

PAPERT LAB: 4 SOLUÇÕES PARA AUXILIAR PROFESSORES EM PRÁTICAS LABORATORIAIS COM O USO DE TECNOLOGIAS DIGITAIS

Letícia da Costa Bispo²²
Wagner Moreira da Silva²³

RESUMO

Esta pesquisa investigou possíveis soluções para os seguintes desafios encontrados nas práticas laboratoriais dentro do Ensino de Ciências: Falta de recursos e infraestrutura adequada; Formação inadequada de professores; Desvinculação entre teoria e prática; e Limitações de tempo para planejamento. Para enfrentar esses desafios, realizou-se uma análise da literatura sobre práticas experimentais em laboratórios didáticos, explorando a teoria Construcionista de Seymour Papert (1991), que oferece abordagens teóricas-metodológicas para integrar o mobile learning e o letramento digital, vislumbrando novas possibilidades de atividades práticas para escola básica. Além disso, identificou-se as necessidades de 5 professoras em relação ao uso do laboratório de ciências por meio de um questionário online. Cada professora já atuou em diferentes contextos escolares, tanto em escolas públicas quanto em privadas na cidade de São Paulo e possuem vasta experiência em laboratórios didáticos. As respostas delas proporcionam insights importantes para transformar práticas laboratoriais tradicionais em vivências de investigação ativa e criativa. Com base nesses dados, foi desenvolvido quatro funcionalidades em um aplicativo projetado para apoiar o planejamento, a implementação e a avaliação de práticas laboratoriais em ciências: 1) feedback instantâneo; 2) Biblioteca de Inspirações; 3) Status da atividade e 4) Estratégias para organização de Grupos. Tais ideias visam promover a inovação no ensino de ciências, incentivando uma abordagem mais dinâmica e tecnologicamente integrada. Ressalta-se a importância da validação e adaptação dessas quatro funcionalidades em diferentes contextos escolares em futuras pesquisas na área das Tecnologias da Educação.

Palavras-chaves: Práticas Laboratoriais. Construcionismo. Letramento Digital.

1 INTRODUÇÃO

A presente pesquisa nasceu de uma vivência empírica, desenvolvida dentro do contexto de formação inicial de professores em um curso de licenciatura em Ciências da Natureza. Durante o período de residência pedagógica (RP), a principal autora do presente manuscrito se interessou pelo desafio de integrar práticas laboratoriais ao Ensino das Ciências fazendo uso das Tecnologias Educacionais. O desenvolvimento da

²² Professora de Ciências – Colégio Salmista – proticiabispo@gmail.com

²³ Professor de Física – Faculdade de Educação SESI-SP – wagner.moreira@sesisp.org.br

RP é bem semelhante à residência médica, porém na escola. Os professores em formação inicial observam aulas ministradas por professores experientes; participam do planejamento e da realização de atividades pedagógicas; desenvolvem suas próprias habilidades como professor; e, neste caso, recebem bolsa-auxílio para custear seus estudos.

Nesse contexto, cultivou-se o interesse por atividades investigativas, que permitiam aos estudantes uma maior autonomia na condução de práticas laboratoriais e na busca por respostas próprias. Contudo, essas práticas, embora essenciais, eram raramente encontradas em sala de aula, sendo notável a predominância do uso de recursos tradicionais, como o livro didático, lousa e práticas laboratoriais meramente demonstrativas e expositivas, conforme também observado por renomados pesquisadores como Myriam Krasilchik (2000), até trabalhos mais recentes como a pesquisa de Mano, Carvalho e Oriani (2022), cujo foco também foi a formação de professores no estágio supervisionado, investigando a cultura escolar nas aulas de Ciências e Biologia, muito semelhante ao contexto no qual a presente pesquisa se desenvolveu.

Ao longo da RP, percebeu-se que o Ensino de Ciências na escola básica enfrenta diversos desafios, tais como a carência de recursos e equipamentos adequados, a formação insuficiente dos professores, a escassez de tempo e a falta de atividades interdisciplinares e de avaliação adequada das práticas experimentais. Essas limitações comprometem a qualidade do ensino e evidenciam a necessidade de soluções inovadoras que promovam uma abordagem mais dinâmica e tecnologicamente integrada.

Diante desses desafios, realizou-se em um trabalho de conclusão de curso, uma revisão bibliográfica sobre práticas laboratoriais na escola básica, evidenciando que tais atividades educacionais demandam que o aluno tenha contato direto com o material físico e com problemáticas muito bem contextualizados, que de fato gerem reflexões profundas sobre a realidade em que vivem. Além disso, alguns pesquisadores defendem que durante essas práticas laboratoriais investigativas, é essencial que o aluno esteja envolvido em ações manuais empíricas, seja executando a tarefa de forma prática, seja lidando com situações problemas reais, desde que haja uma presença física do objeto envolvido na atividade (Andrade e Massabni, 2011). Diante desses elementos apontados pela literatura especializada: 1) clareza na fundamentação dos conhecimentos específicos de ciências; 2) o desenvolvimento de habilidades contextualizadas no cotidiano dos estudantes; 3) criação e manipulação de objetos; foi estabelecido uma pergunta de

pesquisa que materializasse as carências do laboratório didático de ciências e orientasse a elaboração do aplicativo que se pretendia fundamentar:

Como promover a ampliação do uso do laboratório didático de Ciências, para além das atividades laboratoriais tradicionais, visando facilitar o acesso, o planejamento e a utilização pelos professores de Ciências da Natureza?

O objetivo geral deste estudo foi desenvolver um aplicativo didático interativo e personalizável que promova práticas laboratoriais investigativas no ensino de Ciências da Natureza. Para alcançar esse objetivo, foram estabelecidos os seguintes objetivos específicos:

- Ampliar a revisão bibliográfica sobre práticas laboratoriais investigativas no ensino de Ciências da Natureza;
- Mapear as necessidades dos professores de Ciências da Natureza em relação ao uso de práticas laboratoriais;
- Desenvolver um wireframe do aplicativo, delineando suas funcionalidades e layout básico.

A metodologia de pesquisa se dividiu em três etapas. Na primeira realizou-se uma revisão bibliográfica abrangente, selecionando estudos relevantes sobre o tema. Na segunda etapa, elaborou-se um formulário e aplicou-se em um grupo de professoras de ciências experientes, com o propósito de mapear suas necessidades para a elaboração de práticas laboratoriais. Com base nesses dados, realizou-se a terceira etapa, a criação de um wireframe, com vistas a criação de um aplicativo voltado para o auxílio de professores no processo de planejamento, desenvolvimento e avaliação de práticas laboratoriais investigativas.

O presente artigo visa apresentar os principais conceitos e etapas que orientaram a criação desse aplicativo, intitulado **Papert Lab**. Destaca-se aqui a importância das práticas laboratoriais investigativas no ensino de Ciências da Natureza e os desafios enfrentados por algumas professoras nesse contexto. A partir da análise das necessidades dessas professoras mulheres, todas professoras de ciências, foi possível delinear um aplicativo que atenda, ainda que de maneira limitada, algumas das demandas específicas do ambiente educacional para aprendizagem de ciências da natureza, com potenciais para o desenvolvimento de melhores experiências de aprendizagem na escola básica, mais dinâmicas, interativas e significativas.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Práticas Laboratoriais Investigativas

Quando lembramos das práticas laboratoriais realizadas na escola logo vem à mente roteiros fechados com procedimentos detalhados de como fazer: observação microscópica de células, o passo-a-passo para gerar uma reação química, com dosagens muito bem definidas e a manipulação de vidrarias, ou demonstrações de leis físicas soltando objetos, com pesos, medindo tempo, temperatura, densidade de líquidos e coisas do tipo. Diversos autores concordam que ainda hoje esse tipo de prática pedagógica ainda é importante, principalmente com as crianças, para criar certo tipo de cultura acadêmica na área da Educação em Ciências (Bueno, Leal, Sauer e Bertoni, 2018). No entanto, geralmente essas práticas mais tradicionais envolviam procedimentos padronizados, onde os alunos seguiam instruções predefinidas, buscando observar resultados já esperados e, de fato, proporcionando alguma experiência prática, mas muitas vezes limitando a oportunidade para investigação ativa e questionamento por parte dos alunos que fugissem do roteiro preparado pelo professor.

Já as práticas laboratoriais investigativas podem ser consideradas como aquelas com métodos de ensino que envolvem atividades práticas em laboratório, onde os alunos não apenas manipulam materiais ou observam fenômenos, mas também participam ativamente do processo de construção do conhecimento científico escolar (Carvalho e Watanabe, 2019). Essas práticas são projetadas para estimular os alunos a pensarem criticamente, analisarem informações, formularem hipóteses, testarem essas hipóteses para então chegarem a conclusões com base em evidências. Dessa forma, os alunos são desafiados a desenvolver habilidades de resolução de problemas e a entender não apenas os conceitos teóricos, mas também sua função reflexiva, imersão cultural e aplicação prática para intervenção na realidade em que vive.

A diferença central entre práticas laboratoriais investigativas e atividades tradicionais na escola reside na abordagem e nos objetivos. Nas atividades tradicionais, os alunos geralmente seguem procedimentos pré-determinados e repetem experimentos sem necessariamente compreender o contexto ou o propósito por trás deles. Por outro lado, nas práticas investigativas, os alunos são incentivados a explorar tópicos de seu interesse, formular suas próprias hipóteses e conduzir investigações para testá-las. Eles têm a oportunidade de interagir com o objeto de estudo de forma ativa, estabelecendo

conexões entre os eventos do experimento e formulando explicações para os resultados obtidos.

Além disso, as práticas laboratoriais investigativas são mais do que simplesmente manipular materiais; elas envolvem uma compreensão mais profunda dos princípios científicos, promovem habilidades críticas, estimulam a curiosidade e preparam os alunos para enfrentar os desafios do pensamento científico e da resolução de problemas na vida real. Em resumo, enquanto as atividades tradicionais tendem a ser mais passivas e focadas na transmissão de conhecimento, as práticas investigativas são mais ativas, desafiadoras e envolventes, proporcionando uma aprendizagem mais rica e significativa.

2.2 Inspirações de Seymour Papert

Seymour Papert foi um matemático, educador e pioneiro da inteligência artificial nascido na África do Sul em 1928 e falecido em 2016. Ele é mais conhecido por seu trabalho no campo da educação, especialmente por suas contribuições para a teoria do **Construcionismo** e pelo desenvolvimento da linguagem de programação Logo²⁴. A seguir, sintetizamos as principais ideias para Papert (1999)²⁵ que consideramos potentes para o auxílio de professores no aperfeiçoamento das experiências educacionais que fazem uso de ferramentas e artefatos tecnológicos, como é o caso das práticas laboratoriais investigativas:

Quadro 1 – Ideias selecionadas de Seymour Papert

1. **Aprender fazendo:** Aprendemos melhor quando o aprendizado é parte de algo que realmente nos interessa e quando usamos o que aprendemos para fazer algo que realmente queremos.
2. **Tecnologia como material de construção:** A tecnologia nos permite fazer coisas mais interessantes e aprender mais ao fazê-las. Isso é especialmente verdadeiro na tecnologia digital, como computadores e Lego controlado por computador.
3. **Diversão dura (Hard fun):** Aprendemos e trabalhamos melhor quando apreciamos o que estamos fazendo. A melhor diversão é a que exige esforço.
4. **Aprender a aprender:** Ninguém pode nos ensinar tudo que precisamos saber. É preciso se encarregar da própria aprendizagem.
5. **Ter tempo:** Precisamos de tempo adequado para o trabalho, para aprender a gerenciar o tempo para nós mesmos.
6. **Aprender com os erros:** Não se pode fazer certo sem fazer errado. A única maneira de acertar é olhar atentamente para os erros e aprender com eles.

²⁴ A linguagem de programação Logo foi criada por Seymour Papert e Wally Feurzeig na década de 1960 com o objetivo de tornar a programação mais acessível e divertida para crianças. Ela é baseada em comandos simples que controlam uma "tartaruga" virtual na tela, que pode se mover, desenhar linhas e formas geométricas.

²⁵ As ideias Seymour Papert são melhor desenvolvidas no artigo “*Eight Big Ideas Behind the Constructionist Learning Lab*. In Stager, G. *An Investigation of Constructionism*” in the Maine Youth Center. Dissertação de doutorado. The University of Melbourne, 2006. Trecho original disponível em <http://inventtolearn.com/8-big-ideas-of-the-constructionist-learning-lab/> . Aqui tomamos como referência a tradução realizada por Cassia Fernandes.

7. Modelar o aprendizado: A melhor lição que podemos dar aos alunos é deixá-los nos ver batalhando para aprender.

8. A importância da tecnologia digital: O conhecimento sobre a tecnologia digital é tão importante quanto a leitura e a escrita. Aprender sobre computadores é essencial para o futuro dos alunos, mas o objetivo mais importante é usá-los agora para aprender sobre todo o resto.

Fonte: adaptado Gary Stager (2006)

Conforme apontam Bueno et al. (2018), as práticas laboratoriais nas escolas brasileiras enfrentam diversos desafios, como a falta de recursos e infraestrutura adequados, com laboratórios desatualizados e sem materiais e equipamentos modernos. A formação inadequada dos professores para implementar práticas inovadoras limita a utilização dos laboratórios para além de aulas tradicionais, dificultando a desvinculação entre teoria e prática e a criação de experiências de aprendizagem mais significativas para os alunos. A falta de tempo para planejamento e o excesso de burocracia também são obstáculos para a implementação de práticas inovadoras e criativas nos laboratórios.

As ideias de Seymour Papert podem ser uma alternativa para o desenho de práticas laboratoriais investigativas, mesmo com recursos limitados ou pouco tempo para formação docente. Por meio de atividades práticas com materiais simples e tecnologia acessível, os alunos assumem o protagonismo na investigação científica, construindo conhecimento de forma significativa e contextualizada. O professor pode atuar como guia, utilizando toda sua expertise e experiência de sala aula. As 8 grandes ideias de Papert podem transformar o laboratório em um espaço de aprendizagem ativo, envolvente e acessível, superando os desafios e construindo um futuro promissor para a educação científica.

3 METODOLOGIA

A estratégia de pesquisa adotada consistiu em três fases distintas: 1) Análise da literatura; 2) Questionário Online com Professoras Experientes; 3) Elaboração de wireframe para um aplicativo voltado para práticas laboratoriais investigativas.

Inicialmente, foi conduzida uma análise bibliográfica para identificar as práticas laboratoriais e sua possível associação com a abordagem Construcionista. Posteriormente, a revisão foi expandida para focar pesquisas que exploram o impacto das práticas de aprendizagem móvel no desenvolvimento do letramento digital através de experimentações. Nesta primeira fase, utilizou-se o método de estudo bibliográfico de natureza exploratória. Gil (2008, p.50) define pesquisa bibliográfica como aquela que se baseia em material já existente, predominantemente composto por livros e artigos

científicos. Ele sugere um procedimento em quatro etapas: 1) seleção das fontes; 2) coleta de dados; 3) análise e interpretação dos resultados; e 4) discussão dos resultados. Para esta fase revisão utilizou-se as bases de dados Google Scholar, ERIC (Education Resources Information Center), Scielo e Periódicos (Portal da Capes), com uma leitura preliminar dos títulos e resumos dos artigos. Após essa triagem inicial, uma análise mais detalhada foi realizada nos materiais de maior relevância apenas com as palavras-chave: práticas laboratoriais, mobile learning, letramento digital e Construcionismo. A ideia não foi configurar um estado da arte sobre o tema, mas sim, caracterizar o conceito de práticas laboratoriais investigativas e selecionar as oito ideias de Seymour Papert na perspectiva das novas Tecnologias Educacionais.

Na segunda fase, selecionou-se 5 professoras com experiências em práticas laboratoriais que variam entre 1 ano e mais de 20 anos, atuando nos níveis do Ensino Fundamental II, Ensino Médio e Ensino Superior, atuando em diferentes instituições de ensino. As questões realizadas para elas foram: 1. Você considera importante no ensino de Ciências a aplicação de aulas experimentais? Se sim, você adota esse tipo de aula? 2. Baseado na sua experiência docente, quais são as maiores dificuldades e os principais desafios que você enfrenta ao incorporar práticas experimentais em suas aulas de Ciências? 3. Que tipos de recursos ou ferramentas você utiliza atualmente para apoiar as práticas experimentais em sala de aula? 4. Mencione qual prática experimental você mais realizou em sala de aula e explique por que considera essa prática potente para o Ensino de Ciências. 5. Quais estratégias ou abordagens pedagógicas você considera mais eficazes ao integrar tecnologia em atividades práticas de Ciências? 6. Quais características em um aplicativo educacional facilitariam a incorporação de práticas experimentais de forma mais eficaz em suas aulas? 7. Que tipo de suporte ou orientação você acredita ser importante para os professores ao usar um aplicativo de práticas experimentais? A análise das respostas foram confrontadas com as ideias selecionadas na literatura especializada no tema.

Por fim, elaborou-se um wireframe para a criação de um aplicativo com quatro soluções direcionadas ao desenvolvimento de práticas laboratoriais investigativas dentro do ambiente escolar. Um wireframe é uma representação visual simples e esquemática de uma interface de usuário, geralmente utilizada no design de websites, aplicativos móveis, ou outros produtos digitais. Ele mostra a estrutura básica e os elementos principais de uma página ou tela, sem incluir detalhes de design visual, como cores, fontes ou imagens. O objetivo principal de um wireframe é definir a arquitetura da informação e o layout geral

de uma interface, permitindo que os designers e desenvolvedores visualizem e comuniquem ideias de forma clara e rápida.

4 ANÁLISE DOS DADOS / RESULTADOS / DISCUSSÃO

4.1 Mapeando os problemas e desafios

Para o presente manuscrito apresentaremos a análise de algumas das respostas das professoras no questionário online correlacionando com os 8 fundamentos destacados de Seymour Papert. Ao longo dessa análise, caracterizamos os elementos da abordagem mobile learning e o letramento digital projetado para o aplicativo Papert Lab.

Primeiramente, mapeamos o que houve de comum nas respostas para a questão 2: *Baseado na sua experiência docente, quais são as maiores dificuldades e os principais desafios que você enfrenta ao incorporar práticas experimentais em suas aulas de Ciências?* Três foram os elementos citados. Primeiramente, destacou-se a Infraestrutura e recursos inadequados (desafio 1). As respostas 1, 3 e 4 destacam a falta de materiais necessários e a inadequação da estrutura nos laboratórios. Isso sugere que a infraestrutura dos laboratórios pode não estar adequada para atender às necessidades das atividades experimentais, o que pode limitar a variedade e a qualidade das práticas realizadas:

Professora 1: Quantidade de alunos para levar e dar suporte no laboratório, falta de materiais necessários, falta de auxiliar de laboratório.

Professora 5: O tempo das aulas são geralmente curtas, o que pode dificultar a realização de experimentos completos. A preparação da aula pode ser demorada e trabalhosa.

Conforme podemos observar no relato da professora 5, o segundo desafio mais citado foi a **disponibilidade e tempo limitado (desafio 2)**. A disponibilidade restrita do laboratório e o tempo limitado de aula dificultam a realização de atividades práticas completas e eficazes. Além disso, a resposta completa também menciona a falta de interesse de alguns alunos, o que pode impactar a eficácia das práticas experimentais.

Como terceiro problema, **mapeamos a falta de suporte e recursos humanos para organização e planejamento (desafio 3)** de práticas investigativas. A falta de auxiliares de laboratório e de outros recursos humanos, além da escassez de materiais, torna desafiador o suporte adequado aos alunos durante as atividades experimentais.

Analisando as respostas à questão sobre os recursos ou ferramentas utilizadas atualmente para apoiar as práticas experimentais em sala de aula, podemos identificar algumas tendências e dificuldades comuns:

1. **Utilização de materiais disponíveis na escola, materiais pessoais e recursos online:** Respostas 1, 4 e 5 mencionam o uso de materiais disponíveis na escola, como livretos, além de materiais pessoais dos professores, como materiais guardados da faculdade, livros didáticos, cadernos de atividades, artigos científicos

e vídeos. Também é destacado o uso de recursos online, como sites na internet e softwares educacionais.

2. **Utilização de tecnologia:** As respostas 2 e 4 mencionam o uso de tecnologia, incluindo projetor, computador, iPad e celular, para apoiar as práticas experimentais. Isso sugere uma integração de recursos tecnológicos para enriquecer as atividades práticas em sala de aula.

Professora 5: Livros didáticos, cadernos de atividades, artigos científicos, vídeos, entre outros. Os espaços de Laboratórios de ciências da natureza oferecem aos alunos a oportunidade de realizar atividades experimentais com materiais e equipamentos adequados. Utilizo softwares educacionais para criar roteiros de atividades experimentais.

3. **Integração das práticas experimentais em sequências didáticas:** A resposta 3 destaca que as práticas experimentais são parte de uma sequência didática maior, integrando um conjunto variado de recursos. Isso indica uma abordagem integrada e contextualizada das atividades experimentais dentro do currículo.
4. **Improvisação e adaptação:** A resposta 4 menciona a improvisação nas aulas e o uso de tecnologia como recursos disponíveis. Isso sugere que, em algumas situações, os professores precisam adaptar-se às condições disponíveis e utilizar recursos de forma criativa para apoiar as práticas experimentais.

As dificuldades enfrentadas pelas professoras estão relacionadas à disponibilidade de recursos adequados, tempo para o planejamento de aulas nos laboratórios e à constante improvisação, que impele o uso de livros e apostilas com atividades descontextualizadas e pouca autonomia da parte dos estudantes.

4.2 Buscando soluções para o aperfeiçoamento de Práticas Investigativas

Diante dos problemas e desafios mapeados, desenhamos possíveis alternativas com base nas ideias de Seymour Papert (1999) e algumas noções sobre os conceitos *mobile learning* e letramento digital. Conforme demonstrado anteriormente, as professoras de Ciências participantes enfrentam diversos desafios, mas felizmente, há algumas possibilidades para contorno e a promoção de um aprendizado rico e significativo como veremos a seguir.

A abordagem “*learning by doing*”, aprender com a prática, é uma alternativa. Mesmo com recursos limitados, Papert compartilha da visão do construtivismo sobre a aprendizagem como “**construção de estruturas de conhecimento**” por meio da internalização progressiva de ações proposta por seu mestre Piaget. Entretanto, ele adiciona a ideia de que o aprendizado pode ser facilitado em um contexto em que o aprendiz está **conscientemente envolvido na construção de uma entidade pública**, ou seja, criar algo tangível, que pode ser compartilhado e acessado por outros, contribuindo para o conhecimento coletivo. Isso pode ser exemplificado através de projetos colaborativos onde os alunos criam algo que é disponibilizado publicamente, como um site, um vídeo, um aplicativo, um blog, uma apresentação digital, entre outros (Ackermann, 2001).

A solução inicial sugerida aqui foca superar a **falta de estrutura e recursos inadequados**. Longe de gerar mais uma demanda para os professores, pois grande parte da resolução desse problema em específico está nas mãos dos mantenedores das escolas, gestores escolares e secretarias de educação, a abordagem “*learning by doing*” incentiva a utilização de materiais alternativos e de baixo custo. Oferecendo formação adequada aos professores é possível propor atividades simples e de baixo custo com materiais reciclados, promovendo a experimentação e o desenvolvimento de práticas investigativas. Conforme destacado por Mano, Carvalho e Oriani (2022), geralmente há falta de diálogo e interação entre o professor e alunos nas aulas de ciências, onde a presença constante da autoridade do docente e a distância entre professor e alunos dificultam o engajamento e a compreensão dos conteúdos por parte dos estudantes. Além disso, o conteúdo específico disponível nos livros pode não atender as demandas locais dos estudantes, o que pode gerar sensações de medo e vergonha, impedindo os alunos de expressarem suas dúvidas e dificuldades. Dessa forma, a promoção da aprendizagem por meio da prática, construindo algo ou elaborando um projeto que parta das ideias dos estudantes pode suscitar um **ambiente escolar mais participativo, colaborativo e acolhedor** se mostra essencial para facilitar o processo de aprendizagem dos estudantes.

Outra possível solução identificada na literatura envolve a **flexibilidade e o bom uso das tecnologias educacionais em sala de aula**. O tempo e o espaço de aprendizado se tornam flexíveis com o uso de dispositivos móveis e recursos online. Alunos podem realizar atividades experimentais em seus próprios ritmos, dentro e fora da sala de aula, expandindo as possibilidades de ensino. A abordagem pedagógica **mobile learning** se destaca aqui, fornecendo aos alunos acesso a uma variedade de recursos educacionais, ferramentas de criação de conteúdo e colaboração, independentemente de sua localização física. Além disso, o mobile learning permite que os alunos personalizem sua experiência de aprendizagem de acordo com seus interesses, estilos de aprendizagem e ritmos individuais, o que está alinhado com o princípio de adaptabilidade defendido por Papert.

Ainda falando do mobile learning no Ensino de Ciências podemos destacar a imensidão de sensores e receptores de dados (GPS, Acelerômetro, Giroscópio, Câmera, Sensor de luz ambiente, Sensor de proximidade etc.) que podem ser utilizados para explorar ambientes diversificados. Um exemplo prático de como o *mobile learning* pode ser implementado nas aulas de Ciências da escola básica é o uso de aplicativos de realidade aumentada para explorar o sistema solar (Queiroz, Moura e Souza, 2019). Os alunos podem utilizar smartphones ou tablets para acessar um aplicativo que projeta modelos tridimensionais dos planetas em suas posições relativas ao redor do sol. Eles podem explorar cada planeta individualmente, mapeando o seu georreferenciado com o GPS e observar suas características, como tamanho, cor e atmosfera, e até mesmo simular órbitas e movimentos planetários. Essa abordagem proporciona uma experiência de aprendizado imersiva e interativa, permitindo que os alunos explorem conceitos astronômicos de maneira prática e envolvente, além de possibilitar uma compreensão mais profunda do sistema solar. A integração de materiais físicos, tecnologia e recursos online cria múltiplos ambientes de aprendizado. Professores podem utilizar materiais

disponíveis na escola, pessoais e online de forma integrada e complementar, enriquecendo o processo de ensino-aprendizagem.

O último ponto que destacamos trata sobre os **desafios na disponibilidade e Criação de Recursos Educacionais**. Para este aspecto o **letramento digital** entra em voga com força, pois pode ser compreendido como um conjunto de habilidades para a formação de cidadãos conscientes e preparados para lidar com os desafios do mundo digital. Conforme apontam Santos e Mendonça (2007), para além de saber criar e editar textos, imagens, vídeos e outros conteúdos digitais, letrar-se digitalmente na atualidade envolve habilidades complexas, tais como:

Quadro 2 - Habilidades Complexas para o letramento digital na atualidade

1. **Pesquisa online profunda:** Capacidade de realizar buscas eficientes na internet, avaliar a credibilidade e relevância das fontes de informação encontradas e discernir entre informações confiáveis e falsas.
2. **Gerenciamento de informações:** Habilidade para organizar, armazenar e recuperar informações digitalmente, utilizando ferramentas como bookmarks, pastas de arquivos e aplicativos de gestão de tarefas.
3. **Segurança digital:** Conhecimento sobre medidas de segurança online, incluindo a criação e gerenciamento de senhas seguras, proteção contra malware e vírus, e práticas de privacidade ao compartilhar informações pessoais na internet.
4. **Ética digital:** Compreensão dos princípios éticos relacionados ao uso de tecnologias digitais, incluindo o respeito aos direitos autorais, a proteção da privacidade online, e o comportamento responsável nas interações digitais.
5. **Produção de conteúdo digital:** Capacidade de criar, editar e compartilhar conteúdo digitalmente, utilizando uma variedade de ferramentas e mídias, como documentos de texto, apresentações, vídeos, blogs e redes sociais.
6. **Colaboração online:** Habilidade para colaborar de forma eficaz com colegas e professores em projetos e atividades online, utilizando ferramentas de comunicação síncronas e assíncronas, como e-mail, mensagens instantâneas, videoconferências e plataformas de colaboração em nuvem.
7. **Resolução de problemas tecnológicos:** Capacidade de identificar e solucionar problemas técnicos relacionados ao uso de dispositivos e aplicativos digitais, como configurações de hardware, conexões de rede e funcionalidades de software.
8. **Pensamento crítico e analítico:** Desenvolvimento da habilidade de analisar criticamente informações digitais, questionar pressupostos, identificar vieses e avaliar argumentos apresentados em mídias digitais.
9. **Adaptação a novas tecnologias:** Capacidade de aprender rapidamente novas ferramentas e tecnologias digitais, acompanhando as constantes mudanças e inovações no cenário tecnológico.
10. **Autogestão da aprendizagem:** Habilidade para estabelecer metas de aprendizagem pessoais, buscar recursos online para autoaprendizagem, monitorar o próprio progresso e refletir sobre as estratégias de aprendizagem mais eficazes.

Fonte: criação dos autores inspirado no livro de Santos e Mendonça (2007)

Uma possível abordagem para incentivar e desenvolver as habilidades apresentadas no Quadro 2 envolve três ideias de Papert já fundamentadas anteriormente. A primeira delas, **Diversão dura (Hard fun)**. O letramento digital pode ser promovido através de atividades educacionais que proporcionem uma experiência de "diversão dura". Isso significa que os alunos se envolvem ativamente em atividades digitais que são desafiadoras e exigem esforço, mas ao mesmo tempo são interessantes e divertidas. Quando os alunos encontram prazer em explorar e utilizar as tecnologias digitais, estão mais propensos a desenvolver habilidades de letramento digital de forma mais eficaz.

O segundo conceito de Papert que enxergamos potencial para promover o letramento digital é o conceito de **Aprender a aprender** (Quadro 1). O letramento digital envolve não apenas o domínio de habilidades técnicas, mas também a capacidade de aprender de forma autônoma e contínua. Os alunos precisam se tornar proficientes em buscar e avaliar informações online, adaptar-se a novas tecnologias e aplicar o conhecimento de maneira criativa e crítica. A ideia de "aprender a aprender" de Papert ressalta a importância de os alunos assumirem a responsabilidade por sua própria aprendizagem, incluindo o desenvolvimento de habilidades de letramento digital.

Por fim, e não menos importante pensarmos o conceito "**aprender com os erros**" (Quadro 1), também para lidar com o letramento digital. No contexto do aprendizado de Ciências da Natureza, é essencial reconhecer que os erros fazem parte do processo de aprendizagem. Os alunos podem cometer equívocos ao utilizar tecnologias digitais, como fazer buscas inadequadas na internet ou interpretar incorretamente informações encontradas online. No entanto, é através da reflexão sobre esses erros que os alunos podem aprimorar suas habilidades de letramento digital, aprendendo com as experiências passadas e desenvolvendo estratégias mais eficazes para navegar no mundo digital.

Baseados em todo esse aporte teórico e possíveis soluções para os problemas e desafios apontados por professoras experientes, desenhamos quatro funções dentro de um aplicativo. A seguir apresentaremos cada uma dessas funções em um wireframe personalizado para o atendimento das demandas apresentadas até sobre o gerenciamento de práticas laboratoriais investigativas.

5. WIREFRAME DO APLICATIVO PAPERT LAB

Como vimos, a combinação de práticas investigativas com as ideias de Seymour Papert e a abordagem *mobile learning* pode auxiliar professores de ciências a desenvolverem estratégias metodológicas envolventes na escola básica não só para o aprendizado de conteúdos de ciências, mas também desenvolvendo habilidades para o letramento digital, tal como apresentado no Quadro 1. A familiaridade que os jovens possuem com o uso dos smartphones podem auxiliar no aperfeiçoamento de buscas na internet, ajudar a analisar e aplicar informações digitais. Os professores podem usar aplicativos e dispositivos móveis para coletar dados experimentais, realizar pesquisas em campo e até mesmo para comunicação e colaboração em projetos científicos. Foi pensando nesse contexto de uso que propomos as quatro soluções apresentadas no Quadro 3:

Quadro 3 – As quatro soluções projetadas para o aplicativo Papert Lab

Habilidades desenvolvidas com as Práticas Laboratoriais Investigativas	Elementos metodológicos inspirados em Seymour Papert	Soluções projetadas com o aplicativo Papert Lab
1. Fazer perguntas e definir problemas.	Aprender com erro	Quiz interativo

2. Desenvolver e usar modelos científicos	Aprender fazendo	Oportunizar várias escolhas para resolução de um problema - Biblioteca de Inspirações
3. Planejar e realizar investigações	Tempo adequado	Status da atividade
4. Obter, avaliar e comunicar informação	Aprender a aprender	Estratégia de Grupos

A primeira solução projetada para o aplicativo permite que os alunos explorem conceitos, formulem hipóteses, conduzam experimentos, analisem dados e comuniquem resultados. O foco está no desenvolvimento da habilidade de "Fazer perguntas e definir problemas", utilizando o aprendizado com o erro como ferramenta.

Figura 1 – wireframe da Tela Inicial do Papert Lab e Painel interativo



Fonte: criação dos autores

Um quiz interativo personalizado é criado para avaliar o aprendizado e incentivar a reflexão. Cada aluno pode gerar novas perguntas de maneira anônima, justamente para encorajar todo tipo de resposta sem medo de errar. Essa aplicação pode ser planejada

por professores para o levantamento de conhecimentos prévios sobre determinado tema ou mesmo uma revisão sobre os conteúdos de ciências envolvidos em uma prática laboratorial.

A segunda solução projetada foi intitulada de “**Biblioteca de Inspirações**”, onde o ponto central é explorar diferentes respostas para um mesmo problema. Um dos pontos levantados pelas professoras participantes da pesquisa é o baixo interesse dos alunos durante as aulas de ciências alegando que muitos alunos jogavam no celular enquanto alguma explicação era realizada ou até mesmo ao longo de uma prática experimental desenvolvida no laboratório didático.

Figura 2 – wireframe da Biblioteca de Invenções

Plantas

A importância da água na vida das plantas



Mão na Massa

Materiais necessários

- Flores com pétalas brancas ou amarelas;
- Tesoura
- Recipientes de plástico ou vidro;
- Barbantes de 20 cm;
- Corante de cozinha de duas cores (vermelho e azul, como sugestão);
- Água;
- Lupa de mão (opcional).

Outras opções
de materiais



Fonte: criação dos autores

Colocando o foco da atividade de ciências no “**desenvolvimento e uso de modelos**” os alunos são convidados a explorar situações cotidianas por meio de desafios que são possíveis resolver somente com a criação de modelos. Como no exemplo a seguir, os alunos são desafiados a observar e criar modelos para simular a absorção de água e corante em flores. Ao invés de apresentar o passo-a-passo dos procedimentos laboratoriais, o aplicativo instiga os estudantes com perguntas do tipo: Qual flor absorveu a água e o corante mais rapidamente? Por que você acha que há uma diferença na velocidade de absorção entre as flores brancas e amarelas? A cor do corante afetou a velocidade de absorção? Como a água e o corante se movem através das pétalas? Quais

são as estruturas das pétalas que permitem a absorção de água e corante? A ideia geral desta prática é usar modelos para demonstrar como as flores absorvem água e corante. As flores brancas absorvem a água e o corante mais rapidamente do que as flores amarelas. A cor do corante não parece afetar a velocidade de absorção. A água e o corante movem-se através das pétalas por capilaridade. As estruturas das pétalas que permitem a absorção de água e corante são os xilemas e os floemas. Os alunos poderiam testar diferentes amostras de corantes antes de partir para a experimentação real.

A terceira solução chama-se “**Tempo adequado**”, que está relacionado com o ato de “**Planejar e realizar investigações**”. Outra reivindicação das professoras participantes da pesquisa foi o pouco tempo que elas possuem para o planejamento de atividades laboratoriais devido a necessidade de atenção para outras tarefas docentes tais como: preenchimento de diário, relatórios de gestão e, principalmente, tempo para correção de provas e atividades regulares. Nesta aplicação projetou-se um layout de “**status de atividade**”, onde o professor pode ter o controle do tempo estimado em que cada aluno leva para desenvolver as atividades propostas por meio de uma pergunta rápida feita a eles durante o processo, que seria “**como está o andamento da sua atividade?**”. Com isso, ao invés de esperar concluir a atividade para corrigir, o professor recebe um rápido feedback e pode ajustar o rumo da prática investigativa em tempo real, instantaneamente.

Figura 3 – wireframe para as habilidades 3 (status de atividade) e 4 (Estratégias de Grupos)



Fonte: criação dos autores

Por fim, ainda na imagem 3, projetou-se a quarta e última solução: “estratégias de grupos”, que também foi inspirado nas ideias das professoras participantes e nos desdobramentos de Papert. As professoras relataram a falta de recursos humanos para terem um suporte na organização das atividades laboratoriais inclusive para gerenciar os pequenos grupos de alunos que são subdivididos para uso do laboratório didático. Principalmente nas escolas públicas não se utiliza o laboratório todos ao mesmo tempo, sendo necessário dividir a turma de maneira inteligente, para que todos possam aproveitar a atividade. Essa aplicação foi pensada para reunir os alunos com dificuldades e potenciais semelhantes. Para Papert (1999), "aprender a aprender" não se limita ao

simples acúmulo de informações, mas sim envolve o desenvolvimento de habilidades metacognitivas que capacitam os alunos a se tornarem aprendizes autônomos e eficazes ao longo da vida. Dessa forma, pensamos em como os alunos participantes de uma prática laboratorial investigativa poderiam obter, avaliar e comunicar informação em diferentes grupos de trabalho.

Por exemplo, em vez de separar os alunos em grupos com base em seu desempenho passado, o professor pode implementar abordagens diferenciadas que atendam às necessidades individuais de aprendizagem de cada aluno. Isso pode incluir projetos de investigação em que os alunos tenham a liberdade de escolher tópicos que os interessem, permitindo que aprendam de maneira autônoma e exploratória. Além disso, com base nas respostas obtidas no Quiz interativo (outra função do app Papert Lab) , o professor pode incorporar atividades colaborativas em sala de aula, onde os alunos de diferentes habilidades trabalham juntos para resolver problemas complexos, promovendo a aprendizagem entre pares e valorizando as diversas perspectivas. Dessa forma, a aula de ciências não apenas incentiva o desenvolvimento de habilidades metacognitivas e a autonomia do aluno, mas também desafia as práticas tradicionais de agrupamento por habilidade e rastreamento, promovendo uma abordagem mais inclusiva e equitativa para o ensino e a aprendizagem.

6. CONCLUSÃO

A introdução de novas soluções tecnológicas no cenário educacional é considerada vital para acompanhar as mudanças globais em curso. As quatro soluções apresentadas: Quiz interativo; Biblioteca de Inspirações; Status da atividade; e Estratégia de Grupos buscaram respaldo tanto nas necessidades de professoras de Ciências experiências, quanto em fundamentos teóricos-metodológicos de Seymour Papert, pouco explorado na área do Ensino de Ciências.

Embora atualmente em fase de protótipo, o aplicativo Papert Lab possui potencial significativo para aprimorar a implementação de práticas laboratoriais investigativas. Além de oferecer uma vasta gama de práticas, o aplicativo também provê estratégias pedagógicas para professores e professoras lidarem com atividades mão na massa dentro ou fora do laboratório didático, o que pode ser muito interessante para escolas que não possuem esses espaços físicos disponíveis. Esperamos que o trabalho aqui apresentado inspire outros docentes interessados em práticas laboratoriais e em como

incorporar as novas tecnologias de maneira inclusiva e significativa em seus contextos escolares.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, M. L. F.; MASSABNI, V. G.. **Ciência & Educação**, v. 17, n. 4, p. 835-854, 2011. As atividades práticas no Ensino de Ciências

BUENO, Alcione José Alves et al. Atividades práticas/experimentais para o ensino de Ciências além das barreiras do laboratório. **Revista de Ensino de Ciências e Matemática**, v. 9, n. 4, p. 94-109, 2018.

CARVALHO, F. D. R; WATANABE, G. A construção do conhecimento científico escolar: hipóteses de transição identificadas a partir das ideias dos (as) alunos (as). **Educação em Revista**, v. 35, p. e180873, 2019.

GIL, Antônio Carlos. **Métodos e Técnicas de Pesquisa Social**, 6ª edição, São Paulo. Editora Atlas. SA – 2008.

KRASILCHIK, Myriam. Reformas e realidade: o caso do ensino das ciências. **São Paulo em perspectiva**, v. 14, p. 85-93, 2000.

MANO, A. D. M. P.; CARVALHO, N. G.; ORIANI, A. P. A Cultura Escolar em Aulas e Ciências e Biologia: Reflexões a partir do Estágio supervisionado. **Formação Docente–Revista Brasileira de Pesquisa sobre Formação de Professores**, v. 14, n. 30, p. 137-150, 2022.

PAPERT, Seymour. Eight big ideas behind the constructionist learning lab. **Constructive technology as the key to entering the community of learners**, p. 4-5, 1999.