

## **Reflexão sobre a prática docente: Contribuição de atividades experimentais investigativas e científicas mediadas por tecnologias**

**Bruna Teixeira de Araujo Lemos<sup>1</sup>, Marta Silva dos Santos Gusmão<sup>2</sup> e Gustavo Bizarria Gibin<sup>3</sup>**

<sup>1,2</sup>Universidade Federal do Amazonas (UFAM), Brasil, brunalemos2908@gmail.com e mgusmao@ufam.edu.br; <sup>3</sup>Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (UNESP), Brasil, gustavo.gibin@unesp.br

**Resumo:** No presente trabalho investigamos indícios de desenvolvimento das habilidades científicas na formação inicial de professores de Física e Química quando atreladas a metodologia investigativa, mediada por softwares de simulação e animação, de maneira que desenvolvam a criticidade e reflexão. Participaram da pesquisa, em forma de oficina online, 20 graduandos de Licenciatura em Química e em Física da Universidade Federal do Amazonas. Os dados foram coletados por meio de atividades escritas no painel digital padlet e de entrevistas, os quais foram analisados com base em rubricas para habilidades científicas, que são entendidas como os procedimentos e métodos que os cientistas utilizam para produzir conhecimento, e na Análise Textual Discursiva. Observamos que desenvolver habilidades científicas é uma tarefa complexa, que engloba não somente saberes, mas diversas habilidades. No entanto, constatamos que elas apresentam potencial para desenvolver reflexão na formação do professor, podendo ser inseridas em disciplinas regulares dos cursos de Licenciatura.

**Palavras-chave:** ensino de física, ensino de química, habilidades científicas, ensino por investigação, tecnologias digitais na educação.

**Title:** Reflections about the teaching practice: Contribution of investigative and scientific experimental activities mediated by technologies

**Abstract:** In the present work, we investigate clues about the development of scientific abilities in the initial formation of Physics and Chemistry teachers when linked with investigative methodology, mediated by simulation and animation softwares, in a way that develops critical thinking and reflection. Twenty undergraduate students in Chemistry and Physics of the Federal University of Amazon participated in the survey. The data were collected through activities written on the padlet digital panel and interviews, which were analyzed based on rubrics for scientific abilities, which are understood as the procedures and methods that scientists use to produce knowledge, and in the Discursive Textual Analysis. We observed that developing scientific abilities is a very complex task, which englobes not only knowledge, but several abilities. Nonetheless, we found that they have the potential to develop reflection on teacher's formation and can be inserted into regular disciplines of licentiate courses.

**Keywords:** physics teaching, chemistry teaching, scientific skills, teaching by investigation, digital technologies in education.

### **Introdução**

O Ensino de Ciências requer uma série de conhecimentos e habilidades que só serão desenvolvidas quando atrelamos os conhecimentos científicos ao contexto cotidiano dos estudantes (Estácio, 2015). Para isso, faz-se necessária a atuação e formação de professores críticos e autônomos, de forma que desenvolvam suas próprias estratégias de ensino (Bastos; Nardi, 2018, p. 49).

Ser professor requer uma formação fundamentada em conhecimentos científicos e sociais de maneira que componha uma relação direta entre teoria e prática (BNCC, 2018, p. 3). De acordo com Castiblanco e Nardi (2018), a teoria favorece a reflexão sobre a prática e a prática fornece parâmetros para verificar a teoria, por isso, caminham juntas.

É de fundamental importância que procuremos metodologias para formação que sejam capazes de relacionar teoria e prática. Um destes métodos é o científico, que busca relacionar conhecimentos teóricos com problemas voltados ao cotidiano do estudante.

O conhecimento científico, tem a capacidade de desenvolver inúmeras habilidades fundamentais para a formação do professor e o desenvolver sua autonomia, como as habilidades científicas, que são os procedimentos utilizados para a construção do conhecimento científico. Na sua formação, o professor deve ser capaz de adquirir habilidades que são importantes na sua prática, como projetar e conduzir investigações científicas e usar a tecnologia e a matemática para melhorar a investigação e o compartilhamento dos resultados (Etkina et al., 2006).

Para esta formação, as tecnologias atuais e educacionais, como simuladores, animações e modelagem podem facilitar e/ou mediar as investigações, na resolução de problemas (González; Cartagena, 2012; Rogers; Portsmore, 2004).

Estas tecnologias nos permitem explorar caminhos, experimentar conceitos e fenômenos físicos e químicos, que sem ela poderiam ser altamente abstratos. Apresenta capacidade e potencial para ser utilizada de forma pedagógica, pois pode afetar de forma positiva a motivação e é uma ótima ferramenta para solução de problemas e compartilhamento de resultados. Quando aliada aos métodos investigativos e científicos apresenta um elevado potencial para desenvolver habilidades essenciais para a formação dos professores.

Em sua pesquisa com base no uso das tecnologias na aprendizagem mediada por investigação, Lima (2019) concluiu que o uso das tecnologias favorece "a aquisição de conhecimentos" tendo em vista que ela desperta maior interesse, engajamento e curiosidade, ajudando, assim, o desenvolvimento de novos conceitos dentro de sala de aula (Lima, 2019, p. 65).

Em pesquisa acerca da modelagem computacional na formação do professor, de acordo com os autores Quartieri et al. (2019), a tecnologia

aparece, na prática pedagógica e docente, como uma forma de motivar, complementar ou elucidar a experimentação de questões complexas.

Além disso, o desenvolvimento de habilidades científicas e o uso de tecnologias aparecem na Base Nacional Comum para Formação, diretrizes que norteiam os processos de formação de professores (DCN-FP, 2019) e estão alinhadas com a Base Nacional Comum Curricular (BNCC). Estas diretrizes trazem como competências gerais “pesquisar, refletir, realizar a análise crítica [...] e buscar soluções tecnológicas para selecionar e organizar práticas pedagógicas” (BNCC, 2018, p.13), assim como compreender e utilizar as tecnologias de forma reflexiva e significativa “como ferramenta de formação, para comunicar, acessar e disseminar informações, produzir conhecimentos, resolver problemas e potencializar as aprendizagens” (BNCC, 2018, p.13).

É importante dar ênfase que a introdução das abordagens investigativas já havia sido apresentada nos Parâmetros Curriculares Nacionais do ano de 1997 (PCN, 1997). No entanto, ainda vemos prevalecer, atualmente, um ensino baseado na transmissão de conteúdo e domínio do conhecimento nas mãos dos professores, sem a participação ativa dos alunos.

Para alinhar o processo de formação de professores com as Diretrizes Curriculares Nacionais, a BNCC e a realidade escolar atual, faz-se necessária a formação inicial baseada nos processos de reflexão e criticidade acerca dos recursos tecnológicos. Tais recursos aliados ao conhecimento e uso das habilidades científicas é essencial para que os sujeitos sejam capazes de compreender os processos e conceitos científicos, gerando, assim, seres autônomos e reflexivos.

Tal reflexão está diretamente ligada ao confronto com a realidade e as experiências provenientes delas. Por isso, a formação dos professores deveria ser orientada por uma aprendizagem baseada em problemas (Perrenoud et al., 2002). De acordo com Gibin e Ferreira (2021), a metodologia baseada em problemas promove o desenvolvimento de atividades cognitivas e do raciocínio cognitivo, tendo relação direta com o cotidiano do aluno, de maneira que seja significativo e estimule a resolução de uma questão-problema.

Abordaremos neste artigo, aspectos referentes à formação inicial do professor dando ênfase ao seu papel crítico e reflexivo na sociedade. Para buscar essa reflexão, nos apoiamos em alguns conceitos como criticidade e pensamento científico que foram norteados, dentro da pesquisa, pela metodologia investigativa e a habilidade científica de elaborar hipóteses. Utilizamos para análise as rubricas, que são um conjunto de critérios de avaliação, que deixam claro quais aspectos serão avaliados por meio do uso de descritores (Fernandes, 2021). Em específico, utilizamos os critérios de avaliação das habilidades científicas propostas por Etkina et al. (2006) e Etkina, Karelina e Ruibal-Villasenor (2008). Tais critérios permitem que seja possível notar indícios de desenvolvimento das habilidades científicas com base em atividades experimentais laboratoriais ou mediadas por tecnologia.

Diante do exposto, temos como objetivo identificar como o desenvolvimento de habilidades científicas pode ser inserido no processo de formação inicial de professores, utilizando a metodologia investigativa

mediada por tecnologias, de forma a estimular a criticidade e reflexão nos professores.

### **Habilidades científicas e as atividades experimentais investigativas para a formação do professor reflexivo**

A formação de um professor, para que desenvolva em seus alunos a participação social e o senso crítico, necessita de alguns parâmetros de reflexão acerca da sua prática. Para Perrenoud (1999, p. 11), a reflexão é de suma importância, pois tem a capacidade de libertar os professores do trabalho “prescrito”, isto é “convidá-los a construir suas próprias iniciativas, em função dos alunos, do campo, do meio ambiente, das parcerias e cooperações possíveis [...]” fazendo com que eles construam o seu próprio conhecimento e suas próprias iniciativas.

De acordo com a Etkina et al. (2006), “os alunos adquirem habilidades complexas [...] quando os indivíduos se envolvem em um exame reflexivo e cuidadoso dos problemas experimentais” (p. 1. [tradução nossa]), ou seja, somente a partir da reflexão acerca de um problema é que se pode desenvolver habilidades mais criteriosas.

De acordo com Ghedin (2009), a reflexão é um modo de formação que não engloba somente os saberes, são necessárias um conjunto de ações “que fazem propostas para a formação de professores baseado no conhecimento acumulado pela própria área de formação de professores” (Ghedin, 2009, p. 4). Essas ideias são coerentes com Perrenoud (1999), que afirma que os estudantes não irão adquirir magicamente essa atitude reflexiva acerca da prática profissional. É fundamental que a universidade transmita o real significado da existência do professor e a reflexão que a docência necessita.

Tendo como base pensamento científico como forma de problematizar e encontrar soluções para os problemas da sociedade, faremos com que os professores se desenvolvam de forma reflexiva e crítica, estando em um estado permanente de reflexão (Perrenoud, 2002), que proporciona uma autonomia para a profissão.

O professor reflexivo está sempre pronto para “observar, memorizar, escrever, analisar após compreender e escolher opções novas” (Perrenoud, 1999, p. 11) e refletir sobre suas relações com as pessoas, com as tecnologias e com o saber. Ele se apoia em saberes metodológicos, que incluem a observação, interpretação, análise, antecipação, memorização e comunicação. É importante dar ênfase também ao saber teórico, pois o bom senso apoiado na observação é o primeiro passo para esta reflexão (Perrenoud, 1999).

As etapas presentes nos saberes metodológicos são facilmente interligadas às habilidades do processo científico que consistem em: observar, problematizar, estudar, codificar e comunicar. Estes processos envolvem um conjunto de habilidades que podem ser usadas para enfrentar algum problema do cotidiano (González; Cartagena, 2017), que por sua vez, podem ser solucionados através da metodologia investigativa e os seus processos de pensamento.

As habilidades científicas são os procedimentos e métodos que os cientistas utilizam para a construção do seu conhecimento e na solução de problemas, ou seja, são as habilidades ligadas ao processo científico, quando realizado de forma de maneira crítica e reflexiva (Etkina et al., 2006).

No entanto, o papel destas habilidades vai além do conhecimento científico, elas englobam o desenvolvimento de indivíduos reflexivos e conscientes dos problemas existentes na sociedade. De acordo com Ghedin (2009), a reflexão está diretamente ligada à habilidade de fazer perguntas e problematizar as situações em que nos encontramos.

Há seis habilidades científicas definidas por Etkina et al. (2006), compostas por sub-habilidades que norteiam e auxiliam o desenvolvimento dos estudantes:

- [A] Representar ideias de várias maneiras;
- [B] Projetar e conduzir um experimento observacional;
- [C] Projetar e conduzir um experimento de teste;
- [D] Projetar e conduzir um experimento de aplicação;
- [E] Comunicar as ideias científicas;
- [G] Coletar e analisar dados experimentais.

Estas habilidades necessitam de situações reais que estimulem o raciocínio, a reflexão e a construção do conhecimento. De acordo com Etkina et al. (2006), as habilidades não são desenvolvidas de forma passiva e é de suma importância vivenciar situações e problemas que favoreçam o seu desenvolvimento.

Em suas pesquisas, Etkina et al. (2006) e Etkina; Karelina; Ruibal-Villasenor (2008) abordam sobre algumas habilidades científicas que podem ser usadas no contexto da Física e estas habilidades podem ajudar no desenvolvimento de habilidades que os alunos poderão utilizar durante toda a sua vida. Em especial trataremos da habilidade de projetar e conduzir um experimento de teste (C), dando ênfase à habilidade de elaborar hipóteses, pois é essencial para a construção do conhecimento e reflexão do saber.

De acordo com Etkina et al. (2006), os experimentos de teste são efetuados para testar ou refutar uma hipótese, utilizando seu arcabouço teórico para prever os resultados de um experimento. A habilidade C é composta por sete sub-habilidades (Ver Quadro 1) para nortear uma investigação.

De acordo com o Quadro 1, tais sub-habilidades são essenciais para o estudante resolver uma investigação, pois envolvem a elaboração e a testagem das hipóteses, projetar experimentos e fazer previsões, comparar os resultados obtidos com as previsões iniciais e as hipóteses de trabalho.

### **Metodologia investigativa e a solução de problemas mediada por tecnologias**

Muito se fala sobre a experimentação e seu papel potencializador do ensino, porém o ensino por meio de experimentos vai muito além da observação de fenômenos. É necessário que se reflita e pesquise acerca do

que está sendo observado. Os alunos devem “manipular ideias” (problemas, dados, teorias, hipóteses, argumentos), e o que se espera é a “participação ativa dos estudantes” (Souza et al., 2013, p. 11). Neste sentido, os autores também comentam sobre a construção do conhecimento por meio de situações problema, onde a experimentação possa:

<b>Código</b>	<b>Sub-habilidades</b>
<b>C1</b>	É capaz de elaborar uma hipótese testável?
<b>C2</b>	É capaz de projetar um experimento que teste a hipótese?
<b>C4</b>	É capaz de fazer uma previsão baseada na hipótese?
<b>C5</b>	É capaz de determinar fatores que influenciam no experimento?
<b>C6</b>	É capaz de determinar especificamente a maneira como as suposições podem afetar a previsão?
<b>C7</b>	É capaz de decidir se a previsão e o resultado concordam ou discordam?
<b>C8</b>	É capaz de fazer a análise e retomar a hipótese inicial?

Quadro 1: Sub-habilidades da habilidade de projetar um experimento para testar uma hipótese. Fonte: Os autores, baseados em Frazão (2020).

[...] propiciar aos alunos o desenvolvimento da capacidade de refletir sobre os fenômenos físicos, articulando seus conhecimentos já adquiridos e formando novos conhecimentos. Neste processo de construção dos conhecimentos, as atividades experimentais poderiam ser organizadas de maneira a colocar os estudantes diante de situações problemáticas, nas quais eles poderão usar dados empíricos, raciocínio lógico, conhecimentos teóricos e criatividade para propor suas próprias hipóteses, argumentações e explicações (Souza et al., 2013, p. 13).

A investigação não tem como objetivo de aprendizagem que o aluno acerte ou erre na resolução de um problema, mas proporcionar que o aluno desenvolva o costume de utilizar seus conhecimentos aprendidos no decorrer da vida para elaborar hipóteses e solucionar problemas. Para que isso ocorra, as atividades experimentais sempre são iniciadas com uma questão problema (Kasseboehmer, 2011).

A metodologia investigativa se contrapõe à experimentação tradicional (Gibin, 2013) e almeja a aproximação do processo de ensino-aprendizagem ao pensamento científico, pois a ciência não busca somente a descoberta e sim a manutenção do conhecimento (Rosalino; Silva; Kasseboehmer, 2018).

No ensino de ciências, os *softwares* podem auxiliar na elaboração de atividades investigativas, pois facilitam a experimentação, fornecendo materiais de modelos de difícil acesso e permitindo a resolução de problemas específicos e contextualizados (Rogers; Portsmore, 2004).

De acordo com Papert (2008), assim como os *videogames* que dão ao aluno autonomia para testar ideias e teorias para superar fases e desafios através de regras e estruturas preestabelecidas, o uso de softwares para experimentação fornece essas mesmas opções para o aluno descobrir ideias

e testar teorias. Em especial, o uso de simuladores em sala de aula, fornece a opção ao aluno de variar parâmetros e condições ao mesmo tempo que é delimitado por regras e limitações que fazem com o aluno não se desvie do caminho.

Oliveira (2008) cita o real significado da tecnologia educacional e dá ênfase à integração dos processos tecnológicos aos processos de ensino e aprendizagem.

Não há milagre tecnológico na educação (...) A tecnologia educacional deve ser vista como parte de uma complexa e persistente conjugação de esforços de alunos, professores e meios tecnológicos em busca de maior eficácia. E sugere uma definição: Tecnologia educacional não é uma caixa de mágicas, mas constitui-se no planejamento organizado e na implementação de sistemas de aprendizagem que se utilizam, mas não esperam milagres, dos meios de comunicação, recursos audiovisuais, organização da sala de aula e métodos de ensino (Oliveira, 2008, p.6).

Em outras palavras, não é utilizando a tecnologia apenas como uma ferramenta que o problema educacional será resolvido como em um passe de mágica, é necessário que ela esteja em sintonia com o método de ensino e a prática pedagógica. E essa sintonia deve ser alcançada antes mesmo do professor estar em sala de aula, isto é, em seu processo de formação inicial.

### **Procedimentos metodológicos**

A pesquisa foi norteadada pela abordagem qualitativa, baseada nas ideias de Creswell (2010), uma vez que este método de investigação emprega diversas "estratégias de investigação e métodos de coleta e análise de dados". A pesquisa qualitativa coleta dados, levando em consideração o ambiente, os participantes e os eventos que os sujeitos realizaram (Creswell, 2010).

A pesquisa foi desenvolvida por meio de uma oficina realizada de forma remota por meio da plataforma *zoom* com estudantes do curso de Licenciatura em Física e Licenciatura em Química da Universidade Federal do Amazonas (UFAM).

Participaram até o final da oficina um total de 20 (vinte) estudantes de Licenciatura, e destes, 11 (onze) eram acadêmicos do curso de Licenciatura em Física e 9 (nove) do curso de Licenciatura em Química. A escolha do público-alvo foi complexa tendo em vista o regime de aulas remotas na Universidade, por isso as turmas não possuíam o mesmo período nos cursos.

Houve uma disparidade dos períodos cursados, havendo alunos de 2º, 6º e 8º períodos, para sanar esta disparidade optamos por dividir os grupos de forma homogênea, de forma que cada grupo tivesse alunos de Física e de Química. Para auxiliar nos conceitos utilizados para a solução dos problemas propostos, houve a ajuda de um grupo de apoio de monitores durante toda a oficina.

Obedecendo aos critérios éticos da pesquisa, o projeto foi submetido ao Comitê de Ética em Pesquisa (CAAE 44904221.0.0000.5020). A oficina foi

realizada durante o período pandêmico e por isso, a oficina foi oferecida de forma remota (via *zoom*). Os participantes assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido e não foram identificados neste trabalho, sendo a análise feita por meio dos grupos, em que os participantes permaneceram divididos do início ao fim da aplicação.

Os instrumentos de coleta de dados foram:

- a) Questionário Inicial - traçar o perfil dos participantes
- b) Atividades coletadas por meio do painel digital de atividades - *Padlet*
- c) Entrevistas gravadas via *zoom* - impressões dos participantes sobre a oficina e o curso de Licenciatura.

Foram, ao total, 6 (seis) encontros com duração de 2 (duas) horas, sendo o primeiro composto por uma atividade introdutória com o objetivo de inserir a metodologia que seria trabalhada durante toda a oficina, bem como as plataformas e softwares que seriam utilizados, tendo em vista que poucos conheciam os mesmos.

As atividades investigativas seguiram os níveis de investigação baseados na proposta de Kasseboehmer, Hartwig e Ferreira (2015). Ao total são cinco níveis de abertura e são divididos com base na responsabilidade e no papel ativo dos estudantes na condução de atividades investigativas experimentais (Ver Quadro 2). Os níveis possibilitam que os participantes evoluam o seu pensamento investigativo de acordo com o grau de liberdade da atividade experimental. Entende-se por grau de liberdade a quantidade de informações, ou respostas fornecidas de um problema.

<b>Níveis</b>	<b>Problemas</b>	<b>Materiais</b>	<b>Procedimentos</b>	<b>Coleta e Análise</b>	<b>Conclusões</b>
Nível 0	Fornecidos	Fornecidos	Fornecidos	Fornecidos	Fornecidos
Nível 1	Fornecidos	Fornecidos	Fornecidos	Fornecidos	Em aberto
Nível 2	Fornecidos	Fornecidos	Fornecidos	Em aberto	Em aberto
Nível 3	Fornecidos	Fornecidos	Em aberto	Em aberto	Em aberto
Nível 4	Fornecidos	Em aberto	Em aberto	Em aberto	Em aberto

Quadro 2: Níveis de abertura da Metodologia Investigativa - MI. Fonte: Kasseboehmer, Hartwig e Ferreira (2015).

Neste trabalho predominou-se o nível de abertura 4, onde é fornecido somente o problema e a ferramenta tecnológica utilizada. Era esperado que os participantes adotassem materiais dentro dos *softwares*, escolhessem procedimentos, fizessem a coleta, análise e conclusão dos resultados. Somente a atividade do segundo encontro teve o nível de abertura 3, pois foram fornecidos parâmetros para solucionar o problema. No quadro 3 estão relacionadas a sequência de atividades elaboradas, juntamente com o conteúdo abordado e a questão problema explorada.

A primeira atividade teve a seguinte questão problema: Uma sala de aula é mais barulhenta quando o professor sai da sala? Tal questão foi elaborada com um contexto mais teórico, voltado ao cotidiano do professor, pois tinha como objetivo fazer com que os participantes conseguissem assimilar os



conceitos e os processos de elaboração de hipóteses mediante a existência de uma questão problema.

Nível	Conteúdo	Questão Problema	Software
-		Uma sala de aula é mais barulhenta quando o professor sai da sala?	
3	Queda Livre	Sabe-se que o avião dispõe de um paraquedas arredondado, um retangular, um triangular e que um paraquedista tem o dobro do peso do outro. Quem deve saltar e com qual paraquedas para chegar mais rápido ao amigo desmaiado?	Algodo
4	Circuitos em série e paralelo	Tendo em vista o conceito de circuito em série e paralelo, como o tipo de circuito afeta a intensidade das luzes do pisca-pisca?	PhET
4	Intensidade Luminosa	Tendo em vista o conceito de circuito em série e paralelo, considerando lâmpadas com resistências diferentes, o que importa para aumentar o brilho das lâmpadas?	PhET
4	Resistência Elétrica	O resistor do seu chuveiro elétrico queimou. Ao chegar na loja para comprar um novo, o vendedor comunica que no estoque da loja só tem resistores de chuveiro para 220V, mas a tensão na sua casa é de 127V. Você precisa urgente trocar a resistência. O vendedor da loja garantiu que você poderia levar aquele resistor que daria para utilizá-lo provisoriamente. Você seguirá o conselho do vendedor ou não?	Tinkercad
4	Pilhas alcalinas e não alcalinas	Você tem um trabalho de uma feira de Ciências que tem como objetivo construir uma bateria que seja mais eficiente usando frutas ou verduras que tenha em sua casa. Você decide utilizar limão e batata na construção de sua pilha caseira. Como escolher entre as duas baterias a que tem maior eficiência, a alcalina ou a não alcalina?	Tinkercad

Quadro 3: Relação do nível de investigação, conteúdo, questão problema e software utilizados durante a aplicação da oficina. Fonte: Os autores.

Diferente deste primeiro encontro, os encontros que se sucederam foram direcionados a assuntos de Física e Química, de maneira que os participantes necessitassem de embasamentos teóricos para a solução das questões propostas.

Foram utilizados nas 5 (cinco) atividades investigativas 3 (três) softwares de experimentação, sendo um deles de animação (*Algodo*) e dois deles de simulação (*PhET* e *Tinkercad*). A utilização dos softwares permite que os participantes possam explorar ideias sem muitas preocupações com a queima de equipamentos. Ao mesmo tempo que fornece autonomia, a tecnologia também coloca regras a variáveis fixas no processo de experimentação (Papert, 2008).

Os encontros tiveram início com a apresentação de alguns conceitos fundamentais que seriam utilizados no decorrer do dia. Estes conceitos

também eram postados previamente no *blog* criado para a oficina, seguido pela apresentação da questão problema, como relacionado no Quadro 1. Os discentes eram orientados a manipular a ferramenta utilizada para a solução e a partir do problema elaborar suas próprias hipóteses individuais. Em seguida, os participantes foram divididos em grupos para realizar as atividades experimentais: propor uma hipótese a ser testada, projetar e executar os procedimentos experimentais, analisar e comunicar os resultados. As hipóteses e soluções propostas foram registradas no painel digital de atividade em grupo *Padlet*.

<b>Habilidade Científica C: Habilidade de projetar um experimento para testar a hipótese.</b>	
<b>Sub-habilidades</b>	<b>Critérios de avaliação</b>
<b>C1: É capaz de descrever uma hipótese testável?</b>	
Ausente (0)	Não é feita nenhuma descrição da hipótese.
Inadequada (1)	A hipótese é descrita, mas de maneira confusa.
Precisa melhorar (2)	A hipótese é descrita com omissões de detalhes.
Adequada (3)	A hipótese é claramente descrita e testável.
<b>C2: É capaz de projetar um experimento que testa a hipótese?</b>	
Ausente (0)	O experimento não testa a hipótese.
Inadequada (1)	O experimento testa a hipótese, mas o procedimento experimental pode levar à análise incorreta dos dados.
Precisa melhorar (2)	O experimento testa a hipótese, mas o procedimento experimental apresenta uma moderada chance de levar à análise inconclusiva dos dados.
Adequada (3)	O experimento testa a hipótese e tem uma alta probabilidade de produzir dados que levem a uma análise conclusiva.
<b>C7: capaz de decidir se a previsão e o resultado concordam ou discordam?</b>	
Ausente (0)	O experimento não testa a hipótese.
Inadequada (1)	O experimento testa a hipótese, mas o procedimento experimental pode levar à análise incorreta dos dados
Precisa melhorar (2)	O experimento testa a hipótese, mas o procedimento experimental apresenta uma moderada chance de levar à análise inconclusiva dos dados.
Adequada (3)	O experimento testa a hipótese e tem uma alta probabilidade de produzir dados que levem a uma análise conclusiva.

Quadro 4: Critérios de avaliação e pontuações utilizadas para avaliação da Habilidade C e suas sub-habilidades (C1, C2 e C7). Fonte: Os autores, com base em Etkina, et al (2006).

Da Habilidade C, utilizamos três sub-habilidades: C1, C2 e C7. Cada uma das questões que norteavam a experimentação, presentes no *Padlet*, se relacionam com uma das três sub-habilidades avaliadas durante esta pesquisa. As hipóteses foram avaliadas de acordo com as rubricas

propostas por Etkina et al. (2006) e seus critérios de avaliação, como descritas no quadro 4.

As hipóteses, bem como os experimentos e os resultados foram avaliados por grupo e por atividade, de acordo com os critérios de avaliação em Ausente, Inadequado, Precisa melhorar e adequado. Além da análise por grupo e por atividade, também foi feita uma análise utilizando a média das pontuações para obter um quadro geral das avaliações obtidas pelos participantes dentro da Habilidade C: Habilidade de Projetar um experimento para testar a hipótese. Utilizamos a média das avaliações de cada grupo para as sub-habilidades de forma que pudéssemos classificar os grupos dentro de uma rubrica. As médias foram enquadradas dentro dos critérios de avaliação com base nos seguintes requisitos: 0 a 0,5 - ausente; 0,6 a 1,4 - inadequada; 1,5 a 2,4 - precisa melhorar; 2,5 a 3,0 - adequada.

Ao fim da aplicação a pesquisadora entrevistou cinco dos discentes que participaram da oficina com o objetivo de perceber as impressões dos licenciados acerca da oficina, da metodologia utilizada e da sua formação como futuro professor.

As entrevistas foram gravadas, transcritas e analisadas tendo como base a Análise Textual Discursiva, que consiste em fragmentar, compactar e categorizar sentenças (Moraes, Galiazzi, 2016). Foram divididas em dois blocos com 17 (dezessete) perguntas, que estão dispostas no Quadro 5.

<b>Bloco 1 – sobre os nossos encontros</b>
P01 – Você já tinha tido contato com as ferramentas tecnológicas utilizadas?
P01.1 - Como foi o contato com a Metodologia Investigativa e as ferramentas tecnológicas?
P02 - O que você mais gostou da nossa oficina mediada por tecnologia?
P02.1 – O que você menos gostou?
P03 – Você achou difícil elaborar hipótese?
P03.1 - O que é necessário para elaborar boas hipóteses?
P04 - Como o seu grupo escolhia as hipóteses para desenvolver o experimento?
P05 – E como vocês combinaram o procedimento experimental nas simulações?
P06 – Como vocês combinaram a escrita dos resultados do experimento?
P07– Tem alguma coisa que você aprendeu a fazer que não sabia antes?
<b>Bloco 02 – sobre os cursos de Licenciatura</b>
P08 – No seu curso há liberdade para que os alunos proponham um experimento?
P8.1 – No seu curso existe alguma disciplina em que você proponha hipóteses e debata sobre elas?
P09 – Você acha que é possível usar a metodologia investigativa mediadas por tecnologias nas escolas públicas?
P10 - Esses tipos de metodologias podem ajudar em que o futuro professor?
P11 - Como as atividades investigativas permitem desenvolver habilidades que serão uteis na docência de ciências?
P12 - Como você acha que seria um curso de licenciatura ideal neste sentido?
P13 – O que você acha sobre as habilidades científicas e seu potencial para o desenvolvimento da reflexão?

Quadro 5: Questões da entrevista semiestruturada, baseadas em Frazão (2020).

As perguntas e as respostas obtidas foram relacionadas em quatro categorias: 1. Impressões sobre as ferramentas tecnológicas e a metodologia investigativa; 2. Ponderações sobre a elaboração e a comunicação das hipóteses; 3. Expectativas para os cursos de licenciatura e por fim, 4. Contribuições da metodologia investigativa para o futuro professor.

### **Resultados e discussão**

Apresentaremos os resultados utilizando uma análise geral de cada uma das três sub-habilidades (C1, C2 e C7) abordadas, pontuando os resultados mais importantes para cada avaliação. Depois faremos a análise geral da Habilidade Científica C: Habilidade de Projetar um experimento para testar a hipótese. Em seguida são apresentadas as considerações dos licenciandos acerca das atividades experimentais investigativas mediadas por tecnologias e o seu papel na formação do professor.

Tendo como base a sub-habilidade C1: é capaz de descrever uma hipótese testável? observamos que os grupos que participaram de todos ou quase todos os encontros tiveram um desempenho e uma evolução muito maior na elaboração das atividades. Isso se deve ao fato de que adquirir habilidades, especialmente as habilidades científicas, é algo extremamente complexo, que não se pode definir um tempo exato pois depende muito de cada participante, e que necessita de uma série de aplicações para ser desenvolvida (Etkina; Karelina; Ruibal-Villasenor, 2008).

Como exemplo, trazemos o grupo 2 que na primeira atividade investigativa não conseguiu deixar claro qual hipótese seria testada, em seu painel digital de atividades afirmaram que "a escolha do formato do paraquedas ficou dividido, uma participante escolheu o formato redondo [...] Já as outras duas participantes escolheram o formato triangular [...]", por isso obteve avaliação inadequada. O mesmo grupo na atividade 4 obteve avaliação adequada pois conseguiu elaborar uma hipótese testável que pudesse solucionar a questão problema, tendo como base a ideia de potência, tensão e corrente: "A potência é a igual a tensão multiplicada pela corrente, ou seja quanto maior a tensão menor a corrente, então a corrente não seria suficiente para aquecer a água no resistor". O grupo 2 concordou dizendo que "o resistor irá funcionar, não irá queimar, porém não irá trabalhar com a mesma capacidade, o que provavelmente aconteça pouco aquecimento da água".

Uma das maiores dificuldades observadas, em muitos grupos, principalmente nas atividades foi a clareza na hora de declarar a hipótese a ser testada. Esta clareza se faz necessária, pois o "conhecimento científico é o conhecimento racional, sistemático, exato e verificável da realidade" e "suas características principais são de ser racional e objetivo, verificável, ater-se e/ou transcender aos fatos, ser analítico, comunicável e requerer exatidão e clareza" (Novikoff, 2010, p. 17). Com base nessas afirmações, percebemos que, muitas vezes, os participantes sabiam o que fazer a respeito do problema, porém não conseguiam deixar claro o que seria testado.

Em relação a sub-habilidade C2: É capaz de projetar um experimento que testa a hipótese ao compararmos a avaliação das hipóteses com a avaliação

da sub-habilidade de projetar um experimento percebemos que aqueles grupos que conseguiram elaborar hipóteses testáveis apresentam chances significativas de projetar experimentos que possam ser testados e validados. Mesmo assim, alguns grupos que elaboraram boas hipóteses não conseguiram testar essas hipóteses através dos procedimentos experimentais.

Em sua pesquisa, Frazão (2020, p. 72) também evidenciou estas dificuldades de relacionar a hipótese com o experimento projetado e afirmou que estas dificuldades estão diretamente associadas “ao modo como eles estão acostumados a realizar experimentos com roteiros já elaborados e que não partem de um problema”.

Na avaliação desta sub-habilidade ficou muito clara a dificuldade que os licenciandos apresentam em escrever, expressar suas ideias e correlacionar teoria e prática de maneira científica. A escrita é uma forma de reflexão e construção do conhecimento (Setlik, 2018). A partir do momento que o licenciando não consegue escrever ele não estrutura os seus conhecimentos e conseqüentemente terá dificuldade na produção.

Observamos também que os participantes apresentaram um desempenho melhor em propor projetos para testar hipóteses quando utilizaram softwares de simulação que apresentam um grau de liberdade para experimentar, como no caso do *tinkercad*. E apresentam melhor desempenho quando manipulam *softwares* que já foram utilizados em atividades anteriores.

Na avaliação da sub-habilidade C7: É capaz de decidir se a previsão e o resultado concordam ou discordam? os grupos não conseguiram alcançar a avaliação adequada para esta sub-habilidade, pois dentro dos resultados obtidos não foi levado em consideração a incerteza experimental ou fatores que poderiam influenciar o resultado, componentes necessários para se enquadrar perfeitamente dentro dos critérios de avaliação desta sub-habilidade.

Temos como exemplo o grupo 5, na atividade experimental 4, que obteve avaliação inadequada para C7, pois seus resultados não se relacionam com a hipótese proposta inicialmente, tendo em vista que suas conclusões não respondem ao problema. O grupo afirmou que verificou que “de fato, existe aumento na resistência comprovando a hipótese”, no entanto não responderam se de fato poderiam utilizar ou não a resistência sugerida no problema.

Os participantes apresentaram muita dificuldade em afirmar se uma previsão e um resultado concordam ou discordam, e por isso, grande parte dos grupos obteve avaliação inadequada. Isso deve-se ao fato da enorme dificuldade que os participantes apresentam na escrita e na redação dos resultados experimentais.

Após o tratamento dos dados e fazendo uma análise geral da habilidade C: Habilidade de projetar um experimento para testar a hipótese, observamos que os discentes apresentam dificuldades em transformar hipóteses elaboradas em procedimentos e resultados científicos.

Quando falamos da habilidade de projetar um experimento, muitos grupos manifestam dificuldades nesta etapa, como mostrado na Figura 1, obtivemos um percentual de 60% de avaliações como precisa melhorar, porém ainda existe um número significativo de avaliações inadequadas. Esta dificuldade de projetar experimentos é também apresentada na pesquisa de Frazão (2020), que relata que este fato pode decorrer dos métodos que são utilizados normalmente nas atividades experimentais, onde é fornecido um roteiro que é seguido cegamente pelo aluno. No entanto, mesmo não tendo sido uma habilidade bem avaliada, de forma geral, alguns grupos se destacaram nesta sub-habilidade, conseguindo projetar experimentos bem elaborados e com resultados consistentes. Os grupos que obtiveram boa avaliação participaram da maioria das atividades experimentais, o que mostra que de fato as habilidades científicas são algo que precisa de tempo para serem desenvolvidas (Etkina; Karelina; Ruibal-Villasenor, 2008).

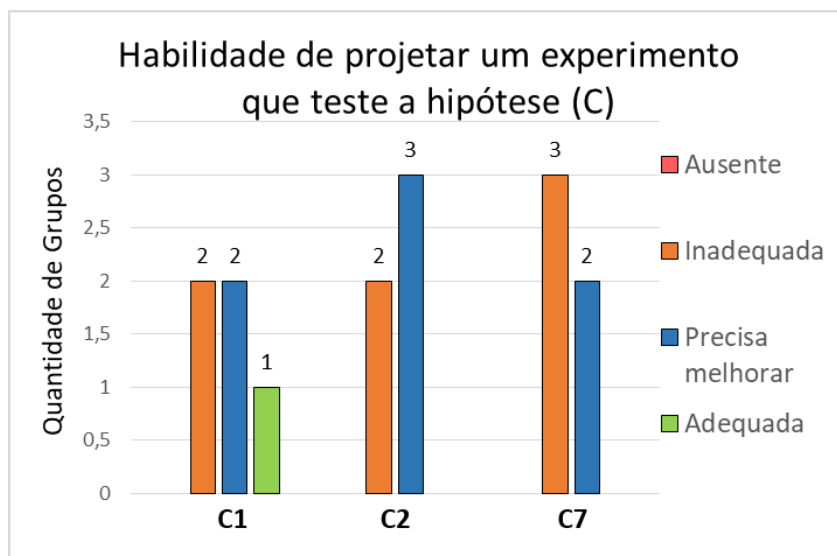


Figura 1: Quantitativo médio de grupos para a habilidade C e suas sub-habilidades (C1, C2 e C7). Fonte: Os autores.

Quanto à sub-habilidade C7, observa-se um alto índice de avaliações inadequadas (60%) o que mostra que mesmo, na maioria das vezes, que os grupos tenham feito o procedimento experimental, eles não sabiam avaliar e nem decidir se a hipótese concorda ou não com o resultado. Quando apresentavam os resultados, em sua maioria respondiam que valida ou invalida a hipótese, sem apresentar justificativas para o fato ocorrido ou possíveis alterações para solucionar o problema.

Entretanto, quando olhamos individualmente para cada grupo são notórios os indícios de uma evolução e/ou compreensão do processo do pensamento científico, este que dá origem às habilidades científicas, os grupos que participaram da maioria dos encontros apresentaram altos indícios de desenvolvimento das habilidades C1 e C2. A habilidade que apresentou menor fator de compreensão foi a habilidade C7.

Dois dos participantes entrevistados apontam a criação de hipóteses como uma tarefa complexa, no entanto quando atrelada a metodologia investigativa tem o potencial para aumentar o envolvimento, retenção e

estimular o raciocínio. Isto é, a solução de uma questão problema foi essencial para que os participantes tivessem o engajamento necessário para procurar soluções, o que concorda com outras pesquisas na área das metodologias investigativas, como a realizada por Galvão e Gibin (2018).

De acordo com Perrenoud et al. (2002), quando a formação é baseada em resolução de problemas, o licenciando aprende a confrontar a realidade e trabalhar a partir de suas experiências. De acordo com os autores Gibin e Ferreira (2021), a metodologia investigativa proporciona o desenvolvimento da aplicação do conhecimento, resolução de problemas e desenvolvimento do espírito científico. Damos um destaque principal da resolução de situações-problema com a elaboração de teste de hipóteses.

Os cinco entrevistados concordam que o método investigativo dá lugar a criticidade e a construção do conhecimento. De acordo com um dos participantes do grupo 2: "uma das habilidades do cientista é conectar conhecimentos, ou seja, o professor levando isso para escola vai ensinar a conectar saberes, beneficiando assim, os alunos". Foi relatado por um dos participantes do grupo 4 que, o método investigativo busca não somente uma reflexão acerca dos conhecimentos, mas também reflexão sobre o problema e sobre a sua prática.

Dentre os participantes entrevistados, quatro acharam bem produtivo descobrir e manipular as ferramentas tecnológicas tendo como base uma questão problema, proposta pela metodologia investigativa. Como pontuado por um dos participantes do grupo 3, com esta metodologia é possível "investigar a ferramenta", pensar e "prever resultados antes de utilizá-la". Também comentaram que o uso das ferramentas tecnológicas abre espaço para "novas possibilidades didáticas dentro da sala de aula". De acordo com Oliveira (2008), quando a tecnologia da educação é utilizada de maneira que possa ser contestada e aplicada ao conhecimento científico, o seu papel passa a ter real significado para o estudante.

### **Conclusões**

A presente pesquisa traz contribuições para formação inicial de professores de Física e Química, onde foi investigado, por meio de uma oficina realizada de forma remota, o potencial de desenvolvimento das habilidades científicas de forma a favorecer a criticidade e reflexão dos futuros profissionais. Neste estudo, os participantes, licenciandos de Química e Física desenvolveram 5 (cinco) atividades experimentais, norteadas pela metodologia investigativa e mediados por tecnologias digitais. Por meio dessas atividades, foi analisada a habilidade científica de conduzir um experimento de aplicação para testar uma hipótese, adaptada da pesquisa de Etkina et al. (2006) e Etkina, Karelina e Ruibal-Villasenor (2008).

Analisando a avaliação geral da habilidade de conduzir um experimento que teste uma hipótese, observamos que os licenciandos apresentaram limitações para escrever e compartilhar suas ideias e isto afeta diretamente o desenvolvimento experimental e solução do problema. De acordo com os participantes entrevistados, elaborar uma hipótese testável requer uma série de conhecimentos teóricos e práticos dos conceitos o que a torna uma tarefa desafiadora e complexa.

Utilizando como parâmetro a média das pontuações de avaliação, observamos que somente a sub-habilidade C1 obteve avaliação adequada. A sub-habilidade C2 obteve alto percentual de avaliações como precisa melhorar (60%). A sub-habilidade C7 foi a que apresentou maior índice de avaliações inadequadas (60%). Isto decorre em virtude da dificuldade que os participantes apresentavam em entender o problema, observar os fenômenos ocorridos e relatar os resultados discordando ou concordando com a hipótese elaborada inicialmente.

Os grupos que participaram de todas ou quase todas as atividades experimentais apresentaram um desempenho muito melhor na avaliação de suas habilidades. Conseguiram manter seus critérios de avaliação em precisa melhorar ou adequado para as duas primeiras sub-habilidades. Estes fatos representam indícios de compreensão do processo de construção do conhecimento de maneira científica.

Por meio desta pesquisa foi possível perceber que os participantes apresentaram dificuldade em colocar os seus conhecimentos teóricos em prática, principalmente na falta de um roteiro experimental. Eles afirmam que é muito difícil que uma disciplina na universidade, principalmente as experimentais, possibilitem a formação de hipóteses e não somente um teste de um experimento. De acordo com os licenciandos participantes, elaborar hipóteses requer uma série de conhecimentos e não somente isso, mas é necessária a comunicação entre teoria e prática, o que torna esta tarefa muito complexa.

Alinhar a formação inicial com as Diretrizes e a Base Nacional Comum Curricular, tendo como base a formação científica e reflexiva é essencial para o (re)pensar da prática docente, de maneira que os sujeitos sejam capazes de compreender os processos e conceitos científicos, gerando, assim, profissionais autônomos e reflexivos. Pois é notório que a abordagem tradicional não desenvolve habilidades essenciais para a formação crítica do conhecimento científico.

Ressaltamos que, uma implicação relevante no tocante da formação inicial é a utilização de metodologias investigativas em disciplinas que envolvem conhecimentos experimentais, como prática de ensino, disciplinas de laboratório e estágio supervisionado, de maneira que os futuros professores tenham oportunidade de produzir atividades e gerar engajamento de forma reflexiva mediadas por tecnologias ou não. Não esquecendo também que estas metodologias são necessárias também nas disciplinas teóricas, de maneira que forneça os conhecimentos necessários para solucionar problemas propostos pela investigação.

Destacamos que as limitações encontradas neste estudo não se sobressaem as contribuições que podem levar à formação inicial do professor. Tendo em vista o contexto pandêmico que se sucedia no período de aplicação desta pesquisa, ela foi projetada na forma de oficina, porém isso não exclui a sua funcionalidade para disciplinas regulares do curso de Licenciatura, sejam elas experimentais ou teóricas, como Laboratórios, Práticas de Ensino, Metodologia de Ensino e Estágio Supervisionado. As contribuições deste estudo vão muito além de uma metodologia de ensino, ele abrange uma formação que busca a reflexão sobre a prática e sobre o cotidiano escolar.



## Agradecimentos

A Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Amazonas (FAPEAM). Ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática (PPGECIM) da UFAM. Agradecimento especial aos licenciandos que se dispuseram a participar desta pesquisa.

## Referências

Bastos, F., Nardi, R. (2018). Formação De Professores: Aspectos concernentes à relação teoria-prática. Em R. Nardi (Org.), *Formação De Professores para o Ensino De Ciências Naturais e Matemática: Aproximando Teoria e Prática* (pp. 19-45). São Paulo: Escrituras.

BNCC (2018). Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. *Base Nacional Comum Curricular*. Brasília: MEC/SEB.

Castiblanco, O.; Nardi, R. (2018). A didática na Física na Formação Inicial de Professores: Uma proposta estruturada em Dimensões. Em R. Nardi (Org.). *Formação de professores para o Ensino de Ciências Naturais e Matemática: Aproximando Teoria e Prática* (pp. 47-69). São Paulo: Escrituras.

DCN-FP (2019). Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. Resolução CNE/CP Nº 2, 20/12/2019: *Diretrizes curriculares para a formação inicial de professores*. Brasil.

Creswell, J. W. (2010). *Projeto de pesquisa: métodos qualitativo, quantitativo e misto*. Porto Alegre: Artmed.

Estácio, J. P. (2015). O ensino de ciências e a formação dos professores: considerações para uma aplicação qualitativa. *Congresso Nacional de Educação - EDUCERE*, 12, 55-62.

Etkina, E. et al. (2006). Scientific abilities and their assessment. *Physical Review Special Topics: Physics Education Research*, 2, 1-15.

Etkina, E.; Karelina, A.; Ruibal-Villasenor, M. (2008). How long does it take? A study of student acquisition of scientific abilities. *Physical Review Special Topics: Physics Education Research*, 4, 1-15.

Fernandes, D. (2021). *Rubricas de Avaliação*. Folha de apoio à formação - Projeto de Monitorização, Acompanhamento e Investigação em Avaliação Pedagógica (MAIA). Ministério da Educação/Direção-Geral da Educação.

Frazão, L. da S. (2020). *Habilidades científicas na formação inicial de professor de ciências: contribuições de atividades experimentais investigativas* (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) - Universidade Federal do Amazonas. Manaus, Amazonas.

Galvão, R. Z.; Gibin, G. B. (2018). Atividades experimentais investigativas no ensino de química: resolução e avaliação por licenciados em química. *Revista Iluminart*, 16, 65-73.

Ghedin, E. (2009). Tendências e dimensões da formação do professor na contemporaneidade. *Congresso norte paranaense de educação física escolar*, 4, 1-28.

Gibin, G. B. (2013). *Atividades experimentais investigativas como contribuição ao desenvolvimento de modelos mentais de conceitos químicos*. Tese (Doutorado em Ciências) - Universidade Federal de São Carlos. São Carlos, São Paulo.

Gibin, G. B., Ferreira, L. H. (2021). Atividades investigativas voltadas para o desenvolvimento de modelos mentais. Em E. Antunes e G. Gibin (Org.). *Ensino de ciências por investigação: Propostas teórico-práticas a partir de diferentes referenciais teóricos* (pp. 201-220). São Paulo: Livraria da Física.

González, D. R., Cartagena, Y. G. (2017). Desarrollo de habilidades científicas en la formación inicial de profesores de ciencias y matemática. *Educación y Educadores*, 17(2), 271-285.

González, D. R., Cartagena, Y. G. (2012). Robótica educacional e seu potencial mediador no desenvolvimento das habilidades associadas à alfabetização científica (tradução nossa). *Revista Educación y Tecnología*, 2, 42-55.

Kasseboehmer, A. C. (2011). *O método investigativo em aulas teóricas de Química: estudo das condições da formação do espírito científico*. Tese (Doutorado em Ciências) - Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, São Paulo.

Kasseboehmer, A. C., Hartwig, D. R., Ferreira, L. H. (2015). *Contém Química 2: pensar, fazer e aprender pelo método investigativo*. São Carlos: Pedro & João Editores.

Lima, A. B. (2019). *Tecnologia educacional no contexto do ensino de citologia: uso de aplicativo educacional na produção de um ambiente virtual de ensino e aprendizagem*. Dissertação (Mestrado profissional em Ensino de Biologia) - Universidade de Brasília, Brasília.

Moraes, R., Galliazzi, M. C. (2016). *Análise textual discursiva*. Ijuí: Unijuí.

Novikoff, C. (2010). Dimensões Novikoff: um constructo para o ensino-aprendizado da pesquisa. *Desafios Da Práxis Educacional à Promoção Humana*. Rio de Janeiro: Espalhafato Comunicação, 211-242.

Oliveira, J. B. A. (2008). Tecnologia Educacional: Conceitos e Preconceitos. Em J. B. Oliveira (Org). *Perspectivas da Tecnologia Educacional*. (pp. 5-11). São Paulo: Pioneira.

Papert, S. (2008). *A máquina das crianças: repensando a escola na era da informática* (Edição Revisada). Porto Alegre: Artmed.

PCN (1997). Ministério da Educação. Secretaria de Educação Fundamental. *Parâmetros Curriculares Nacionais*. Brasília.

Perrenoud, P. (2002). *A prática Reflexiva no Ofício de Professor: Profissionalização e Razão Pedagógica*. Porto Alegre: Artmed.

Perrenoud, P. et al. (2002). *As competências para ensinar no século XXI*. Porto Alegre: Artmed.

Perrenoud, P. (1999). Formar professores em contextos sociais em mudança: prática reflexiva e participação crítica. *Revista Brasileira de Educação*, 2, 5-21.

Rogers, C., Portsmore, M. (2004). Trazendo a engenharia para o ensino fundamental (tradução nossa). *Journal Of Stem Education*, 5, 17–28.

Quartieri, M. T., De Maman, A. S., Dullius, M. M., Neide, I. G., Cruz, R. P. (2019). Modelagem Computacional num curso de formação continuada: percepções dos professores. *Revista de Ensino de Ciências e Matemática*, 10(6), 274–286. DOI: 10.26843/rencima.v10i6.1367.

Rosalino, I., Silva, D.; Kasseboehmer, A. C. (2018). Estudo do desenvolvimento do espírito científico em aulas de química geral com aplicação do método investigativo. *Simpósio Nacional de Ensino de Ciências e Tecnologia – SINECT*, 6, 1-12.

Setlik, I. H. J. (2018). Percepções de estudantes de um curso de Licenciatura em Física sobre a leitura e a escrita no ensino e na aprendizagem de Física. *ACTIO: Docência em Ciências*, 3(2), 18–38.

Souza, F. L. de et al. (2013). *Atividades experimentais investigativas no ensino de química*. São Paulo: Centro Paula Souza.