilizando a URL da página inicial da revista junto do descritor desejado entre aspas. Em alguns casos, essa segunda busca revelou artigos que não haviam aparecido na primeira seleção. Após essa minuciosa busca pelas revistas previamente selecionadas, chegamos em 41 artigos⁶ que discutem ou que pelo menos citam o método do *Just-in-Time Teaching* no corpo dos textos selecionados.

Já selecionados os artigos que seriam analisados, foram desenvolvidas questões norteadoras que deveriam ser respondidas durante a leitura de cada um deles, configurando assim a base para a análise dos dados. Aqui, a intenção era investigar a produção de trabalhos

⁴ Algumas revistas não permitem a identificação do foco, com análise no seu título. Por isso, destacamos que, para todas aquelas que gerassem dúvidas em sua inclusão ou exclusão, acessamos o site e analisamos o foco descrito em seu escopo, para então, decidirmos pela inclusão ou não da mesma na busca do corpus de análise.

⁵ Periódicos selecionados: https://docs.google.com/spreadsheets/d/1c4tqKEFQX1IT6P_WDxdHUYsuyDbcIHN74ngR1FGAoSA/edit?usp=sharing

⁶ Artigos selecionados: https://docs.google.com/spreadsheets/d/19QSPDNQAXR1LIiqOzasUch9DKIzyRukgwH_c3s7VHNU/edit?usp=sharing

³ Disponível em: <https://sucupira.capes.gov.br/sucupira/>

que envolvam o *Just-in-Time Teaching* como principal prática didática, de acordo com o Qualis CAPES, do último quadriênio disponível, nos principais periódicos associados ao tema de Educação em Ciências e Ensino de Física. Iniciamos com uma questão mais geral, objetivando classificar os trabalhos de acordo com sua natureza. Depois, focamos em aspectos mais técnicos dos artigos, com duas questões mais específicas. As próximas perguntas ressaltam a tentativa de entender

como o método é abordado nos trabalhos, explorando ainda mais as discussões trazidas por cada um deles. A última questão diz a respeito das Tarefas de Leitura (TL), visto que as mesmas são uma etapa extremamente importante da aplicação do método do *Just-in-Time Teaching*. A Tabela 1 abaixo representa as questões norteadoras construídas e o objetivo previsto para cada uma delas:

Tabela 1: Questões norteadoras para análise dos artigos.

| Questão | Objetivo |
|--|--|
| Subdivisão (Trabalho teórico/apresentação de propostas/proposta com aplicação) | Classificar os trabalhos selecionados no âmbito das proposições trazidas |
| Nível de ensino em que o JiTT é investigado/aplicado | Classificar os trabalhos selecionados no âmbito do nível de ensino |
| Em quais conteúdos de Física/Ciências/Matemática o JiTT é utilizado? | Compreender quais áreas já possuem um desenvolvimento maior dentro da metodologia do <i>Just-in-Time Teaching</i> e aquelas que ainda carecem de atenção |
| Quais são os objetivos com a implementação do JiTT? Por qual motivo os pesquisadores escolheram aplicar o JiTT (e não alguma outra metodologia)? | Entender melhor o que os professores/pesquisadores entendem sobre a metodologia e o que eles esperam alcançar utilizando-a |
| Que impactos o JiTT tem produzido na aprendizagem dos estudantes? | Entender o que realmente se conseguiu realizar e alcançar ao utilizar a metodologia do <i>Just-in-Time Teaching</i> |
| Houve modificações na metodologia original proposta por Novak por parte dos professores? Quais? | Mostrar se houveram mudanças realizadas na metodologia original e quais são elas, visto que a metodologia não precisa ser seguida à risca |
| Como é feita a avaliação do método? | Entender e avaliar se o que se pretendia alcançar foi de fato suprido, a fim de aprimorar em aplicações futuras |
| O método é utilizado na avaliação do estudante? | Saber se existe algum tipo de avaliação do estudante e, se sim, como ela foi desenvolvida e aplicada |
| Quais são as principais características das tarefas de leitura? | Entender que aspectos os professores/pesquisadores consideram fundamentais no momento de desenvolver e implementar as tarefas de leitura |
| Observações | Espaço para possíveis comentários e observações que não foram totalmente supridos com as questões anteriores |

Dos 41 artigos que foram lidos e analisados dentro dos parâmetros citados, 34 foram devidamente selecionados para serem empregados quanto às questões norteadoras apresentadas no quadro acima, e assim, compreenderem a RSL aqui desenvolvida. Os 7 trabalhos que foram desconsiderados nesta etapa [31–37] não dissertam sobre o método do *Just-in-Time Teaching*; em uma discussão sobre as possibilidades de aplicar metodologias ativas em sala de aula, os autores apenas o citam como uma das opções existentes dentro de vários outras na literatura. Como a intenção aqui é de estudar profundamente o método JiTT, a análise dos textos mediante as questões norteadoras projetadas, não trariam avanço algum, tampouco resultados mínimos para dentro de nossa prospecção.

7. Referencial para análise dos dados qualitativos

Conforme destacado anteriormente, escolhemos como referencial metodológico para a análise dos dados compilados na tabela, as orientações de análise de dados

qualitativos de Robert Yin [27]. De forma simplificada, Yin estabelece cinco etapas para o estudo das informações obtidas na investigação, que estão descritas a seguir, juntamente com a maneira que as praticamos:

- i. Compilação:** nesta etapa acontece a seleção dos elementos importantes para a pesquisa, separando-os daqueles que fogem do escopo e do objetivo do estudo. No presente trabalho, esta etapa foi realizada ao lermos os artigos selecionados e destacarmos as informações que respondiam às nove questões que nos propusemos a investigar. Todas essas informações foram dispostas em uma única tabela, para facilitar a organização e visualização de todos os dados.
- ii. Desagrupamento:** nesta etapa ocorre a organização dos fragmentos em categorias. Essas categorias podem ser definidas *a priori* ou podem emergir da própria análise. Além disso, é possível – mas não necessário – rotular as categorias e os elementos. Neste trabalho, esta etapa foi realizada da seguinte forma: a partir dos dados expostos na tabela, cada pergunta e suas respectivas respostas

foram transpostas para um documento de texto. Cada questão foi, então, analisada de forma independente, utilizando um código de cores para representar as categorias, que foram definidas a partir dos próprios excertos.

- iii. **Reagrupamento:** na etapa anterior, as respostas a cada questão foram categorizadas; porém, elas ainda estão todas misturadas. Assim, o que se deve fazer nessa etapa é dispor todos os elementos de uma mesma categoria juntos, como se separássemos cada uma delas em uma caixa. Na nossa análise, ordenamos os fragmentos – que estavam assinalados de acordo com a sua categoria, mas sem nenhuma ordem específica – de forma a colocar os excertos de um mesmo grupo juntos. Além disso, pudemos contabilizar quais categorias possuíam mais elementos.
- iv. **Interpretação:** nesta etapa da análise, avalia-se cada questão e suas categorias individualmente. Essa avaliação deve possibilitar a formulação de ideias iniciais, em especial com base no referencial teórico adotado na pesquisa. No presente trabalho, a etapa de interpretação se deu a partir da leitura e releitura dos fragmentos de cada questão – agora organizados de acordo com suas categorias e contabilizados – e posterior inferência de interpretações a respeito das aparições mais ou menos frequentes dos excertos.
- v. **Conclusão:** por fim, esta última etapa se baseia na leitura e análise das ideias que emergiram na etapa de interpretação, e concepção de conclusões, podendo estas ser mais gerais ou mais específicas. Realizamos esta etapa a partir da leitura dos pequenos trechos escritos na fase de interpretação e posterior redação das conclusões, que podem ser lidas na seção a seguir.

8. Análise dos Dados e Resultados

A análise de 41 artigos, sob a lente metodológica de Yin [27], nos possibilitou alcançar conclusões acerca de diversas características da metodologia ativa *Just-in-Time Teaching*, que serão discutidas nesta seção. Antes de mais nada, vale lembrar que a seleção preliminar dos artigos resultou em um total de 41 trabalhos, mas sete foram posteriormente eliminados pois, após a leitura, constatou-se que não faziam parte do escopo da presente pesquisa. Outros fatores a serem considerados é que nem todos os artigos respondiam a todas as nossas perguntas, por isso a contagem não é a mesma para todas as questões, além de que alguns artigos podem aparecer em mais de uma categoria. A fim de manter a organização das informações, discutiremos individualmente cada questão que nos propomos a analisar.

Questão 1: Subdivisão (Trabalho teórico/apresentação de propostas/proposta com aplicação)

Essa primeira questão envolvia uma classificação dos trabalhos selecionados. Como resultado obtivemos:

Tabela 2: Artigos em cada categoria para a Questão 1.

| Categoria | Nº de Trabalhos | Referências |
|---------------------------|-----------------|----------------|
| Trabalho teórico | 8 | [38–45] |
| Apresentação de propostas | 1 | [18] |
| Proposta com aplicação | 25 | [19–21, 46–67] |

O resultado exposto na Tabela 2 nos mostra que essa metodologia está, de fato, saindo das proposições teóricas e sendo implementada na prática (nas salas de aula). E essa conclusão é bastante pertinente, já que, infelizmente, é comum haver um distanciamento entre o que é desenvolvido nas universidades e o que é efetivamente praticado nas salas de aula, tanto do ensino superior, mas especialmente do ensino básico [26]. Apesar dessa constatação, vale ressaltar que o fato de estudos aplicados estarem sendo feitos utilizando a metodologia do *Just-in-Time Teaching*, não implica diretamente que ela está sendo empregada no dia-a-dia das escolas e universidades.

Questão 2: Nível de ensino em que o JiTT é investigado/aplicado:

A segunda questão também envolvia uma classificação direta dos artigos, de acordo com o nível de ensino em que as atividades são desenvolvidas. O resultado final foi:

Tabela 3: Artigos em cada categoria para a Questão 2.

| Categoria | Nº de Trabalhos | Referências |
|------------------|-----------------|---|
| Ensino básico | 7 | [18, 40, 54, 59, 64, 65, 67] |
| Ensino técnico | 3 | [48, 49, 59] |
| Ensino superior | 24 | [18–21, 38, 41–43, 46–53, 55–58, 60–63] |
| Não especificado | 1 | [66] |

A partir da contagem disposta na Tabela 3, pudemos perceber que a maioria dos trabalhos que tratam sobre o JiTT que encontramos em nossa RSL são voltados para o ensino superior. Esse cenário pode ser consequência de os pesquisadores na área da educação estarem inseridos mais frequentemente em contextos de ensino superior (é mais difícil encontrar professores de nível básico e técnico desenvolvendo pesquisas acadêmicas). Contudo, isso representa em partes o problema do distanciamento entre o que é produzido nas academias e o que é implementado nas escolas, como havíamos discutido brevemente na questão anterior. Muito do que é desenvolvido em programas de pesquisa e de pós-graduação nas instituições de ensino superior ainda se mantém encerrado dentro da própria comunidade acadêmica, sem alcançar outros níveis de ensino, níveis estes que também poderiam se beneficiar muito desses recursos, e para os quais, frequentemente, as pesquisas são destinadas. Este problema é suportado por diversos fatores, como as novas exigências colocadas ao trabalho dos professores na sociedade e

o reconhecimento de que a formação nos cursos de licenciatura não vem oferecendo aos licenciandos os conhecimentos e habilidades necessários para enfrentar os desafios da docência nas escolas [68], entretanto, apesar de ser um tópico de grande importância, não visamos discuti-lo neste trabalho.

Ademais, outro fator que devemos ponderar refere-se ao tempo disponível para o desenvolvimento de atividades e a implementação de metodologias inovadoras, que é consideravelmente maior no ensino superior que na educação básica. A título de comparação, disciplinas de Física Básica no ensino superior costumam ser estruturadas com quatro ou seis horas-aula semanais, enquanto a disciplina de Física no nível básico varia, rotineiramente, entre duas e três horas-aula semanais. Assim, a viabilidade de construir uma proposta didática diferenciada torna-se mais complexa até por questões cronológicas.

Considerando o que expomos acima, um desafio que representa um futuro objetivo do nosso trabalho é levar uma metodologia que já foi (e é) implementada em aulas do Ensino Superior para as classes da Educação Básica, uma maneira de romper essa barreira que muitas vezes existe (e não deveria) entre a universidade e a escola.

Questão 3: Em quais conteúdos de Física/Ciências/Matemática o JiTT é utilizado?

A terceira questão que nos propomos a analisar buscava elucidar em quais conteúdos o JiTT foi mais implementado. O objetivo de investigarmos este ponto está em compreender quais áreas já possuem um desenvolvimento maior dentro da metodologia do *Just-in-Time Teaching* e aquelas que ainda carecem de atenção. Entender essas diferenças pode nos auxiliar no momento da escolha de qual tópico abordaremos nas implementações que realizaremos como desdobramento deste trabalho.

Esta questão nos forneceu resultados bastante diversificados, os quais estão reproduzidos na Tabela 4 abaixo destacada.

Como já salientamos, são variados os assuntos e os conteúdos que são trabalhados a partir da metodologia do JiTT. Apesar disso, podemos perceber que aparecem mais trabalhos que tratam sobre Mecânica e sobre

Tabela 4: Artigos em cada categoria para a Questão 3.

| Categoria | Nº de Trabalhos | Referências |
|--|-----------------|--------------------------|
| Mecânica | 6 | [19–21, 50, 55, 64] |
| Eletromagnetismo | 6 | [49, 56, 59, 61–63] |
| “Cursos introdutórios de Física” (sem especificação de conteúdo) | 6 | [41, 43, 52, 53, 57, 58] |
| Astronomia | 2 | [54, 67] |
| Física Moderna | 2 | [47, 65] |
| Termodinâmica | 1 | [51] |
| Óptica | 1 | [42] |
| Outros (não Física/Ciências) | 3 | [48, 60, 66] |

Eletromagnetismo (seis cada). Como o JiTT é uma metodologia bastante genérica, é natural que existam trabalhos sobre as mais diversas áreas. Entretanto, isso não nos impede de especular o porquê de Mecânica e Eletromagnetismo serem os tópicos mais abordados.

Em geral, Mecânica é o primeiro tema abordado em um curso de Física, independente do nível (médio ou superior). Isso pode levar os professores a optarem pela implementação do JiTT, para familiarizar os alunos com os conteúdos, com a Física em geral, e também possibilitar que os estudantes tenham uma visão mais ampla da área. Além disso, em especial na Educação Básica, a área de Mecânica costuma apresentar uma forte dedicação curricular, ou seja, os educadores despendem um período bastante longo para esse tópico – é comum que toda a primeira série do Ensino Médio seja baseada nesse assunto [69]. Nesse sentido, também é esperado que mais trabalhos e projetos estejam inseridos dentro deste domínio. Já em Eletromagnetismo, pode haver uma preferência pela implementação do JiTT já que essa área é bastante abstrata e frequentemente trabalhada de forma muito matemática e pouco conceitual. Assim, com a aplicação do JiTT, essas adversidades podem ser contornadas, uma vez que a abordagem conceitual é predominante no método escolhido [18].

Questão 4: Quais são os objetivos com a implementação do JiTT? Por qual motivo os pesquisadores escolheram aplicar o JiTT (e não alguma outra metodologia)?

Essa questão nos mostra o que os professores/pesquisadores se propõem a atingir com a aplicação do *Just-in-Time Teaching*, e assim, as diversas possibilidades que essa metodologia proporciona. Compreender os objetivos que buscam ser alcançados ao aplicar o JiTT traz, de maneira implícita, discussões sobre o que os professores/pesquisadores entendem sobre a metodologia, quais resultados esperam, quais aspectos de suas aulas eles almejam mudar ou aprimorar. Como resultado, destacamos a Tabela 5 abaixo:

Tabela 5: Artigos em cada categoria para a Questão 4.

| Categoria | Nº de Trabalhos | Referências |
|---|-----------------|-----------------------------------|
| Estudo antes da aula e otimização do tempo de sala de aula | 12 | [20, 43, 48–50, 54–56, 58, 63–65] |
| Mudanças nas características das aulas (fuga do modelo tradicional, expositivo e memorístico) | 8 | [19–21, 51, 52, 59, 60, 66] |
| Auxílio ao planejamento de aula por parte do professor | 8 | [20, 41, 42, 51, 62, 63, 65, 67] |
| Maior envolvimento e engajamento dos estudantes | 7 | [19–21, 48, 57, 61, 67] |
| Criação e manutenção de uma rotina de estudos | 2 | [19, 20] |

Analisando as categorias expressas na Tabela 5 que contam com mais registros, podemos perceber que as duas primeiras – estudo antes da aula e otimização do tempo de sala de aula; modificações nas características das aulas – apresentam objetivos diferentes, mas que em suas essências traduzem um desejo de alterar a dinâmica da sala de aula.

No caso da primeira categoria, esse intento pode ser resultado de dois fatores: o primeiro é o tempo escasso para as aulas de Física [56], em especial referindo-se à Educação Básica.⁷ Mas mesmo na Educação Superior, não é incomum a falta de tempo durante o semestre para a discussão de todo o conteúdo previsto no currículo, principalmente se o professor optar por não adotar uma metodologia puramente expositiva. O segundo fator é o entendimento de que o momento de sala de aula é melhor empregado quando disponibilizado para discussões, atividades, trabalhos, enfim, um momento em que os estudantes devem realizar tarefas e tirar possíveis dúvidas, usufruindo da presença do professor e também dos colegas, já que algumas habilidades – como entendimento conceitual e resolução de problemas – são melhor desenvolvidas em ambientes de aprendizagem interativos [51]; sendo assim, a etapa de contato com o conteúdo passa a acontecer parcial ou inteiramente extraclasse, pois nesse período a presença do professor não se faz tão necessária quanto na etapa de trabalho ativo dos estudantes, e dúvidas podem ser esclarecidas no encontro presencial.

No caso da segunda categoria, percebe-se uma tendência a uma maior variação nas metodologias utilizadas em sala de aula [59]. A ideia não é condenar o ensino tradicional, expositivo. Momentos assim continuam sendo necessários e fazem parte do processo de aprendizagem dos estudantes. Entretanto, entendemos que pluralidade metodológica, em especial aquelas que deslocam o protagonismo da aprendizagem do professor para o aluno, trazem muitos benefícios a todos os envolvidos. Sendo assim, em concordância com essas discussões, faz sentido encontrarmos um elevado número de elementos da nossa análise que estão vinculados a uma tentativa de mudança nas características mais tradicionais das aulas, pois é um assunto que vem sendo bastante debatido nos últimos anos, principalmente no Ensino de Física.

Cabe também um destaque para a terceira categoria, empatada com a segunda no número de citações nos artigos analisados, que versa sobre o auxílio ao planejamento das aulas do professor [67]. Esse é um dos principais propósitos da metodologia, pois ao elucidar ao docente os pontos mais fortes e mais frágeis de seus estudantes em determinada temática, o caminho se ilumina para que a estrutura da(s) aula(s) seja o mais adequada

possível àquele grupo de alunos. Entretanto, apesar de ser um objetivo substancial do JiTT, frequentemente ele é colocado em segundo plano. Discutiremos mais detalhadamente sobre isso adiante, em outras questões, mas veremos que é comum a implementação de tarefas pré-classe apenas para a familiarização dos estudantes com o conteúdo a ser visto, porém não há um retorno ao professor do entendimento que os discentes tiveram do tema.

A quarta categoria, sobre engajamento e envolvimento dos alunos, não é uma característica exclusiva do JiTT, mas das metodologias ativas no geral [70]. Ao colocar os estudantes como protagonistas de sua própria aprendizagem, é natural que a necessidade de participar mais efetivamente dos projetos os tornem mais envolvidos com as atividades, com os colegas, com os professores, com as disciplinas, etc. Em geral, isso representa uma aprendizagem de melhor qualidade, pois os alunos estarão, de fato, imersos na situação educativa proposta pelos docentes, e não à margem dela.

Por fim, a última categoria também apresenta um objetivo não original da metodologia proposta por Novak e colaboradores [16], mas que pode ser alcançado pela sua implementação. É comum que currículos mais tradicionais, com avaliações pontuais e temporalmente bem definidas, estimulem os alunos a estudarem apenas antes destas verificações, reforçando um caráter memorístico e tecnicista à aprendizagem. Entretanto, quando a implementação de uma metodologia proporciona o trabalho – e conseqüentemente a avaliação – contínuo dos estudantes, o estudo e a aprendizagem acontecem de forma constante ao longo da aplicação, adquirindo um caráter mais genuíno e duradouro. Por isso, a ideia de estimular, através do *Just-in-Time Teaching*, a criação de uma rotina de estudos tende a auxiliar também a aprendizagem dos discentes.

Questão 5: Que impactos o JiTT tem produzido na aprendizagem dos estudantes?

A quinta questão pode ser vista como uma extensão da quarta, sobre seus objetivos. Isso porque o que se pretende obter e o que se obtém de fato estão relacionados. Por isso, algumas categorias se assemelham e até se repetem. Entretanto, explicitar essa questão é importante para entendermos o que realmente se conseguiu realizar, além de apontar conseqüências não evidenciadas *a priori*. De todas as questões que nos propusemos a analisar, esta é a que apresenta mais categorias, oito no total, dispostas na Tabela 6.

Essa ser a questão com mais categorias talvez se deva ao fato de o JiTT ser uma metodologia ampla, com múltiplas possibilidades de aplicação, e conseqüentemente diferentes impactos na aprendizagem dos estudantes. Com diversas categorias, os elementos acabaram se distribuindo entre os grupos, mas um destes grupos nos chama a atenção por englobar dez elementos (consideravelmente mais do que as outras categorias): “melhor entendimento do conteúdo”.

⁷ Vide portaria nº 163/2021, publicada dia 6 de agosto de 2021 no Diário Oficial do Estado do Rio Grande do Sul, que dispõe sobre a organização curricular do ensino fundamental e do ensino médio no âmbito das escolas da rede pública estadual de ensino do Estado do Rio Grande do Sul.

Tabela 6: Artigos em cada categoria para a Questão 5.

| Categoria | Nº de Trabalhos | Referências |
|--|-----------------|---------------------------------|
| Melhor entendimento do conteúdo | 10 | [19, 21, 42, 55, 56, 58–61, 63] |
| Melhora nas notas | 4 | [51, 53, 57, 63] |
| Mudança no perfil de sala de aula | 4 | [20, 59, 65, 66] |
| Identificação de conhecimentos prévios | 4 | [20, 46, 48, 65] |
| Melhor preparação dos estudantes para as aulas | 3 | [20, 43, 58] |
| Maior engajamento dos alunos | 3 | [19, 66, 67] |
| Melhor interação professor-estudante e estudante-estudante | 2 | [51, 57] |
| Criação de uma rotina de estudos | 1 | [19] |

A manifestação deste como o impacto mais frequente nos artigos sobre *Just-in-Time Teaching* pode ser resultado de diferentes características desta metodologia: o contato prévio com o tema a ser trabalhado, possibilitando uma reflexão anterior à aula, de forma que as discussões em sala com o professor não são uma surpresa; o enfoque na parte conceitual, especialmente em se falando de aulas de Física, que costumam ter um enfoque mais matemático, enquanto que a compreensão a fundo do tema se dá, principalmente, quando se entende conceitualmente o que se está trabalhando; a possibilidade de contato com diversos materiais de apoio (vídeos, artigos, simulações, conteúdos de divulgação científica, etc.), que enriquecem o debate e trazem informações adicionais àquelas oferecidas pelo professor [71].

Não estamos ignorando aqui a discussão sobre como (e se há como) medir o entendimento e a compreensão dos estudantes de forma objetiva. É diferente de apontar que houve uma melhora nas notas dos alunos, como foi registrado em cinco trabalhos, o que pode ser observado de forma concreta – apesar de a melhora nas notas não necessariamente refletir uma melhor compreensão. Entretanto, mesmo que não se possa medir de forma direta esse avanço no entendimento dos conteúdos por parte dos estudantes, havendo uma percepção subjetiva por parte dos professores e dos próprios estudantes que isso está acontecendo (seja por meio de questionários, entrevistas, pelas próprias respostas dos alunos nas atividades e provas...) já é um progresso no processo de ensino-aprendizagem que deve ser valorizado.

Questão 6: Houve modificações na metodologia original proposta por Novak por parte dos professores? Quais?

Nosso principal referencial teórico quando trabalhamos e estudamos o *Just-in-Time Teaching* é Novak e colaboradores [16]. Entretanto, uma metodologia nem sempre é – e nem precisa ser – seguida e desenvolvida exatamente como a proposta original. Essa questão,

então, tem como objetivo mostrar mudanças realizadas na metodologia original, que podem ser atualizações interessantes, que agregam aspectos pertinentes às implementações, ou descaracterizações indevidas, que podem dificultar a concretização dos principais objetivos do JiTT. Organizamos os dados em quatro categorias. O resultado final ficou da seguinte maneira, como exposto na Tabela 7:

Tabela 7: Artigos em cada categoria para a Questão 6.

| Categoria | Nº de Trabalhos | Referências |
|--|-----------------|-------------------------|
| Utilização apenas das tarefas de leitura | 9 | [41, 46, 49, 50, 52–56] |
| JiTT aplicado em conjunto com outra(s) metodologia(s) | 5 | [55, 60, 61, 63, 65] |
| Utilização de vídeos em conjunto ou em substituição aos textos | 4 | [19, 20, 58, 65] |
| Desenvolvimento de wikis/fóruns/applets | 4 | [42, 48, 54, 57] |

A análise proporcionada por esta questão é fundamental. Uma metodologia, em geral, pode (e às vezes até deve) sofrer pequenas alterações para se adaptar ao contexto em que está sendo implementada. Com o *Just-in-Time Teaching* não seria diferente. Entretanto, quando há muitas modificações, a metodologia pode se desconfigurar e não produzir os resultados esperados, distanciando-se das proposições iniciais apresentadas.

Como podemos ver na Tabela 7, a categoria citada em mais artigos que relatam como foi desenvolvido/aplicado o JiTT evidencia que, em diversos trabalhos, a única etapa da metodologia que foi utilizada foram as tarefas de leitura. Ou seja, os professores propunham atividades para os estudantes realizarem no momento pré-classe, mas a implementação do JiTT se encerrava nesta etapa; não há uma preocupação em valer-se das respostas fornecidas pelos alunos para uma preparação “sob medida” do momento de sala de aula, tampouco uma discussão mais específica de alguns pontos interessantes da tarefa ou das resoluções. Nesse caso, a ideia principal do JiTT, que é adequar o momento de sala de aula ao contexto particular de cada turma, se perde. Utilizar apenas tarefas de leitura pode ser produtivo no sentido de preparar os estudantes para o conteúdo com o qual terão contato no momento de exposição por parte do professor. Entretanto, apenas essa etapa não pode ser considerada como aplicação do *Just-in-Time Teaching*, pois ignora partes essenciais da metodologia. Já havíamos comentado sobre essa problemática na discussão da questão 4, em que o objetivo mais citado pelos artigos para a implementação do JiTT era o estudo pré-classe, enquanto que o auxílio à preparação da aula por parte do professor aparecia apenas como o terceiro mais citado.

Já outros artigos indicam outras mudanças na aplicação do método, porém estas mais sutis. Essas modificações são bem-vindas, pois adaptam o JiTT

ao contexto de cada aplicação. Por exemplo, podemos citar o uso de vídeos nas tarefas de leitura, em vez de textos, o que apareceu em quatro artigos. Vale lembrar que o JiTT foi proposto por Novak e colaboradores em 1999 [16]; de lá pra cá se passaram mais de 20 anos. Assim, é natural que o avanço da tecnologia – e consequentemente das Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação – permita e promova mudanças nos materiais utilizados como apoio; e essa evolução é benéfica, pois possibilita que os estudantes tenham contato com diversos tipos de conteúdo e recursos, que enriquecem a aprendizagem.

Questão 7: Como é feita a avaliação do método?

Para sabermos se aquilo que pretendíamos realizar – e aquilo que realizamos – foi alcançado ou não, e também para entendermos o que funcionou e o que devemos aprimorar em aplicações futuras, precisamos avaliar a implementação e seus resultados. E a forma como fazemos essa avaliação pode influenciar nos resultados que obtemos.

Ao buscarmos os dados nos textos, infelizmente, muitos artigos não citam como avaliaram a aplicação da metodologia, ou se avaliaram. Esse resultado já nos parece importante, uma vez que não parece ser uma questão de preocupação para os autores, em específico, a avaliação. Entretanto, com os dados que obtivemos, foi possível estabelecer cinco categorias, dispostas na Tabela 8:

Tabela 8: Artigos em cada categoria para a Questão 7.

| Categoria | Nº de Trabalhos | Referências |
|-----------------------------------|-----------------|--------------------------|
| Respostas nas atividades | 6 | [19, 20, 51, 52, 65, 67] |
| Turmas experimental e de controle | 5 | [21, 46, 48, 50, 51] |
| Pré e pós testes | 4 | [49, 51, 59, 65] |
| Questionários de opinião | 4 | [19, 20, 48, 65] |
| Percepções do professor | 3 | [47, 51, 66] |

Nesta questão, pode-se perceber que há uma grande heterogeneidade na maneira como os pesquisadores realizaram a avaliação da aplicação do JiTT, visto que não há nenhuma categoria que se destaque com muitas citações. Há, também, artigos [19, 20, 48, 51, 52, 65] que avaliam a metodologia de duas ou até três formas distintas – o que, do ponto de vista de uma pesquisa qualitativa, é bastante interessante. Sendo assim, não há uma preferência explícita por um ou outro método de avaliação.

Apesar disso, cabe ressaltar que a maneira mais citada nos artigos de avaliar a aplicação do *Just-in-Time Teaching* foi a análise das respostas dos estudantes nas atividades propostas. Isso significa que os pesquisadores entenderam que resultados satisfatórios nas tarefas de

leitura, ou até mesmo em atividades posteriores, indicaram um bom resultado da aplicação da metodologia.

Evidentemente, se os alunos respondem adequadamente às atividades propostas, é válido inferir que a metodologia apresenta resultados positivos. Mas é questionável se esses resultados também não são consequência de outras atitudes do professor e dos próprios estudantes. Bons resultados nas tarefas podem não indicar diretamente uma avaliação positiva da metodologia, já que, talvez, esse efeito pudesse ter sido alcançado também com outras estratégias didáticas. Nesse sentido, é interessante aplicar alguma outra forma de avaliação complementar (como questionários ou entrevistas), ou então uma turma comparativa, de controle. E isso é, de fato, realizado na maioria dos artigos analisados [19, 20, 51, 65]; dentre seis artigos em que ocorre a avaliação do método por meio da análise das respostas dos estudantes nas atividades, quatro também empregam alguma outra forma de avaliação.

Questão 8: O método é utilizado na avaliação do estudante?

A metodologia proposta originalmente por Novak e colaboradores [16] não comenta sobre utilizá-la na avaliação do estudante. Entretanto, essa é uma modificação realizada frequentemente pelos professores que a aplicam. Sem fazer nenhum tipo de juízo de valor, é comum que estudantes não despendam tempo e esforços em tarefas que não são avaliativas, ou seja, que não oferecem um retorno direto em suas médias finais. Assim, uma forma de estimulá-los a participar destas atividades é inseri-las na composição das notas. Nesse sentido, objetivamos com essa questão entender se esse recurso está sendo utilizado nas implementações do JiTT e como.

Nessa questão, classificamos apenas se os artigos citam que utilizaram a metodologia do *Just-in-Time Teaching* na avaliação do estudante ou não. Novamente, menos da metade dos artigos inicialmente selecionados respondiam a essa pergunta, o que não nos permite tirar conclusões determinantes, porém com as informações que temos já é possível inferir algumas ideias pertinentes. De todos os artigos analisados, doze citam que utilizaram o JiTT de alguma forma na avaliação dos alunos [18–21, 49, 52, 54, 55, 57, 59, 61, 63], enquanto sete citam que não utilizaram [46–48, 50, 51, 53, 67].

Esses números evidenciam que, dos artigos que explicitam se usam ou não a metodologia na avaliação, a maior parte deles apresenta resultado afirmativo. Mas essa utilização é feita de maneiras variadas: contando efetivamente como parte da nota [21, 49]; valendo pontuação extra [19, 20]; liberando os estudantes de realizar alguma avaliação formal [54]. Esse resultado já era esperado, visto que mais dificilmente os estudantes dedicam-se a uma proposta que não dispõe de uma contrapartida na nota final do curso.

Apesar disso, estabelecer uma “recompensa” àqueles estudantes que realizam as tarefas e participam ativamente da metodologia sem penalizar aqueles que

decidem por não o fazer é uma estratégia interessante para que quem escolha participar, escolha por vontade própria (mesmo que exista uma motivação extrínseca, não entraremos nesse mérito). Assim, é mais provável manter os estudantes participantes motivados, comparado a uma situação em que todos seriam “obrigados” a participar.

Isso acontece, em especial, quando a nota atribuída à participação dos estudantes não é parte da nota “oficial”, mas sim um extra, um bônus. Dessa maneira, alunos que optem por realizar as atividades têm a possibilidade de atingir notas mais elevadas, enquanto que os que escolhem não participar da metodologia não abrem mão de parte da nota do curso/disciplina.

Infelizmente, é provável que aqueles professores/pesquisadores que optem por não atribuir nenhuma bonificação aos seus estudantes pela participação nas tarefas do JiTT tenham um retorno mais tímido das atividades, já que é comum que os alunos sejam movidos pelo objetivo de atingir a média e serem aprovados [72]. Por isso, mesmo que a nota não seja o propósito da metodologia, ela pode servir como um incentivo para a participação ativa dos estudantes.

Questão 9: Quais são as principais características das tarefas de leitura?

As tarefas de leitura são uma das principais etapas da metodologia *Just-in-Time Teaching*, o JiTT não existe sem elas. Assim, é importantíssimo entender que aspectos os professores/pesquisadores têm considerado fundamentais no momento de desenvolver e implementar essas tarefas; quais são os elementos que não podem faltar, e que auxiliam a atingir os objetivos planejados.

As respostas para essa pergunta, diferentemente das outras oito questões, não foram organizadas em categorias. Isso acontece porque houve uma variedade muito grande de respostas, de forma que teríamos ou diversas categorias, muito específicas e com poucos elementos em cada uma, ou poucas categorias, muito amplas e com elementos muito distintos dentro de uma mesma classificação. Em ambos os casos, essa categorização não nos auxiliaria na análise e poderíamos terminar por perder detalhes no momento da interpretação dos dados.

É interessante notar que essa variedade nas respostas a essa questão explicita uma multiplicidade de métodos e recursos utilizados pelos professores/pesquisadores na aplicação das tarefas de leitura. Ao longo dos artigos analisados, podemos perceber o uso de diferentes materiais de apoio para as atividades (livro didático [62], textos externos [66], vídeo-aulas [58], vídeos diversos [65], applets [42], simulações computacionais [19]), além de diferentes questionamentos propostos (alguns mais voltados para o conteúdo em si [62], outros mais para o entendimento e as dificuldades enfrentadas durante a realização da tarefa [60]; alguns mais específicos e “fechados”, outros mais abrangentes e amplos, com diversas respostas possíveis). Ademais, podemos notar diferentes objetivos e formas de avaliação das atividades.

Como exemplo, podemos citar: análise da criticidade do estudante, e não do aprendizado propriamente dito [21]; interesse maior na preparação do aluno no momento pré-classe do que nas respostas das tarefas [40]; contextualização das tarefas, promovendo o pensamento além do conteúdo puro [19]; autorreflexão do estudante acerca de sua própria compreensão do material proposto [55]; valorização do processo, e não da resposta final [57].

Essa variedade em diversos aspectos das tarefas é extremamente interessante, já que possibilita que o JiTT seja aplicado nos mais diferentes contextos, para os mais diferentes conteúdos e com os mais diferentes objetivos. Além disso, possibilita que os estudantes tenham contato com outros assuntos e outros recursos educacionais, que em geral não são propostos em aulas tradicionais expositivas. Mais um detalhe relevante é que, usualmente, o JiTT é aplicado em plataformas digitais, visto que a entrega das atividades em momento prévio ao encontro em sala de aula se torna mais fácil e rápida, além de permitir a utilização de recursos computacionais. Entretanto, nada impede que as tarefas sejam realizadas em meio físico, de forma que mesmo em situações educacionais de vulnerabilidade social e exclusão digital, os professores/pesquisadores podem proporcionar aos estudantes uma experiência pedagógica diferenciada e enriquecedora.

Assim, essa questão aponta motivos para defender e incentivar a aplicação do *Just-in-Time Teaching*, sem limitação de níveis de ensino, disciplinas ou conteúdos. Como ressaltado ao longo desta análise, o JiTT é uma metodologia abrangente, flexível e adaptável ao contexto em que é empregada, e por isso é possível recomendar sua implementação nos cenários mais diversos que se apresentam no panorama desigual em que a educação está inserida.

9. Considerações Finais

Esta Revisão Sistemática da Literatura teve como objetivo central investigar o que se tem produzido e publicado a respeito da metodologia *Just-in-Time Teaching* nos principais periódicos nacionais e internacionais, de acordo com a Plataforma Sucupira da CAPES. Tendo em mente que 123 revistas foram selecionadas para análise, consideramos que o número final de 34 trabalhos envolvendo o JiTT é bastante reduzido. Além de indicar que mais estudos são necessários acerca desta metodologia, também limita a compreensão no que concerne a suas potencialidades e fragilidades.

Apesar disso, alguns apontamentos são possíveis. A começar pelos níveis de ensino em que o *Just-in-Time Teaching* é implementado. De 34 artigos, 24 tratam sobre a metodologia aplicada ao Ensino Superior, enquanto 7 aplicam-na ao Ensino Básico e 3 ao Ensino Técnico. Chama a atenção o número inexpressivo de trabalhos que versam sobre o JiTT na Educação Básica. É preciso ter cautela ao afirmar os motivos por trás dessa

baixa quantidade de publicações, entretanto algumas conjecturas envolvem o pouco tempo disponível para os professores planejarem atividades diferenciadas, o pouco contato com pesquisas desenvolvidas nas universidades a respeito de metodologias inovadoras e as condições precárias de trabalho, em especial referindo-se a escolas públicas. Os resultados do *Just-in-Time Teaching* no Ensino Superior têm se mostrado positivos, por isso a orientação de transpor essa metodologia também para os outros níveis de ensino faz-se válida.

Dentre esses resultados positivos, destacamos (i) melhor entendimento do conteúdo, (ii) melhora nas notas e (iii) mudança no perfil de sala de aula. Os itens (i) e (ii) são desejáveis em qualquer prática pedagógica, por isso, gostaríamos de dar ênfase ao item (iii). A mudança no perfil de sala de aula é uma característica a que se propõe o *Just-in-Time Teaching* – e as metodologias ativas no geral. Essa transformação ocorre ao tirar o protagonismo na sala de aula do professor e passá-lo ao estudante; assim, o docente assume a postura de mediador do processo de ensino-aprendizagem, e não mais de detentor do conhecimento, enquanto o aluno torna-se ativo e corresponsável por esse processo. Esse tipo de metodologia costuma objetivar uma aprendizagem mais conceitual, contextual e consolidada, diferente das metodologias mais tradicionais, expositivas, em que o foco gira em torno de uma aprendizagem mais memorística, mais mecânica. Assim, apesar de não ser a categoria que apresenta mais artigos, a mudança no perfil de sala de aula é uma consequência da implementação do JiTT que merece ser destacada por indicar uma melhora na qualidade do ensino desenvolvido como um todo, e não apenas no resultado final.

Entretanto, também foi possível evidenciar algumas contrariedades ao longo das pesquisas. A que mais se destacou foi o elevado número de artigos – nove no total – que indicam utilizar apenas uma parte da metodologia: as tarefas de leitura. Entende-se que a utilização de atividades pré-classe é uma maneira interessante de estimular o estudo dos conteúdos pelos alunos, melhor preparando-os para a aula; entretanto o principal objetivo da metodologia se perde: a adaptação de cada momento em sala de aula, por parte do professor, tendo em vista as características específicas de cada turma, suas capacidades e vulnerabilidades. O apontamento aqui colocado não é um julgamento ao uso exclusivo das tarefas de leitura, visto que elas por si só já podem trazer benefícios aos estudantes, em especial no que diz respeito ao estudo prévio e preparação para as aulas; contudo, essa ação desvirtua uma das mais importantes qualidades do *Just-in-Time Teaching*, que é a possibilidade de ajustes sob medida para cada perfil de alunos encontrado pelo professor.

A presente RSL, ao analisar o que foi produzido em termos de pesquisa e aplicação do *Just-in-Time Teaching*, objetivou concentrar aquilo que os pesquisadores entendem pela metodologia, seus pontos fortes e

fracos, aspectos que devem ser mantidos, reforçados ou reestruturados, e resultados que são possíveis alcançar com a implementação desta. Ainda se faz necessário mais investigações acerca do JiTT, dado o baixo número de trabalhos encontrados, em especial na Educação Básica; todavia, esta revisão pode servir como guia para futuras pesquisas, assim como referência para professores que se interessam pela metodologia e pela inovação em suas atividades em sala de aula.

Agradecimentos

Agradecemos especialmente à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio Grande do Sul (FAPERGS), pelo fomento a essa pesquisa.

Referências

- [1] N.A.N. Berbel, *Semina: Ciências Sociais e Humanas* **32**, 25 (2011).
- [2] L.A. Heidemann, *Ressignificação das atividades experimentais no ensino de física por meio do enfoque no processo de modelagem científica*. Tese de Doutorado, Universidade Federal do Rio Grande do Sul (2015).
- [3] P. Demo, *Professor do futuro e reconstrução do conhecimento* (Vozes, Petrópolis, 2004).
- [4] E.Y. Gemignani, *Fronteiras da Educação* **1**, 1 (2012).
- [5] J. Delors, *Educação: um tesouro a descobrir* (Cortez, São Paulo, 1999).
- [6] A. Zabala, *A prática educativa – como ensinar* (Artmed, Porto Alegre, 1998).
- [7] A.J. Rosso e L.E. Taglieber, *Perspectiva* **10**, 37 (1992).
- [8] A. Diesel, A.L.S. Baldez e S.N. Martins, *Thema* **14**, 269 (2017).
- [9] C.S. Souza, A.G. Iglesias e A. Pazin-Filho, *Medicina* **47**, 284 (2014).
- [10] J. Reeve, *Educational Psychologist* **44**, 159 (2009).
- [11] L.G.C. Anastasiou e L.P. Alves, *Processos de ensinagem na Universidade: pressupostos para estratégias de trabalho em aula*, (Univille, Joinville, 2004).
- [12] I.G.V. Koch, *Argumentação e linguagem* (Cortez, São Paulo, 2002).
- [13] P. Freire, *Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa* (Paz e Terra, Rio de Janeiro, 2015).
- [14] D.A. Schön, em: *Os professores e a sua formação*, editado por A. Nóvoa (Dom Quixote, Lisboa, 1995).
- [15] <https://dicionario.priberam.org/inova%C3%A7%C3%A3o>
- [16] G.M. Novak, E.T. Patterson, A.D. Gavrin e W. Christian, *Just-in-Time Teaching: blending active learning with web technology*. (Prentice Hall, Upper Saddle River, 1999).
- [17] D.P. Ausubel, J.D. Novak e H. Hanesian, *Educational psychology: a cognitive view* (Holt, Rinehart and Winston, New York, 1968).
- [18] I.S. Araujo e E. Mazur, *Caderno Brasileiro de Ensino de Física* **30**, 362 (2013).

- [19] B.S. Ribeiro, L.T. Pigosso e D.P. Pastorio, *Enseñanza de la Física* **31**, 31 (2019).
- [20] D.P. Pastorio, B.S. Ribeiro, L.A.V.D. de Souza, L.T. Pigosso e T.A. Fragoso, *Revista Brasileira de Ensino de Física* **42**, e20200296 (2020).
- [21] S.P. Formica, J.L. Easley e M.C. Spraker, *Physical Review Special Topics – Physics Education Research* **6**, 020106 (2010).
- [22] G.M. Novak e J. Middendorf, in *Volume IV – What works, what matters, what lasts* (Project Kaleidoscope, Washington, 2004).
- [23] M.A. Moreira, *Actas de la I Escuela de Verano sobre Investigación en Enseñanza de las Ciencias*, (Servicio de Publicaciones de la Universidad de Burgos, Burgos, 2000), p. 13.
- [24] R.B. Silva Filho e R.M.L. Araújo, *Educação por Escrito* **8**, 35 (2017).
- [25] A. Bagdonas, J. Zanetic e I. Gurgel, *Revista Brasileira de História da Ciência* **7**, 242 (2014).
- [26] M.A. Moreira, *Estudos Avançados* **32**, 73 (2018).
- [27] R.K. Yin, *Qualitative research from start to finish* (Guilford Press, New York, 2015).
- [28] E. Jacob, *Review of Educational Research* **57**, 1 (1987).
- [29] F. Erickson, em: *Handbook of research on teaching*, editado por M. Wittroch (Macmillan, New York, 1986).
- [30] H.A. Gonçalves, M.B.C. Nascimento e K.C.S. Nascimento, *Investigação Qualitativa na Educação* **2**, 386 (2015).
- [31] R.J. Yoder, D. Bobbitt-Zeher e V. Sawicki, *Research in Science Education* **51**, 845 (2021).
- [32] K.E. Daniels, *The Physics Teacher* **48**, 366 (2010).
- [33] B. Paosawatyanong e P. Wattanakasiwich, *Latin-American Journal of Physics Education* **4**, 4 (2010).
- [34] A.M. Evangelista e G.L. Sales, *Experiências em Ensino de Ciências* **13**, 566 (2018).
- [35] C.M.B. Scheunemann e P.T.C. Lopes, *Experiências no Ensino de Ciências* **15**, 644 (2020).
- [36] G. Ferrari, *A Física na Escola* **18**, 3 (2020).
- [37] R.C.M. Simões, A.L.R.G. Russo, E.S.O. Braga e G.R.S. Fonseca, *ACTIO: Docência em Ciências* **5**, 1 (2020).
- [38] C. Fies e J. Marshall, *Journal of Science Education and Technology* **17**, 483 (2008).
- [39] C. Henderson, C. Turpen, M. Dancy e T. Chapman, *Physical Review Special Topics – Physics Education Research* **10**, 010106 (2014).
- [40] J.L. Docktor e J.P. Mestre, *Physical Review Special Topics – Physics Education Research* **10**, 020119 (2014).
- [41] W. Christian, M. Belloni, D. Sokolowska, A. Cox e M. Dancy, *Physics Education*, **55** 045008 (2020).
- [42] Y. Rodríguez, A. Santana e L.M. Mendoza, *Physics Education* **48**, 621 (2013).
- [43] L.S. Dake, *The Physics Teacher* **45**, 416 (2007).
- [44] K. Abhyankar e S. Ganapathy, *International Journal of Information and Education Technology* **3**, 113 (2013).
- [45] T. Espinosa, I.S. Araujo e E.A. Veit, *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências* **19**, 373 (2019).
- [46] Y. Wang, L. Wang, H. Liang, D. Zollman, L. Zhao e Y. Huang, *European Journal of Physics* **41**, 035701 (2020).
- [47] M. Parappilly, L. Schmidt e S. de Ritter, *European Journal of Physics* **36**, 055052 (2015).
- [48] L.A. Guertin, S.E. Zappe e H. Kim, *Journal of Science Education and Technology* **16**, 507 (2007).
- [49] H.R. Sadaghiani, *Physical Review Special Topics – Physics Education Research* **7**, 010102 (2011).
- [50] H.R. Sadaghiani, *Physical Review Special Topics – Physics Education Research* **8**, 010103 (2012).
- [51] L.M. Li, B. Li e Y. Luo, *Physical Review Special Topics – Physics Education Research* **11**, 010106 (2015).
- [52] J.E. Dowd, I.S. Araujo e E. Mazur, *Physical Review Special Topics – Physics Education Research* **11**, 010107 (2015).
- [53] M. Parappilly, R.J. Woodman e S. Randhawa, *Research in Science Education* **51**, 391 (2021).
- [54] M.A. Pires e E.A. Veit, *Revista Brasileira de Ensino de Física* **28**, 241 (2006).
- [55] W.K. Adams e C. Willis, *The Physics Teacher* **53**, 469 (2015).
- [56] N. Lasry, M. Dugdale e E. Charles, *The Physics Teacher* **52**, 34 (2014).
- [57] H.E. Mohottala, *The Physics Teacher* **51**, 44 (2013).
- [58] H.R. Sadaghiani, *The Physics Teacher* **50**, 301 (2012).
- [59] V. Oliveira, E.A. Veit e I.S. Araujo, *Caderno Brasileiro de Ensino de Física* **32**, 180 (2015).
- [60] S. Schefer-Wenzl e I. Miladinovic, *International Journal of Information and Education Technology* **8**, 332 (2018).
- [61] T. Espinosa, I.S. Araujo e E.A. Veit, *Amazônia: Revista de Educação em Ciências e Matemáticas* **16**, 5 (2020).
- [62] M.G. Müller, I.S. Araujo e E.A. Veit, *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias* **17**, 44 (2018).
- [63] T.E. de Oliveira, I.S. Araujo e E.A. Veit, *Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia* **12**, 29 (2019).
- [64] M.N. Coelho, *Experiências em Ensino de Ciências* **13**, 1 (2018).
- [65] E. Elias e J.P.C. Erthal, *Revista Eletrônica Sala de Aula em Foco* **9**, 158 (2020).
- [66] N. McGarry e M.J. Granger, in *Informing Science+ IT Education Conference* (Washington, 2002).
- [67] T.N. Cestari, M.G. Santos, R.A. Amaral, *Latin American Journal of Astronomy Education* **29**, 7 (2020).
- [68] B.A. Gatti e M. Nunes, *Formação de professores para o ensino fundamental: estudo de currículo das licenciaturas em Pedagogia, Língua Portuguesa, Matemática e Ciências Biológicas*. (FCC, São Paulo, 2009).
- [69] M.R. Stolf, *Uma sequência de conteúdos em mecânica para melhorar a aprendizagem no ensino médio*. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, (2018).
- [70] M. Prince, *Journal of Engineering Education* **93**, 223 (2004).
- [71] A. Gavrín, J.X. Watt, K. Marrs e R.E. Blake Jr., *Computers in Education Journal* **14**, 51 (2004).
- [72] J.L.P.B. Silva e E.F. de Moradillo, *Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências* **4**, 28 (2002).