

Aprendizagem por investigação: um relato de experiência sobre Iniciação Científica

Cicero Inacio dos Santos¹
Nelson Antonio Pirola²

Resumo

O objetivo deste relato de experiência é descrever sobre o processo de iniciação científica desenvolvido junto com alunos do Ensino Médio de uma escola privada da cidade de Sorocaba, interior de SP. O trabalho teve como base a metodologia de aprendizagem por investigação de Carvalho (2011), na intenção de apoiar o desenvolvimento do pensamento científico (Sasserom; Carvalho, 2013; Marques; Marandino, 2018; Penick, 1998) dos estudantes. Após a experiência de orientar os estudantes, pôde-se perceber que eles conseguiram desenvolver os processos de uma pesquisa científica, bem como demonstraram que possuem uma habilidade científica aguçada, apropriando-se da compreensão básica de termos, conhecimentos e conceitos científicos fundamentais, buscaram compreender a natureza das ciências e dos fatores éticos e políticos que circundam a prática; além de desenvolver relações entre as ciências tecnologia e sociedade em busca de melhoria tanto para a sociedade em si como para o meio ambiente.

Palavras-chave: iniciação Científica, aprendizagem por investigação, pensamento científico.

Inquiry-Based Learning: an experience report on Scientific Initiation

Abstract

The objective of this experience report is to describe the process of scientific initiation developed together with high school students from a private school in the city of Sorocaba, in the interior of SP. The work was based on Carvalho's (2011) investigative learning methodology, with the intention of supporting the development of students' scientific thinking (Sasserom; Carvalho, 2013; Marques; Marandino, 2018; Penick, 1998). After the experience of guiding the students, it was possible to notice that they were able to develop the processes of a scientific research, as well as demonstrating that they have a sharp scientific ability, appropriating the basic understanding of fundamental scientific terms, knowledge and concepts, they sought to understand the nature of the sciences and the ethical and political factors surrounding the practice; in addition to developing relationships between science, technology and society in search of improvement both for society itself and for the environment.

Keywords: scientific Initiation, learning by investigation, scientific Literacy.

Introdução

A educação brasileira vem passando por mudanças, em meio as quais há uma busca pela melhora da qualidade de ensino e aprendizagem nas instituições educacionais e por metodologias de ensino que façam com que a escola se torne ideal para receber os estudantes, de modo a proporcionar-lhes experiências educacionais que façam sentido, além de alavancar seu interesse pelas disciplinas ensinadas.

¹ Mestre em Educação pela UFSCar; Doutorando em Educação para Ciência pela UNESP Bauru; E-mail: cicero.inacio@unesp.br.

² Doutor em Educação (área de Concentração em Educação Matemática) pela Universidade Estadual de Campinas (2000). Possui livre-docência em Educação Matemática pela UNESP; Professor associado do Departamento de Educação da Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho; E-mail: nelson.pirola@unesp.br.

Nesse viés, acredita-se que o pensamento científico deve permear a educação básica, a fim de proporcionar ao estudante o desenvolvimento de suas habilidades cognitivas focadas na construção do saber, seja no campo das ciências humanas, exatas, biológicas ou de linguagens.

O estudante deve ser capaz de fazer investigações sobre do mundo que o cerca, buscar soluções para problemas que o levem à compreensão de si e do mundo, fazendo jus a uma das competências propostas pela Base Nacional Curricular Comum (BNCC), transcrita a seguir:

Exercitar a curiosidade intelectual e recorrer à abordagem própria das ciências, incluindo a investigação, a reflexão, a análise crítica, a imaginação e a criatividade, para investigar causas, elaborar e testar hipóteses, formular e resolver problemas e criar soluções (inclusive tecnológicas) com base nos conhecimentos das diferentes áreas (Brasil, 2018, p. 9).

Assim, o objetivo deste trabalho é trazer um relato de experiência sobre a realização de três iniciações científicas com estudantes do Ensino Médio de uma escola da rede privada da cidade de Sorocaba-SP que ocorreram no contexto da pandemia da Covid-19, baseando-se na metodologia de aprendizagem por investigação, a fim de desenvolver a alfabetização científica e a investigação sobre situações diversas.

Pressupostos teóricos

Discutiremos, como referenciais teóricos, o ensino por investigação e a alfabetização científica, uma vez que julgamos importante tratar das duas temáticas, que são inerentes ao contexto em que este relato se enquadra. Além disso, faremos uma breve contextualização sobre a Iniciação Científica no Brasil.

Aprendizagem por investigação

Na realidade escolar, tem-se falado muito sobre metodologias que colocam os estudantes no centro do processo de ensino e aprendizagem, e uma destas são as metodologias ativas. Segundo Moran (2018, p. 5) “Metodologias ativas são estratégias de ensino centradas na participação efetiva dos estudantes da construção do processo de aprendizagem, de forma flexível, interligada e híbrida”. Essas metodologias, em

específico no ensino das Ciências, apoiam no desenvolvimento da alfabetização científica.

A partir disso, uma das metodologias ativas é a aprendizagem por investigação. Essa prática envolve o processo de questionar e de levantar hipóteses sobre situações problema, de modo geral, utilizando métodos indutivos e dedutivos na busca por soluções. Segundo Brito e Sales (2018) ensinar por investigação permite planejar e questionar a construção do próprio conhecimento. Essa proposta tem o ponto de partida, o planejamento e a sistematização dos conhecimentos.

O ensino no formato investigativo teve influências, segundo os autores supracitados, das teorias de Dewey, Piaget e Vygotsky, uma vez que este processo envolve tanto o estudante como o ambiente em que ele está inserido e o professor tem o papel de se apoiar nesse processo de investigação. Segundo Penick (1998):

A alfabetização em ciências não é algo que possa ser concedido a uma pessoa; ao invés disso, os papéis não somente do aluno, mas também do professor e da consequente atmosfera da sala de aula devem ser propiciadores do desenvolvimento de tais características. Já aprendemos muito sobre como os alunos aprendem; que eles fazem a construção de ideias e conhecimentos baseados em suas próprias ideias e experiências. A construção de um conhecimento significativo pelos alunos é o desafio com que os professores e elaboradores de currículos se deparam (Penick, 1998, p. 100-101).

Sendo assim, o ensino por investigação possui algumas fases. Segundo Carvalho (2013), a primeira etapa é a definição do problema que irá ser investigado. Este pode ser de natureza experimental ou não; contudo, o problema deve ser escolhido na intenção de fazer com que os estudantes levantem hipóteses que gerem argumentações a fim de propor soluções.

A segunda etapa consiste na resolução dos problemas pelos estudantes, onde os estudantes colocam à prova suas hipóteses e discussões, a fim de considerar sua resolução. Esse momento pode ser realizado em grupos ou individualmente, de modo que os estudantes consigam expor suas ideias e as testarem. E, por fim, a sistematização dos conhecimentos, que se divide em duas etapas: a coletiva e a individual, a primeira é voltada para uma discussão coletiva sobre os conhecimentos produzidos ao longo da resolução do problema; e na individual, chamada por Carvalho (2013) de “Escrever e

desenhar”, o aluno olhará para o que aprendeu e produzirá um relato ou desenho sobre suas aprendizagens.

Assim, optou-se por esta metodologia, uma vez que ela contribui para a aprendizagem ativa dos estudantes sobre as ciências como um todo; além disso, apoia o desenvolvimento do pensamento científico, na perspectiva de propor aos estudantes situações problema que os envolvam na construção de hipóteses, mobilizando os conhecimentos obtidos em determinada área do conhecimento.

Metodologia

O objetivo deste trabalho é trazer um relato sobre o desenvolvimento de projetos de iniciação científica com grupos de alunos do Ensino Médio de uma escola privada na cidade de Sorocaba, no estado de São Paulo, baseando-se nas premissas da aprendizagem por investigação de Carvalho (2013) quanto ao desenvolvimento do pensamento científico.

A proposta de desenvolver iniciação científica no Ensino Médio partiu da iniciativa de alguns alunos que possuíam interesse em desenvolver ideias que eles traziam durante aulas e discussões. Para além disso, os projetos surgiram também da perspectiva do autor deste relato, no sentido de levar a iniciação científica para a educação básica, a fim de romper com o paradigma de que ciência só se faz na universidade.

Unindo esse propósito de investigar situações problema cotidianas e o fato de ansiar por desenvolver a alfabetização científica, propus, então, a realização de orientações a fim de desenvolver projetos científicos a partir dos pressupostos de uma iniciação científica (IC). Para Massi e Queiroz (2015, p. 7), a iniciação científica “é definida como o desenvolvimento de um projeto de pesquisa elaborado e realizado sob orientação de um docente da universidade, executado com ou sem bolsa para os alunos”. Nesse sentido, percorreremos esse percurso na Educação Básica, nos mesmos moldes.

A intenção era que, ao final do projeto de IC, os trabalhos finais deveriam ser apresentados Feira Brasileira de Ciências e Engenharia (FEBRACE), que é realizada anualmente pela Universidade de São Paulo (USP) a fim de difundir o conhecimento adquirido pelos estudantes ao longo do processo.

A FEBRACE tem como objetivo difundir o conhecimento científico nas áreas de ciências e engenharias a partir de projetos desenvolvidos por alunos do Ensino Médio de todo Brasil. A Feira se consolidou a partir de 2003, promovendo e estimulando o interesse dos estudantes pela ciência; seus objetivos são:

Estimular o interesse em Ciências e Engenharia em jovens da educação básica através do desenvolvimento de projetos criativos e inovadores.

Engajar professores no desenvolvimento de práticas pedagógicas inovadoras nas escolas.

Aproximar as escolas públicas e privadas das Universidades, através do contato entre os estudantes e professores com a comunidade universitária.

Criar uma oportunidade para jovens estudantes brasileiros de entrar em contato com diferentes culturas e com cientistas reconhecidos (Febrace, 2021, n.p.).

A realização da iniciação científica se deu em dois momentos: primeiramente, houve a definição do problema, à luz de Carvalho (2013); em seguida, os estudantes começaram a produzir a busca pela solução. Nessa segunda etapa, tivemos que discutir sobre principais partes que um projeto deve conter a partir das orientações alocadas pela FEBRACE, sendo: resumo, introdução e justificativa, objetivos e questão-problema, fundamentação teórica, metodologia, cronograma de realização, referências bibliográficas.

Ao longo das orientações, que duravam, em média, uma hora, e eram realizadas a cada 15 dias, foram discutidos os passos necessários para construir uma metodologia científica. Nos trabalhos, os estudantes buscaram situações problemas a fim de terem um produto, no final, com soluções criativas.

Os alunos foram incentivados a buscar material complementar às discussões realizadas nas reuniões, tais como os pontos a serem alocados no relatório final, bem como a realizarem uma escrita acadêmica, usando referências e citações a partir das normas da ABNT de forma correta, além disso, foram orientados sobre como realizar a coleta e a análise de dados, a fim de buscarem a solução da problemática discutida.

Durante a realização deste projeto no colégio, foram orientados três trabalhos, produzidos por grupos de alunos dos 1º e 2º ano do Ensino Médio, sendo dois projetos elaborados no ano de 2020 e um em 2021. O primeiro trabalho foi realizado em 2020, por duas estudantes do 1º ano, e tinha como foco o desenvolvimento de um aplicativo de mobilidade urbana da cidade de Sorocaba-SP. Nesse aplicativo, o usuário teria uma

interface de criação de trajetos, com indicações de escolas, supermercados, unidades de saúde, postos de gasolina próximos à sua localização, facilitando a busca por esses lugares.

O segundo projeto, também realizado em 2020, foi desenvolvido por um aluno do 2º ano do Ensino Médio e dois alunos no 1º ano, também do Ensino Médio; tinha como foco discutir sobre a teoria dos buracos negros e a otimização da fórmula matemática que relacionava a entropia e a temperatura de um buraco negro.

Já o terceiro trabalho, desenvolvido por um grupo de três alunos de 1º ano do EM em 2021, trouxe a criação e uma empresa de reciclagem que faria parceria com redes de lojas e supermercados na cidade, a fim de que esses estabelecimentos se tornassem pontos de coletas desses recicláveis e que o usuário tivesse acesso a um site com uma interface gamificada na qual ele acumularia pontos pela sua ação e poderia trocá-los por descontos e *cashback*.

Ao final da realização do processo de discussões e produção dos trabalhos, os alunos submetiam-nos à FEBRACE e também a outras feiras de ciências – eventos que possuíam o objetivo de divulgar projetos realizados com alunos do Ensino Médio –, a fim de proporcionar uma vivência científica com os estudantes.

Algumas discussões

Ao iniciar o projeto de iniciação científica na escola, percebe-se que os estudantes estão dispostos e curiosos a buscar soluções para situações cotidianas, e o que é mais interessante é que eles trazem suas próprias observações e inquietudes, o que faz jus ao que antecede a produção de um projeto ou relato de pesquisa, como propõem Fiorentini e Lorenzato (2006):

Antes de dar início à elaboração de um projeto de pesquisa, o pesquisador precisa ter em vista, ainda que de forma ampla, um assunto ou tem ade seu interesse. É preferível que esse tema tenha relação com suas experiências e seus conhecimentos prévios e instigue a sua curiosidade. Pode ser algo que o perturbe – um problema que necessite ser resolvido ou, pelo menos, mais bem compreendido (Fiorentini; Lorenzato, 2006, p. 81).

Após as reuniões iniciais para definição do problema de investigação seguindo os passos de Carvalho (2013), os alunos passaram a serem orientados uma vez por mês, para discutir os próximos caminhos das pesquisas, bem como para que recebessem feedbacks

sobre a escrita dos trabalhos, o que proporcionava um suporte para os estudantes que não haviam tido contato com esse tipo de modalidade científica.

Durante o início da pandemia, em 2020, quando ocorreu a orientação dos dois primeiros trabalhos, houve dificuldade para realizar os encontros presenciais. Contudo, com o apoio das tecnologias digitais, conseguimos contornar facilmente esse obstáculo, tornando esses encontros virtuais, de modo que os projetos pudessem ser desenvolvidos.

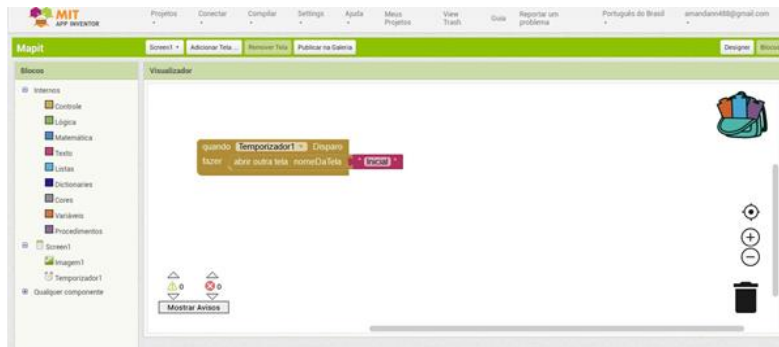
Nesse sentido, o que se pode perceber é o engajamento dos estudantes no momento de realizar as pesquisas iniciais, uma vez que eles tinham que trabalhar em conjunto para responder à problemática sugerida no trabalho. Além disso, o papel da família foi muito importante, pois alguns alunos procuravam apoio de pais que já passaram pela academia e que tinham experiência para apoiá-los no desenvolvimento de suas pesquisas.

O desenvolvimento do projeto voltado para a criação do aplicativo começou, a princípio, com uma aluna (aqui a chamaremos de Ananda). Essa aluna fez a proposição da ideia de realizar o projeto sozinha; contudo, ela sentiu a necessidade de compartilhar com outra colega a ideia, para que pudessem realizar juntas tanto a programação quanto o desenvolvimento escrito; nesse sentido, foi fortalecida a ideia de um trabalho em equipe.

A ideia do aplicativo surgiu com a necessidade da estudante de buscar serviços em Sorocaba-SP, uma vez que quando ela se mudou para a cidade, não conhecia os locais. Então, a Ananda sentiu falta de algo similar ao aplicativo, pensando que pudesse apoiá-la. Percebe-se que o problema surge da realidade em que a estudante estava inserida, o que tem relação com o 3º eixo da alfabetização científica discutido por Sasserom e Carvalho (2011).

O aplicativo criado pelas estudantes foi programado usando o construtor de aplicativos gratuito “MIT APP INVENTOR” para Android, apresentado na Imagem 01. O referido aplicativo inicialmente foi criado pelo Google e atualmente é mantido pela *Massachusetts Institute of Technology*. Nesse programa, os estudantes apenas precisam dar os comandos corretos para a construção da interface, possibilitando ao usuário a experiência de ter o aplicativo pronto, com os botões necessários. A estudante procurou desenvolver uma interface simples e intuitiva, de modo que o acesso fosse fácil.

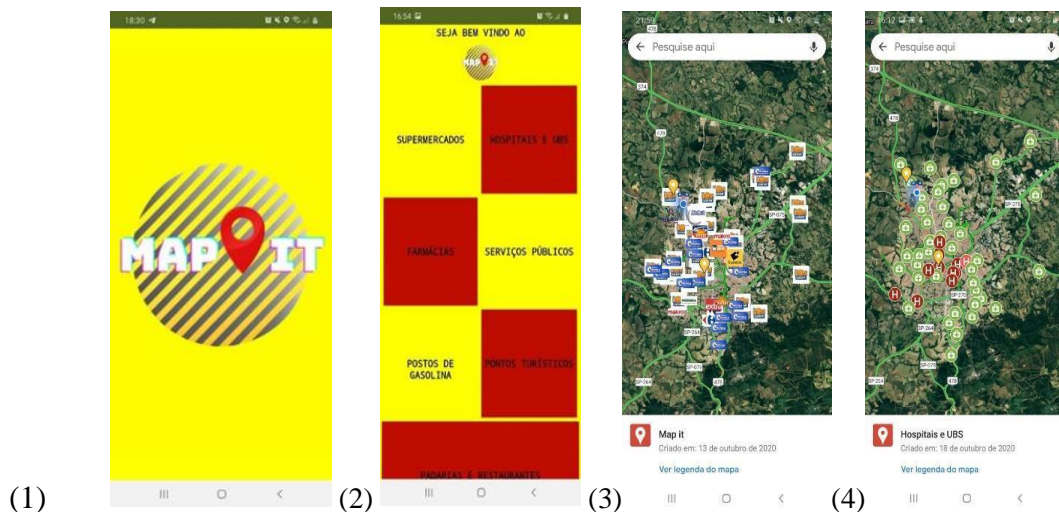
Fig. 01: Interface App MIT Inventor



Fonte: Desenvolvida pela estudante.

O aplicativo desenvolvido teve como foco mapear e indicar os principais serviços de consumo, saúde, serviços públicos e de turismo da cidade de Sorocaba-SP, visando apoiar a população na otimização de tempo ao encontrar os locais, sendo chamado de “MAP IT”. Após a programação, a aluna conseguiu montar a seguinte interface:

Fig. 02: Interface do aplicativo MAP it



Fonte: Elaborada pela estudante.

Na figura 02, pode-se perceber a preocupação em facilitar a navegação do usuário pelo aplicativo, apresentando botões simples e diretos. Assim, a imagem 01 refere-se à logo criada pelas estudantes, enquanto a imagem 02 refere-se a página inicial do aplicativo, onde o usuário poderá escolher qual tipo de estabelecimento ele precisará.

Em seguida, o usuário poderá ver o local mais próximo de si e traçar uma rota até lá. Observe-se que há ícones nas imagens, mostrando as redes de supermercados, farmácias, mais populares na cidade. Nesse sentido, é importante pontuar quais foram as conclusões das alunas ao realizarem a iniciação científica:

A versão preliminar, ou seja, o MVP, sigla em inglês para Mínimo Produto Viável, se mostra conciso e coerente com a proposta do aplicativo Map.it, integrar pessoas e lugares em cidades novas.

Mapear os principais supermercados, farmácias, postos de combustível, restaurantes, padarias, hospitais, unidades básicas de saúde, serviços públicos e pontos turísticos, de Sorocaba e Votorantim, e no caso desse último das 48 cidades componentes da Região Metropolitana de Sorocaba, mostrou-se um grande desafio.

Além disso, o projeto se mostrou alinhado e capaz de ajudar essas cidades, de grande importância para o Estado de São Paulo e também para o Brasil, a tornarem-se inclusivas, seguras, resilientes e sustentáveis, como deseja o Objetivo 11 da Agenda 2030, pois não há melhor forma de incluir as pessoas na atual sociedade, do que por meio da tecnologia e da inovação.

A inclusão digital, tão discutida atualmente, se faz extremamente necessária em momentos como o atual, numa pandemia onde se exige uma maior distância e inibe qualquer tipo de contato físico, acredita-se que o projeto Map.it possa incluir as pessoas em novas cidades, em suas novas vidas.

Há uma ideia errônea sobre a inclusão, se imagina que ela só pode ser feita em casos de deficiências físicas ou mentais, quando a inclusão envolve um processo mais amplo, as deficiências vão além do ser humano, estão, por vezes, no conceito de sociedade criado pelo próprio Homo Sapiens. A inclusão digital não é apenas oferecer aparelhos eletrônicos e condições de funcionamento para tais, mas também permitir que todos tenham acesso aos benefícios do mundo digital, de forma simples e rápida.

As telas do aplicativo, buscam refletir esse desejo, sendo de acesso simples e rápido, pois se a ideia é incluir, não seria desejável fazer um aplicativo complexo e de difícil manuseio, porque, como diz o célebre autor Antoine de Saint Exupéry (1900- 1944) em sua obra “O Pequeno Príncipe”, “O essencial é invisível aos olhos”, transportando para essa realidade do aplicativo e da inclusão, essa última é invisível, e só pode ser notada em casos próximos ou quando se torna latente.

Futuramente, a intenção é lançar o aplicativo em lojas de aplicativos como a Play Store e a Apple Store e, por meio de parcerias com o poder público, liberar o acesso do Map.it em pontos de ônibus.

Uma dificuldade trazida pelas estudantes era a relação com a escrita acadêmica, já que elas não possuíam experiência como tal. Nessa vertente, além da orientação, buscamos apoios dos professores de linguagens para norteá-las com relação à escrita, propondo um caráter interdisciplinar. Essa dificuldade foi relatada pela aluna Ananda da forma transcrita a seguir: “Além disso, a escrita de todos os documentos necessários para

a apresentação do projeto foi um tanto quanto difícil para mim, que não tinha experiência com a formalidade e a formatação exigida (informação verbal)”.

Esse processo de criação do aplicativo, além da demanda tecnológica, trouxe uma demanda social e econômica, de modo que pudesse apoiar a mobilidade urbana da cidade de Sorocaba. Sendo assim, esse processo de resolução de problemas e construção se apoia no desenvolvimento da alfabetização científica dos estudantes participantes, uma vez que, segundo Marques e Marandino (2018):

Nesse ponto, é importante pensar que a alfabetização científica como objetivo educacional implica delinear, em última instância, um projeto de sociedade, conferindo uma orientação à participação social e à transformação. Em nosso entendimento, a transformação deve estar atrelada a um projeto de inclusão e de democratização do acesso aos bens culturais e materiais da sociedade, de humanização das relações e da prevalência de valores ligados à justiça social em detrimento dos interesses mercadológicos (Marques; Marandino, 2018, p. 6).

Sendo assim, a última fase da metodologia de aprendizagem por investigação, neste projeto, consistia na discussão coletiva entre os estudantes, visando o debate sobre os conhecimentos que eles adquiriam ao longo da resolução do problema, da escrita do projeto e da apresentação para a banca da FEBRACE, principalmente ao que tange ao uso de programação.

O segundo projeto, desenvolvido concomitantemente ao primeiro, teve como foco discutir sobre a teoria dos buracos negros, na tentativa de facilitar os cálculos da temperatura e entropia. A ideia, ou seja, o problema, surge a partir do estudante, que aqui chamaremos de Caique, com seu interesse pela física e astronomia.

Inicialmente, o estudante gostaria de estudar a temática a fim de desenvolver algum tipo de estudo. Pensando nisso, convidamos três outros colegas para apoiá-lo na busca da problemática; então, decidiram, juntos, trabalhar com as fórmulas matemáticas, a fim de tentar facilitar, segundo eles, a fórmula da temperatura (1) e da entropia (2).

$$(1) T_b = \frac{hc^3}{8\pi G k_b M} \quad (2) S = A \frac{k_b c^3}{4hG}$$

Nessas fórmulas, as constantes h representam a constante de Planck, cujo valor é $6,62607015 \cdot 10^{-34}$ J*s. Já a letra c é o valor da velocidade da luz: 299.792.458 m/s; G é a

constante gravitacional: $6,674184 \cdot 10^{-11} \frac{m^3}{kg \cdot s^2}$; k_b é a constante de Boltzman e vale $1,38049$
 $1,380649 \cdot 10^{-23} \frac{J}{K}$ e M a massa do buraco negro

Sendo assim, os estudantes fizeram manipulações algébricas a fim de chegarem a uma fórmula mais simples que pudesse apoiá-los no momento de realizar cálculos. Para isso, utilizaram as constantes cujo valores são denominados e os simplificaram, em seguida, com o resultado, que o denominaram como sendo a constante da temperatura do buraco negro a partir da letra grega $\xi(xi)$ e seu valor é dado aproximadamente por $2,42185 \cdot K \cdot Kg$. A seguir, encontra-se transcrito o relato dos estudantes, passo a passo, para construção da constante:

Seguindo a linha de raciocínio com intuito de deixar apenas uma constante e uma variável, vamos observar a fórmula de temperatura do buraco negro:
 $T_b = \frac{hc^3}{8\pi G k_b M}$ [...] Isolaremos a massa por ser variável e π por ser irracional, para possamos modelar com apenas aquilo em que é constante. $T_b M \pi = \frac{hc^3}{8Gk_b}$. Para isso iremos utilizar apenas a parte das constantes e substituir os valores.

$$T_b M \pi = 6,62607015 \cdot 10^{-34} *$$

[...] para encontrar a unidade de medida, fizemos $\frac{j \cdot s \cdot m^3}{\frac{kg \cdot m^3}{kg \cdot s^2}}$

Efetuada os cálculos obtemos a unidade equivalente à $K \cdot Kg$ (K representando a temperatura na escala Kelvin e Kg representando massa em quilogramas)

Para isso pegamos a letra, o valor e a unidade de medida e temos como a constante de temperatura do buraco negro como: $\xi = 2,4218469435803845148290154499918658 \cdot 10^{24} K \cdot Kg$ ou aproximando o valor temos, $\xi = 2,42185 \cdot 10^{24} K \cdot Kg$.

[...]Utilizando novamente os princípios básicos da matemática, passamos a massa e o pi dividindo, tendo como fórmula final: $T_b = \frac{\xi}{\pi M}$

[...]Seguindo o raciocínio já abordado, iremos aplica-lo novamente com o passo a passo. Temos a seguinte fórmula para representar a entropia de um

$$\text{buraco negro: } S = A \frac{k_b c^3}{4hG}$$

Tendo em vista a equação novamente é notória a presença de diversas constantes e podemos modelar a fórmula, juntando as diversas constantes existentes em apenas uma, chamando-a de constante de entropia do buraco negro.

[...]Aplicando as propriedades básicas da matemática, podemos isolar o "A" passando-o para o lado esquerdo da equação como divisor, tendo: $\frac{S}{A} = \frac{k_b c^3}{4hG}$

[...] Agora utilizando apenas a parte a direita da igualdade podemos substituir os valores para encontrar o valor da nova constante.

$$\frac{1,380649 \cdot 10^{-23} \cdot 299792458^3}{4 \cdot 6,62607015 \cdot 10^{-34} \cdot 6,674184 \cdot 10^{-11}}$$

Após a execução dos cálculos obtemos o valor para a nova constante, equivalente à: $2,4218469435803845148290154499918658 \cdot 10^{24}$

[...] Após a execução cálculos a unidade de medida resultante é: $\frac{kg}{K \cdot s^2}$, para facilitar nas equações vamos adotar a letra β (“S” minúsculo em latim).

[...] Para a nova constante de entropia do buraco negro temos que: $\beta = 2,4218469435803845148290154499918658 \cdot 10^{24} \frac{kg}{K \cdot s^2} kgK \cdot s^2$

[...] Utilizando novamente as propriedades da matemática básica passamos o termo “A” (área do horizonte de eventos) para o lado direito da igualdade, multiplicando a constante de entropia do buraco negro. $S = A \cdot \beta$

O que é importante destacar, neste ponto, é a destreza dos estudantes ao modelarem as fórmulas na busca por uma única constante. Contudo, os valores são aproximados e os estudantes não conseguiriam provar os valores se seriam válidos ou não. Estes pontos foram destacados pelos avaliadores da FEBRACE e também nas discussões e sistematizações do trabalho realizado pelos estudantes.

Já o projeto que trazia a criação da empresa de reciclagem surgiu a partir da vontade dos estudantes de participarem de um projeto da Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP) sobre empreendedorismo. Nesse caso, os alunos possuíam a ideia de construir um negócio e me pediram para auxiliá-los no processo de construção. A partir desse pedido, fiz a proposição do aprofundamento e continuidade para um projeto maior.

Os estudantes, aqui chamaremos de Pietro, Julieta e Isabel, começaram a aprofundar o trabalho na busca da criação do projeto de pesquisa e o produto final, que seria o site gamificado onde os usuários teriam acesso a polos de coletas de recicláveis para trocarem por prêmios. Os alunos criaram um esquema empresarial onde teriam parceria com grandes marcas da cidade de Sorocaba, que poderiam apoiar a causa. A imagem a seguir mostra a identidade visual criada pelos alunos:

Fig. 03: Logotipo da empresa criado pelos alunos



Fonte: Elaborada pelos estudantes.

A ideia inicial é criar um mapa das empresas parceiras e, além disso, ter uma loja online onde os usuários poderão fazer suas compras a partir dos pontos acumulados no processo de reciclagem. A imagem a seguir mostra como seria a interface do site da empresa, cujo nome dado foi “Reciclo”:

Fig. 04: Interface do site da empresa criada pelos alunos



Fonte: Elaborada pelos estudantes.

Pode-se perceber que há uma semelhança entre os trabalhos, no que tange ao uso de tecnologias digitais para divulgação e criação dos projetos. Contudo, a ideia partiu dos estudantes, de modo que o orientador não teve influência sobre essas decisões.

Um ponto importante a se destacar é que os estudantes foram além da Feira Brasileira de Ciências, apresentando o projeto para o programa *Science Day Challenge*, cujo objetivo é dar a oportunidade para que os estudantes divulguem trabalhos nas áreas de ciência, tecnologia, engenharia, artes e Matemática. Além disso, os estudantes conquistaram o primeiro lugar dos projetos apresentados.

A participação nesses eventos, tanto da UNICAMP, da FEBRACE e do Science Days, proporcionado pela Centro Universitário Facens em Sorocaba-SP, oportunizou aos estudantes a visibilidade de diferentes pontos de vistas, além de apoiá-los com informações relevantes para a criação do projeto. A seguir, encontra-se transcrito o relato dos estudantes após a conclusão do projeto:

A versão preliminar, ou seja, o MVP, sigla em inglês para Mínimo Produto Viável, se mostra conciso e coerente com a proposta do sistema reciclo, facilitar e incentivar a reciclagem por parte da população.

Mapear os principais problemas e falhas relacionados ao tema na Região metropolitana de Sorocaba, além da busca por parceiros e a idealização de um ciclo socioeconômico que beneficia a todos, mostrou-se um grande desafio.

Além disso, o projeto se mostrou alinhado e capaz de ajudar essas cidades, de grande importância para o Estado de São Paulo e também para o Brasil, a tornarem-se ecologicamente conscientes, como deseja o Objetivo 11 da Agenda 2030, pois acontecimentos recentes mostram a eminente necessidade de se buscar por soluções sustentáveis que ajudem o planeta.

O aumento da prática de reciclagem, tão discutida atualmente, se faz extremamente necessária em momentos atuais, em meio a crises climáticas ao redor do mundo. Acredita-se que o projeto Reciclo possa aproximar práticas ecológicas de uma parcela da população, que majoritariamente é inviabilizada por empresas e governos, buscando fomentar a criação de uma comunidade consciente para o futuro.

As telas do aplicativo, buscam refletir esse desejo de inclusão, sendo de acesso simples e rápido, pois se a ideia é incluir, não seria desejável fazer um sistema complexo e de difícil manuseio, porque, como diz o célebre autor Antoine de Saint Exupéry (1900-1944) em sua obra “O Pequeno Príncipe”, “O essencial é invisível aos olhos”, transportando para essa realidade do aplicativo e da inclusão, essa última é invisível, e só pode ser notada em casos próximos ou quando se torna latente.

A criação desse tipo de solução para a reciclagem mostra a preocupação dos estudantes com a realidade em que estão inseridos, indo ao encontro do que Marques e Marandino (2018) trazem como objetivo da alfabetização científica:

Pretende-se superar um modelo de ensino-aprendizagem pautado na transmissão dos produtos da ciência, em desconexão com os problemas complexos da realidade e em desacordo com a própria natureza do conhecimento científico (por cujo processo de produção perpassam fatores históricos, sociais e políticos, entre outros) (Marques; Marandino, 2018, p. 6).

Os alunos possuíam um engajamento ativo no processo de realização dos trabalhos, uma vez que estavam buscando soluções para perguntas trazidas por eles a partir do próprio cotidiano, e a cada fase do projeto em que encontravam dificuldades, utilizavam de diversos recursos para busca de solução. Isso vai ao encontro do que Sasserom e Carvalho (2011, p. 61) entendem como alfabetização científica: “Assim

pensando, a alfabetização deve desenvolver em uma pessoa qualquer a capacidade de organizar seu pensamento de maneira lógica, além de auxiliar na construção de uma consciência mais crítica em relação ao mundo que a cerca”.

A participação e a apresentação dos estudantes na FEBRACE proporcionaram uma experiência ímpar, uma vez que eles recebiam feedbacks de pessoas que se dedicam a trabalhar com pesquisas; estes retornos se direcionavam tanto para a escrita como para melhorias na ideia dos projetos. Os avaliadores trouxeram propostas de aprofundamento, bem como questões de reflexão sobre a importância dada a cada uma das temáticas e sobre como fazer para tornar realidade os projetos, a fim de que os estudantes deem continuidade aos trabalhos após a realização da feira.

Sendo assim, o projeto de iniciação científica na escola básica proporcionou aos alunos o contato com o fazer ciência, a partir da metodologia de aprendizagem por investigação, desde as indagações iniciais até o projeto finalizado, e este tipo de experiência será levado para além, no ensino superior, pois os estudantes, quando chegarem a essa etapa de ensino, já terão tido contato com esse tipo de metodologia de trabalho e poderão dar continuidade aos seus estudos.

Considerações Finais

Este artigo teve como objetivo relatar uma experiência de iniciação científica no Ensino Médio a partir da metodologia de aprendizagem por investigação, buscando, assim, apoiar o desenvolvimento do pensamento científico. Nesta perspectiva, podemos perceber o engajamento dos estudantes na busca por situações problema que os incomodam, além de proporem e testarem hipóteses no desenvolvimento de soluções criativas para as problemáticas desenvolvidas.

Vale salientar que esse processo trouxe aos alunos um novo olhar para ciência, pois, além de produzirem conhecimento para si, procuraram apoiar a sociedade como um todo, como por exemplo, na mobilidade urbana e no incentivo à reciclagem.

As etapas propostas por Carvalho (2013) foram desenvolvidas ao longo do processo de orientações para os projetos; os estudantes se envolveram com as pesquisas

e promoveram uma aprendizagem autônoma, uma vez que buscaram as informações necessárias para construção das hipóteses, projetos e apresentações.

A participação da Feira Brasileira de Ciências (FEBRACE) deu aos alunos a oportunidade de conhecerem como funciona o processo de divulgação científica, pois demandou deles preparação e sintetização da pesquisa para apresentarem aos professores pertencentes à banca avaliadora. Nesse sentido, os alunos relataram que se sentiram aflitos, porém, ao perceberem que estavam entre pares, houve um momento de trocas e aprendizagens.

O trabalho com pesquisa no ensino básico possui suas dificuldades, principalmente no que tange ao apoio e investimentos da própria gestão, uma vez que não é uma prática comum. Contudo, se faz necessário um esforço da parte do docente para que o projeto possa ser desenvolvido. Por isso, é importante que o docente também tenha contato com pesquisas e saiba quais são os procedimentos a serem realizados.

A partir disso, podemos concluir que realizar pesquisa com estudantes na educação básica é um passo importante para a construção de uma educação de qualidade, e, além disso, para promover a alfabetização científica nos estudantes visando torná-los cidadãos mais críticos sobre o mundo que o cerca.

Vale salientar que este relato se propõe, além de divulgar os trabalhos realizados com os estudantes, mesmo diante de algumas dificuldades, fomentar em outros docentes essa perspectiva de apoiar o fazer ciência na Educação Básica.

Referências

BRITO, B. W. C. S.; BRITO, L. T. S.; SALES, E. S. Ensino por Investigação: Uma abordagem didática no ensino de Ciências e Biologia. **Revista Vivências em Ensino de Ciências**, Pernambuco, v. 2, n. 1, p. 54-60, 2018.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, 2018.

CARVALHO, A. M. P. de. **Ensino de Ciências por Investigação: condições para implementação em sala de aula**. São Paulo: Cengage Learning, 2013.

FEBRACE. Feira Brasileira de Ciências e Engenharia. Disponível em <https://febrace.org.br/>. Acesso em: 29 de jul. de 2024.

FIORENTINI, D.; LORENZATO, S. **Investigação em educação matemática: percursos teóricos e metodológicos**. Campinas: Autores Associados, 2006.

MARQUES, A. C. T. L.; MARANDINO, M. Alfabetização científica, criança e espaços de educação não formal: diálogos possíveis. **Educ. Pesqui.**, São Paulo, v. 44, e170831, 2018.

MASSI, L.; QUEIROZ, S. L. (Orgs.) **Iniciação científica**: aspectos históricos, organizacionais e formativos da atividade no ensino superior brasileiro [online]. São Paulo: Editora UNESP, 2015, 160 p. ISBN 978-85-68334-57-7.

PENICK, J. E. Ensinando "Alfabetização Científica". **Educar**, Curitiba, n. 14, p. 91-113. Editora da UFPR, 1998.

SASSERON, L. H.; CARVALHO, A. M. P. Construindo argumentação na sala de aula: a presença do ciclo argumentativo, os indicadores de Alfabetização Científica e o padrão de Toulmin. **Ciência e Educação**, v. 17, p. 97-114, 2011. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/ciedu/v17n1/07.pdf>.

Recebido em: 14 nov. 2023

Aceito em: 30 jul. 2024