

UFRRJ
INSTITUTO DE QUÍMICA
PROGRAMA DE MESTRADO PROFISSIONAL EM QUÍMICA EM
REDE NACIONAL - PROFQUI

DISSERTAÇÃO

PROPOSTA DE UM MODELO DE AULAS POR IMERSÃO PEDAGÓGICA
PSICOSSOCIAL

Alexandro Pereira da Silva

2025



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE QUÍMICA
PROGRAMA DE MESTRADO PROFISSIONAL EM QUÍMICA EM
REDE NACIONAL - PROFQUI

PROPOSTA DE UM MODELO DE AULAS POR IMERSÃO PEDAGÓGICA
PSICOSSOCIAL

ALEXANDRO PEREIRA DA SILVA

Sob a Orientação do Professor
Emerson Guedes Pontes

Dissertação submetida como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Química, no Programa de Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional (PROFQUI) – Área de Concentração em Química.

Seropédica
2025

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Biblioteca Central / Seção de Processamento Técnico

Ficha catalográfica elaborada
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

S586p Silva, Alexandro Pereira da, 1975-
Proposta de um modelo de aulas por imersão
pedagógica psicossocial / Alexandro Pereira da Silva.
Rio de Janeiro, 2025.
71 f.: il.

Orientador: Emerson Guedes Pontes.
Dissertação (Mestrado). -- Universidade Federal Rural
do Rio de Janeiro, Programa de Mestrado Profissional
em Química em Rede Nacional (PROFQUI), 2025.

1. Imersão Pedagógica. 2. Aprendizagem Sensorial.
3. Metodologias Ativas. 4. Ensino de Química. 5.
Formação Docente. I. Pontes, Emerson Guedes, 1974-,
orient. II Universidade Federal Rural do Rio de
Janeiro. Programa de Mestrado Profissional em Química
em Rede Nacional (PROFQUI) III. Título.

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE QUÍMICA
PROGRAMA DE MESTRADO PROFISSIONAL EM QUÍMICA EM REDE
NACIONAL

ALEXANDRO PEREIRA DA SILVA

Dissertação submetida como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre em Química, no Programa de Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional, Área de Concentração em Química

DISSERTAÇÃO APROVADA EM 08/10/2025

Emerson Guedes Pontes Dr. UFRRJ
(Orientador)

Roberto Barbosa de Castilho Dr. UFRRJ

Otávio Versiane Cabral. Dr. IFRJ/RJ



TERMO Nº 883/2025 - PROFQUI (11.39.00.27)

(Nº do Protocolo: NÃO PROTOCOLADO)

(Assinado digitalmente em 14/10/2025 13:09)

EMERSON GUEDES PONTES
PROFESSOR DO MAGISTERIO SUPERIOR
DBQ (11.39.00.24)
Matricula: ###553#7

(Assinado digitalmente em 13/10/2025 17:03)

ROBERTO BARBOSA DE CASTILHO
COORDENADOR CURS/POS-GRADUACAO - TITULAR
PROFQUI (11.39.00.27)
Matricula: ###141#1

(Assinado digitalmente em 13/10/2025 18:53)

OTAVIO VERSIANE CABRAL
ASSINANTE EXTERNO
CPF: ###.###.967-##

Visualize o documento original em <https://sipac.ufrrj.br/documentos/> informando seu número: 883, ano: 2025, tipo:
TERMO, data de emissão: 13/10/2025 e o código de verificação: e3fb7bc478

Dedico este trabalho a todos aqueles que acreditam na educação, que nunca desistiram de buscar o melhor para nós e nossos filhos, aqueles que sempre acreditam. Dedico este trabalho aos nossos professores, de ontem, de hoje e de sempre.

Diz-se que os sentidos são superiores (ao corpo físico); a mente é superior às faculdades sensoriais; a inteligência é superior à mente; mas ele (o Eu) é superior à inteligência. (Bhagavad Gita, 3:42)

AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, a Deus por minha vida e por todas as experiências que vivo a cada dia.

A minha esposa Raquel que caminha comigo nessa maravilhosa estrada por mais de três décadas.

Aos meus filhos, Gabriella e Gabriel, que me impulsionam a ser cada vez melhor.

Ao Professor Dr. Emerson Guedes Pontes, meu orientador, por aceitar o desafio de me ajudar no desenvolvimento deste trabalho. Suas intervenções me fizeram ir mais longe do que acreditei que poderia chegar.

A Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ) e ao Programa de Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional (PROFQUI) por possibilitar minha formação acadêmica e aperfeiçoamento profissional.

Aos professores do Programa de Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional (PROFQUI) da UFRRJ por todo o ensinamento e despertar que me proporcionaram ao longo do curso.

A diretora do CIEP Dr. Albert Sabin, Daniela da Fonseca Vieira Muniz pelos trâmites administrativos para validar junto à SEEDUC-RJ a anuência da pesquisa, e a Coordenadora Pedagógica, Carla Larissa Dias, que construiu uma ponte entre este projeto e os professores do CIEP para juntos realizarmos as atividades de aula.

Aos professores de Ciências da Natureza do CIEP Dr. Albert Sabin que contribuíram diretamente na viabilização desta pesquisa.

À Companhia Estadual de Águas e Esgotos do Rio de Janeiro (CEDAE), pelo investimento em minha carreira e confiança no desempenho de minhas diversas atribuições.

Aos companheiros, colegas e amigos de trabalho da CEDAE, pelo auxílio direto e indireto a minha pesquisa e desenvolvimento das aulas, dentre os quais cito, em ordem alfabética: Alan Kardec da Silva pelos calorosos debates do campo da educação e pelas revisões de meus manuscritos; Diana Guedes Ferreira por me ajudar na implantação do curso de tratamento de água no âmbito da ETA Laranjal; Robson Campos dos Santos Junior por me incentivar a ir cada vez mais longe; Sheila Barbosa Martins por me ajudar na implantação do curso de tratamento de água no

âmbito do Laboratório Manancial; Wellis Rodrigo da Silva Costa por me apresentar ao PROFQUI e mostrar a importância de participar deste programa.

Aos membros da Banca Examinadora Professor Dr. Otávio Versiane Cabral, Professora Dra. Grisset Tomasa Faget Ondar, Professor Dr. Roberto Barbosa de Castilho, Professor Dr. Claudio Eduardo Rodrigues dos Santos pela disponibilidade e contribuições para que este trabalho fosse aperfeiçoado.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

This study was financed in part by the Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Finance Code 001.

RESUMO

Silva, Alexandre Pereira da. **PROPOSTA DE UM MODELO DE AULAS POR IMERSÃO PEDAGÓGICA PSICOSSOCIAL**. 2025. 71p. Dissertação (Programa de Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional - PROFQUI). Instituto de Química, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2025.

O presente estudo, inspirado em duas décadas de experiência na área da química industrial e na licenciatura da educação básica da rede pública, investiga o desinteresse e a evasão no ensino médio como um problema de desconexão entre o saber escolar e a experiência vivida. O trabalho parte da premissa de que a aprendizagem significativa também emerge de práticas pedagógicas que engajam o aluno de forma integral — cognitiva, emocional e sensorialmente. Para enfrentar este desafio, este trabalho teve como objetivo central fundamentar teoricamente, desenvolver e avaliar uma metodologia de ensino-aprendizagem, denominada modelo de aulas de Imersão Pedagógica Psicossocial (IPP). O arcabouço teórico articula os fundamentos da autonomia em Kant, Piaget e Freire com os mecanismos da imersão descritos pela neurociência e pela psicologia cognitiva, como a Teoria do Fluxo, o Transporte Narrativo e a Cognição Corporificada. Na realização prática foram elaboradas aulas que compõem a temática inicial do 1º ano do Ensino Médio, especificamente os seguintes conteúdos: Matéria e Energia; Estados Físicos da Matéria e suas Transformações; Propriedades da Matéria. Substâncias Simples e Compostas; Misturas, Fases e os Conceitos de Homogeneidade e de Heterogeneidade. As aulas foram compostas por experimentações predominantemente sensoriais, de forma ativa e de modo a promover a interação entre os alunos. O professor em todo o processo atuou sob diversas óticas iniciando como um narrador/provocador seguindo como um facilitador/mediador e concluindo como um sistematizador/consultor. A coleta de dados foi realizada mediante questionários que buscaram primeiro, sintetizar informações sobre as características do grupo de estudo, tais como sua aceitação sobre a escola, seu tempo livre e interesse pelos estudos e se acumulavam atividades laborais, com o intuito de avaliar se as dificuldades na escola estavam associadas a própria escola ou as dificuldades inerentes ao grupo. Na segunda parte dos questionários foram avaliadas a aceitação, o interesse e a possibilidade de ineditismo da proposta, dessa forma os participantes puderam expor suas percepções sobre o quanto o modo de fazer poderia ou não interferir no percurso didático. Os resultados indicaram uma recepção bastante positiva ao método pelos participantes e, principalmente, uma mudança significativa na percepção sobre temas cotidianos, sugerindo que a experiência imersiva pode catalisar um processo de conscientização. A elaboração de objetos que refletem o conteúdo da aula fez parte do desenvolvimento e aplicação das aulas. Esses objetos foram denominados Artefatos de Ancoragem Mnemônicas (AAM) e ao final da aula os alunos receberam os objetos como uma síntese e um lembrete da aula. Concluiu-se que o modelo de aulas IPP, ao orquestrar narrativas, experimentações sensoriais e o trabalho colaborativo, se apresentou como um caminho viável e eficaz para reencantar a sala de aula, promovendo não apenas a aprendizagem de conteúdo, mas também autonomia e análise crítica, conectados com o mundo.

Palavras-chave: Imersão Pedagógica; Ensino de Química; Aprendizagem Sensorial; Metodologias Ativas; Formação Docente.

ABSTRACT

Silva, Alexandro Pereira da. **A PROPOSAL FOR A TEACHING MODEL BASED ON PSYCHOSOCIAL PEDAGOGICAL IMMERSION**. 2025. 71p. Dissertation (Programa de Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional - PROFQUI). Instituto de Química, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2025.

This dissertation, inspired by two decades of experience in the industrial chemistry sector and in teaching basic education within the public school system, investigates the lack of interest and dropout rates in high school as a problem of disconnection between school knowledge and lived experience. The work is based on the premise that meaningful learning also emerges from pedagogical practices that engage the student in a holistic way—cognitively, emotionally, and sensorially. To address this challenge, the central objective of this work was to theoretically ground, develop, and evaluate a teaching-learning methodology called the Psychosocial Pedagogical Immersion (PPI) class model. The theoretical framework articulates the fundamentals of autonomy in Kant, Piaget, and Freire with the mechanisms of immersion described by neuroscience and cognitive psychology, such as Flow Theory, Narrative Transportation, and Embodied Cognition. In its practical implementation, classes were designed covering the initial theme for the 1st year of high school, specifically the following content: Matter and Energy; Physical States of Matter and their Transformations; Properties of Matter; Simple and Compound Substances; Mixtures, Phases, and the Concepts of Homogeneity and Heterogeneity. The classes consisted of predominantly sensory, active experiments designed to promote interaction among students. Throughout the process, the teacher acted from various perspectives, starting as a narrator/provocateur, proceeding as a facilitator/mediator, and concluding as a systematizer/consultant. Data collection was carried out through questionnaires that first sought to synthesize information about the characteristics of the study group, such as their acceptance of school, their free time, their interest in studies, and whether they held jobs, in order to assess whether difficulties in school were associated with the school itself or with the inherent difficulties of the group. The second part of the questionnaires evaluated the acceptance, interest, and potential novelty of the proposal, allowing participants to express their perceptions on how the "way of doing" could or could not interfere in the didactic path. The results indicated a very positive reception of the method by the participants and, most importantly, a significant change in their perception of everyday topics, suggesting that the immersive experience can catalyze a process of awareness. The creation of objects that reflect the class content was part of the development and application of the lessons. These objects were named Mnemonic Anchoring Artifacts (MAA), and at the end of the class, students received them as a summary and a reminder of the lesson. It was concluded that the PPI class model, by orchestrating narratives, sensory experiments, and collaborative work, presented itself as a viable and effective path to re-enchant the classroom, promoting not only content learning but also autonomy and critical analysis, connected with the world.

Keywords: Pedagogical Immersion; Chemistry Education; Sensory Learning; Active Methodologies; Teacher Education.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AAMs	Artefatos de Ancoragem Mnemônica
CEDAE	Companhia Estadual de Águas e Esgotos
CEP	Comitê de Ética em Pesquisa
CIEP	Centro Integrado de Educação Pública
CONEP	Comissão Nacional de Ética em Pesquisa
CNS	Conselho Nacional de Saúde
ENEM	Exame Nacional do Ensino Médio
EI	Ensino por Investigação
IFRJ	Instituto Federal do Rio de Janeiro
IPP	Imersão Pedagógica Psicossocial
LDB	Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional
MBA	Master of Business Administration
MEC	Ministério da Educação e Cultura
MS	Ministério da Saúde
ABP	Aprendizagem Baseada em Problemas
PE	Produto Educacional
ASE	Aprendizagem Sócio Emocional
SNCT	Semana Nacional de Ciência e Tecnologia
UFF	Universidade Federal Fluminense
UFRRJ	Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	15
1.1	A INQUIETAÇÃO: O DESAFIO DO ENSINO MÉDIO NO ESTADO DO RIO DE JANEIRO.....	15
1.2	OBJETIVOS GERAIS.....	17
1.3	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	17
2	REFERENCIAL TEÓRICO.....	17
2.1	EDUCAÇÃO PARA O DESENVOLVIMENTO HUMANO	17
2.2	FUNDAMENTOS PSICOSSOCIAIS E NEUROCIÊNCIAS DA IMERSÃO.	23
3	METODOLOGIA – DO CHÃO DA FÁBRICA AO CHÃO DA ESCOLA	25
3.1	ABORDAGEM METODOLÓGICA: A PESQUISA COMO PRÁTICA.....	25
3.2	CONTEXTO, PARTICIPANTES E PROCEDIMENTOS ÉTICOS	26
3.3	O DESENHO DA PESQUISA: DA INQUIETAÇÃO AO MODELO DE AULAS IPP	26
3.4	O MODELO DE AULAS POR IMERSÃO PEDAGÓGICA PSICOSSOCIAL (IPP): PRINCÍPIOS E PROTOCOLO	26
3.4.1	O DESENHO DO AMBIENTE IMERSIVO.....	27
3.4.2	PRINCÍPIOS METODOLÓGICOS FUNDAMENTAIS.....	27
3.4.3	O PROTOCOLO DE APLICAÇÃO DA AULA (AS 3 FASES DO IPP)	29
3.4.4	O ARTEFATO DE ANCORAGEM MNEMÔNICA: A MATERIALIZAÇÃO DA MEMÓRIA	32
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	34
4.1	CARACTERIZAÇÃO DOS SUJEITOS DA PESQUISA.....	34
4.2	RESULTADOS DA PERCEPÇÃO SOBRE A EXPERIÊNCIA IMERSIVA.....	40
5	DISCUSSÃO DOS RESULTADOS: TECENDO OS FIOS ENTRE A PRÁTICA E A TEORIA.....	42
5.1	O CONTEXTO DA PRÁTICA: O DESCOMPASSO ENTRE O DESEJO DO ALUNO E A REALIDADE ESCOLAR	42
5.2	O IMPACTO DO MODELO DE AULAS IPP: A EXPERIÊNCIA IMERSIVA EM ANÁLISE	42
5.3	A IMERSÃO COMO FERRAMENTA DE CONSCIENTIZAÇÃO: O ESTUDO DE CASO DO TRATAMENTO DE ÁGUA	43

5.4	IMPLICAÇÕES, LIMITAÇÕES E RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS	49
6	REFERÊNCIAS	51
7	APÊNDICES	56
	APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO DE COLETA DE INFORMAÇÕES PRÉ AULA	56
	APÊNDICE B – QUESTIONÁRIO DE COLETA DE INFORMAÇÕES PRÓS AULA ..	58
8	ANEXOS	60
	ANEXO A – CARTA DE ACEITE DO CIEP DOUTOR ALBERT SABIN PARA A REALIZAÇÃO DOS ESTUDOS COM OS ALUNOS DO ENSINO MÉDIO	60
	ANEXO B – PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP N° 6.716.028	61
	ANEXO C – PERCURSO DIDÁTICO – MATÉRIA E ENERGIA.....	67
	ANEXO D – PERCURSO DIDÁTICO – PROPRIEDADES E ESTADOS FÍSICOS...69	
	ANEXO E – PERCURSO DIDÁTICO – CLASSIFICAÇÃO DE MISTURAS.	70
	ANEXO F – PRODUTO EDUCACIONAL – CURSO IMERSIVO SENSORIAL EM TRATAMENTO DE ÁGUA.....	71

1 INTRODUÇÃO

1.1 A Inquietação: O Desafio do Ensino Médio no Estado do Rio de Janeiro

Este trabalho se debruça sobre um dos maiores desafios da educação brasileira: o desinteresse dos alunos nas aulas do ensino médio. Embora seja um fenômeno nacional, seus contornos se tornam ainda mais nítidos quando observados em territórios de grande complexidade social, como o Estado do Rio de Janeiro. A região, marcada por profundas desigualdades e, em algumas cidades, por um Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) que, embora considerado alto ou médio é frequentemente inferior à média nacional (PNUD BRASIL, 2013), concentra uma população jovem que enfrenta diariamente a tensão entre a necessidade de trabalhar e o sonho de ascensão social por meio do estudo. É neste cenário que a escola pública se apresenta como um espaço de resistência e de potencial transformador.

Segundo dados do Censo Escolar, o ensino médio é a etapa da educação básica que apresenta os maiores desafios de permanência, com taxas nacionais de repetência e evasão de 3,9% e 5,9%, respectivamente (MEC, 2024). Embora os percentuais possam parecer modestos, eles representam centenas de milhares de jovens cujas trajetórias escolares são interrompidas anualmente. Neste mesmo relatório, as dificuldades socioeconômicas, a necessidade de trabalhar, a falta de interesse pela escola e a qualidade do ensino, aparecem como fatores que colaboram decisivamente para os índices ora apresentados. As ações para combater a evasão escolar e os elevados índices de reprovação são diversas e, dentre elas, podemos citar o programa Pé de Meia, do Governo Federal, que paga um auxílio mensal, em dinheiro, para os estudantes que continuam frequentando as escolas e estão em situação de vulnerabilidade socioeconômica. (MEC, 2024).

No relatório, a qualidade do ensino e o esforço docente são levados em consideração, inclusive para justificar, em parte, o desinteresse dos estudantes. Essa abordagem tem base no modelo mais comum de aula que é apresentado nas escolas, principalmente públicas, situadas em regiões marcadas pela vulnerabilidade social — aqui entendida como a exposição a fatores de risco como a violência urbana e a carência de serviços públicos — e por um baixo índice de desenvolvimento socioeconômico. Nesse contexto, a falta de recursos materiais e de pessoal, inclusive no que se refere à formação continuada de professores, configura o que chamamos

de ambiente pedagógico precário: um espaço onde as condições mínimas para um ensino de qualidade são um desafio constante.

Na prática, construir aulas imersivas e, ainda, sensoriais é um desafio complexo para professores da escola pública de Ensino Médio, que mesmo tendo resguardada a sua autonomia de ação, precisam lidar com o elevado número de alunos por turma e a pouca disponibilidade de recursos da instituição.

Já na escola privada, a implementação de pedagogias inovadoras encontra barreiras estruturais significativas. A principal delas é a perda da autonomia docente, um fenômeno impulsionado pela mercantilização da educação (Frigotto, 2010), que trata o ensino como um produto a ser padronizado. Esse controle se materializa na adoção de sistemas de ensino apostilados, que transformam o professor em um aplicador de roteiros pré-definidos, limitando sua liberdade intelectual e criativa (Hypolito, 2010). Essa estrutura é justificada pela intensa pressão por resultados em exames de alto impacto, como o ENEM (Exame Nacional do Ensino Médio), que promove uma cultura de “ensinar para a prova” e desencoraja a adoção de formas experimentais de ensino, vistas como um “risco” para o desempenho mensurável dos alunos (Apple, 2004). Desta forma, a autonomia, elemento essencial da profissionalidade docente (Pimenta, 2017), é sacrificada em nome da previsibilidade e do marketing de resultados.

Outra questão importante é que devido a própria dificuldade de elaborar essas aulas e o necessário tempo que deve ser disponibilizado para sua formulação, é bastante provável que poucos professores se disponham a ingressar nesse desafio, principalmente se levarmos em consideração a realidade que os professores enfrentam para obterem um salário apropriado às suas necessidades, muitas vezes tendo que acumular trabalho em várias unidades de ensino, desgastando-se nos percursos entre as unidades e acumulando notadamente grande stress em suas funções. Assim, não seria útil esse projeto se não trouxesse consigo um planejamento mínimo que servisse de guia, pronto e aplicável a fim de que, com os resultados obtidos na prática de cada professor, em sua instituição de ensino, os mesmos iniciassem suas próprias construções, adaptadas às realidades e aos fazeres locais, tendo em vistas as diferenças comuns existentes na sociedade.

Para construir este modelo, o trabalho se apoiou em um arcabouço teórico interdisciplinar que articula conceitos como a Aprendizagem Multissensorial (Shams

et al., 2008) e a Cognição Corporificada (Skulmowski & Rey, 2018), com as teorias sobre a natureza finita da atenção e da fadiga cognitiva (Sousa, 2011; Baumeister et al., 1998). Essa base se alinha, ainda, a uma visão de educação como prática da liberdade e construção do conhecimento de Paulo Freire (2022), fundamentada nas pedagogias do sujeito ativo de Jean Piaget (2010).

O trabalho está estruturado em cinco capítulos. O primeiro, esta introdução, apresenta o problema, os objetivos e a justificativa da pesquisa. O Capítulo 2 aprofunda o referencial teórico que sustenta a proposta de aulas imersivas. O Capítulo 3 descreve a metodologia utilizada para a criação do modelo de aula por imersão pedagógica psicossocial. O Capítulo 4 apresenta e analisa os resultados obtidos nas aplicações das aulas para o ensino médio e a aplicação prática dos Artefatos de Ancoragem Mnemônica. Por fim, o Capítulo 5 traz as considerações finais, discutindo os resultados, as limitações do estudo e as possibilidades para trabalhos futuros.

1.2 Objetivos Gerais

Desenvolver, fundamentar teoricamente e analisar a aplicação de uma metodologia de ensino-aprendizagem, um modelo de aulas por Imersão Pedagógica Psicossocial (IPP), para estimular e despertar o interesse dos alunos.

1.3 Objetivos Específicos

1.3.1 Estruturar um modelo de aulas por Imersão Pedagógica Psicossocial (IPP) em fases interdependentes, definindo os princípios e as práticas para a criação de aulas imersivas e multissensoriais.

1.3.2 Inserir a concepção e o uso de Artefatos de Ancoragem Mnemônica (AAMs), objetos físicos criados para sintetizar e consolidar a memória da experiência educativa, com foco em sua aplicação no ensino de Química para estudantes do Ensino Médio.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Educação Para o Desenvolvimento Humano

A educação para o desenvolvimento humano integral, que visa não apenas a ampliação do conhecimento, mas a formação do caráter, dos valores e das habilidades para a integração social (Brasil, 1996), só é possível através da formação de um sujeito autônomo. A conquista dessa autonomia, contudo, depende de o indivíduo se sentir pertencente e participar ativamente de seu processo educativo

(Osterman, 2000). Para compreender como se dá essa formação, a literatura especializada sugere que é preciso integrar três dimensões fundamentais e complementares do sujeito, representadas por três pilares teóricos: a dimensão político-libertadora do ser-no-mundo, explorada através de Paulo Freire; a dimensão cognitivo-construtivista da mente que aprende, mapeada por Jean Piaget; e a dimensão ético-racional da vontade livre, fundamentada por Immanuel Kant.

Um dos educadores mais influentes do século XX, Paulo Freire, promoveu a ideia de que a educação deveria ser um ato de liberdade, não de opressão. Em seu livro *Pedagogia do Oprimido* (Freire, 1994), ele criticou o modelo educacional tradicional da época, em que o conhecimento era “depositado” nos alunos como os valores de um banco, caracterizando esse modelo como sendo uma “educação bancária”. Ele argumentou que os alunos não deveriam ser receptores passivos do conteúdo escolar, mas deveriam participar ativamente no processo de aquisição de conhecimento por meio de diálogos críticos e ponderados sobre o mundo e a sociedade. Ao desenvolver este processo cognitivo, os indivíduos agem com maior confiança para compreender a sua própria realidade e, em última análise, reconstruí-la à luz da compreensão que têm de si mesmos. Encontrar a pedagogia de Paulo Freire aplicada em sua forma pura no sistema de ensino tradicional é raro. Sua influência, contudo, é indelével na formação de educadores de orientação progressista e serve como um pilar para abordagens profissionais que buscam superar as pressões por padronização e resultado. Ela prospera em movimentos sociais, projetos de educação popular e programas específicos, tais como o EJA – Educação de Jovens e Adultos e o MOVA (Movimento de Alfabetização de Jovens e Adultos), criado pelo próprio Paulo Freire quando foi Secretário de Educação de São Paulo, que não utilizam cartilhas padronizadas. O processo parte das “palavras geradoras”: palavras significativas do universo vocabular dos alunos (exemplo: “tijolo” para operários da construção civil). A partir da discussão do significado social e existencial dessa palavra, ela é decodificada em suas sílabas para formar novas palavras. Assim, o ato de aprender a ler e escrever está intrinsecamente ligado à reflexão crítica sobre a própria vida e trabalho. (INSTITUTO PAULO FREIRE, 1992).

Freire enfatizou que “o homem é um ser histórico, o homem é um ser dialógico” (Freire, 2022). Isto transmite a ideia de que a educação deve ser um processo interativo onde os alunos questionam o conteúdo e se sentem motivados a

participar, estabelecendo uma maior conexão no processo de ensino e aprendizagem a que está submetido, levando a uma prática de liberdade que, em última análise, muda a visão dos alunos sobre si mesmos e sobre a sociedade.

Se Freire nos oferece a finalidade social e política da educação como uma prática da liberdade, a sua efetivação depende da compreensão de como a mente individual constrói ativamente o conhecimento. É nesse ponto que a obra de Jean Piaget se torna indispensável, ao fornecer um mapa do desenvolvimento da inteligência e da autonomia cognitiva

Na visão de Jean Piaget para a educação o aluno deixou de ser visto como um receptor passivo de informações para ser compreendido como o protagonista ativo da construção de seu próprio conhecimento (Piaget, 1990). Essa visão, conhecida como Construtivismo, propõe que o desenvolvimento intelectual emerge da interação contínua do indivíduo com o seu meio. No entanto, a tradução dessa robusta teoria para a prática em sala de aula é um desafio que a pesquisa em educação tem explorado extensivamente, buscando validar e refinar as metodologias que melhor promovam essa construção ativa do saber.

A aplicação do construtivismo exige mais do que apenas atividades práticas; ela demanda a criação de ambientes de aprendizagem que provoquem o que Piaget chamava de *desequilíbrio cognitivo*, um estado de perplexidade que motiva o aluno a buscar novas compreensões. Metodologias como a Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP) e o Ensino por Investigação (EI) são aplicações diretas desse princípio (Azevedo, 2004). Em vez de receberem o conteúdo de forma expositiva, os alunos são confrontados com problemas complexos e abertos. Pesquisas demonstram que, quando adequadamente estruturadas pelo professor (através de um processo conhecido como *scaffolding* ou andaime), essas abordagens não só promovem a aquisição de conteúdo, mas também desenvolvem habilidades de pensamento crítico e resolução de problemas, validando a ideia de que o envolvimento ativo é um caminho eficaz para a aprendizagem profunda (Hmelo-Silver, Duncan, & Chinn, 2007).

No campo específico da matemática, por exemplo, a abordagem construtivista se manifesta em uma crítica contundente ao ensino focado na memorização de algoritmos. Em um artigo de grande impacto, Constance Kamii e Ann Dominick (1998) argumentaram que ensinar os procedimentos-padrão de contas de forma mecânica

pode ser, na verdade, prejudicial ao desenvolvimento do raciocínio lógico-matemático das crianças. A pesquisa delas sugere que, ao permitir que os alunos inventem seus próprios métodos para resolver problemas, os professores estão promovendo uma compreensão numérica muito mais sólida e flexível. Este exemplo prático ilustra como o princípio piagetiano de "construção" se opõe diretamente à "recepção" de regras prontas, gerando um aprendizado mais significativo.

Essa ênfase na construção do conhecimento deve, contudo, ser cuidadosamente alinhada ao estágio de desenvolvimento cognitivo do aluno, um dos pilares da teoria piagetiana. Para estudantes no estágio operacional concreto (aproximadamente entre 7 e 11 anos), por exemplo, a capacidade de raciocínio lógico ainda depende de referenciais tangíveis. A prática de utilizar materiais manipuláveis (como blocos, ábacos ou objetos geométricos) responde diretamente a essa necessidade. Longe de ser apenas uma ferramenta lúdica, o uso de manipuláveis tem sua eficácia comprovada por pesquisas robustas. Uma meta-análise conduzida por Carbonneau, Marley e Selig (2013), que revisou 55 estudos diferentes, concluiu que o ensino com materiais concretos tem um efeito positivo e significativo na aprendizagem matemática, especialmente na retenção do conhecimento a longo prazo. Essa é uma forte evidência empírica de que alinhar a tarefa ao nível cognitivo do aluno, um preceito piagetiano, otimiza o processo de aprendizagem.

É importante ressaltar que as obras de Piaget e Freire, apesar de sua monumental importância, também são alvo de debates e críticas no campo acadêmico. A teoria dos estágios de Piaget, por exemplo, tem sido questionada por sua rigidez e por uma suposta subestimação das capacidades das crianças e da influência do contexto cultural (Vygotsky, 2007). Já a pedagogia de Freire é, por vezes, criticada por certos setores por um suposto viés ideológico ou por dificuldades em sua aplicação em larga escala no sistema formal de ensino (Gadotti, 1996). Reconhecer essas tensões não diminui a força desses autores, mas enriquece a análise, permitindo que esta dissertação se aproprie de seus conceitos centrais de forma crítica e contextualizada.

O legado de Piaget para a educação contemporânea não é um dogma, mas um campo dinâmico de pesquisa que continua a gerar e validar práticas pedagógicas eficazes. A evidência acumulada em artigos científicos demonstra que abordagens que promovem a investigação ativa (Hmelo-Silver et al., 2007), que incentivam a

construção de soluções em vez da memorização de regras (Kamii & Dominick, 1998) e que respeitam as características cognitivas de cada fase do desenvolvimento através de ferramentas adequadas (Carbonneau et al., 2013), são caminhos promissores para concretizar o objetivo maior de Piaget: formar indivíduos autônomos. Contudo, para que essa autonomia, conquistada através da construção do pensamento, seja verdadeiramente livre e responsável, ela precisa de uma base ética e racional sólida. É a filosofia de Immanuel Kant que nos oferece os fundamentos para pensar a educação não apenas da inteligência, mas da autonomia da vontade.

O pensamento do filósofo Immanuel Kant oferece uma perspectiva fundacional sobre a educação, ao colocar a autonomia e a razão como os pilares centrais do processo formativo. Para Kant, a educação não se resume a um mero processo de instrução ou treinamento, mas representa a mais fundamental ferramenta para que o ser humano possa realizar plenamente sua natureza racional e, conseqüentemente, sua liberdade. Esta visão é articulada de forma emblemática em seu famoso ensaio, "Resposta à Pergunta: O que é 'Esclarecimento'?", no qual ele define o Esclarecimento precisamente como "a saída do homem de sua menoridade, da qual ele próprio é culpado" (Kant, 2005).

Essa "menoridade" (Unmündigkeit), segundo Kant, não é uma falta de inteligência, mas sim uma carência de coragem e de determinação para fazer uso do próprio entendimento sem a direção de outro. O indivíduo permanece nesse estado por comodismo, permitindo que outros — o livro que pensa por ele, o líder espiritual que lhe serve de consciência, o médico que lhe prescreve a dieta — assumam a responsabilidade intelectual que lhe cabe. Portanto, o lema do Iluminismo, proposto por Kant, é um chamado à ação intelectual: "Sapere aude! Ousa saber! Tem a coragem de te servires do teu próprio entendimento!" (Kant, 2005). A educação, neste contexto, é o caminho para que o indivíduo tenha as condições e a coragem para atender a esse chamado.

Ao transpor essa filosofia para o campo pedagógico, em sua obra *Sobre a Pedagogia*, Kant argumenta que o processo educativo deve ser um cuidadoso cultivo da disposição racional do ser humano. A disciplina, por exemplo, não tem como fim a submissão, mas a contenção dos impulsos animais para que o pensamento possa florescer de forma ordenada e livre. A instrução, por sua vez, deve ir além da memorização, visando capacitar o aluno a pensar por princípios e a agir de forma

moralmente autônoma, ou seja, de acordo com as leis que sua própria razão reconhece como universalmente válidas (Kant, 2003). A meta final é formar um indivíduo que não apenas obedece, mas que compreende o porquê de suas ações e é capaz de justificá-las racionalmente.

A ressonância do projeto kantiano na pedagogia contemporânea é marcante, sendo ele um precursor direto do que hoje entendemos por "pensamento crítico". Este pode ser definido como a capacidade de analisar informações, identificar argumentos, reconhecer vieses e construir julgamentos bem fundamentados, uma competência que envolve tanto habilidades cognitivas quanto disposições afetivas, como a curiosidade e a abertura intelectual (Ennis, 1985; Facione, 1990). A ênfase educacional em habilidades como a análise de argumentos, a identificação de premissas, a formulação de perguntas pertinentes e a construção de um julgamento independente encontra sua justificação filosófica no ideal kantiano de um sujeito que se atreve a saber (Gallo, 2007). A verdadeira aprendizagem, portanto, reside no desenvolvimento dessa capacidade de examinar criticamente as informações, em vez de aceitar passivamente as ideias e verdades que são impostas por autoridades externas.

Nesse sentido, é possível traçar um forte paralelo entre a filosofia de Kant e a pedagogia libertadora de Paulo Freire, consolidando um eixo de pensamento focado na autonomia. A "saída da menoridade" kantiana dialoga diretamente com a superação da "consciência ingênua" e da "educação bancária" freireana (Streck, 2008). Ambos os pensadores, embora em contextos históricos e sociais distintos, concebem a educação como uma prática de liberdade. Assim como Kant critica a tutela intelectual, Freire critica o educador que "deposita" conhecimento em um aluno passivo. Para ambos, o ato de aprender é um ato de se tornar sujeito: um sujeito que pensa, que questiona, que dialoga com o mundo e que, através do uso crítico de sua própria razão, se torna capaz de compreender e, em última análise, transformar a sua própria realidade. O impacto dessa síntese na educação atual é profundo: ela inspira propostas pedagógicas que buscam formar não apenas um aluno competente em conteúdo, mas um cidadão capaz de pensar de forma autônoma e de agir de forma consciente e ética no mundo, um dos objetivos centrais dos documentos curriculares contemporâneos.

É a partir da necessidade de traduzir a síntese dessas três dimensões em uma prática pedagógica concreta e replicável que o modelo de aulas por Imersão Pedagógica Psicossocial (IPP) se justifica e se estrutura, como será detalhado a seguir.

2.2 Fundamentos Psicossociais e Neurocientíficos da Imersão.

O estado de imersão, que podemos entender como um processo de profundo envolvimento e atenção com uma experiência, é um fenômeno neurológico e psicológico de grande importância para a vida diária, embora seus mecanismos ainda sejam objeto de estudo (Zak, 2012). Frequentemente, associamos a imersão a eventos grandiosos, mas ela também ocorre em momentos breves e comuns, como em uma simples conversa. O conceito de imersão tem as suas raízes na pré-história, quando bandos de *homo sapiens* contavam histórias de caçadas e viagens para instruir e talvez entreter os membros dos seus clãs (Zak, 2018). A análise de uma dessas situações, o momento em que uma piada é contada em um grupo, serve como um ótimo exemplo para entender os vários fatores que produzem esse estado.

No século XXI, a discussão sobre imersão se torna ainda mais complexa e urgente. O advento das redes sociais, das plataformas de Ensino a Distância (EAD) e das tecnologias de Realidade Virtual (RV) e Aumentada (RA) redefiniu a própria natureza da atenção e do engajamento. Se por um lado essas tecnologias oferecem possibilidades inéditas de simulação e acesso à informação, por outro, como aponta a literatura sobre a "distração digital" (Carr, 2020; Turkle, 2011), elas competem pelos mesmos recursos cognitivos necessários à aprendizagem profunda. A proposta desta dissertação, portanto, se posiciona de forma singular, como criar uma experiência de imersão analógica, que utilize o corpo, os sentidos e a interação social como as principais tecnologias de engajamento, em um mundo saturado pelo digital.

Para que a imersão aconteça, o ambiente social onde ela ocorre é um ponto de partida crucial, exigindo um contexto de interações positivas e de confiança mútua (Zak, 2012). A neurociência tem investigado a base biológica deste fenômeno, identificando a ocitocina como um neuro-hormônio central. Em uma série de experimentos conduzidos por mais de uma década, Paul Zak demonstrou que a liberação de ocitocina durante interações sociais, cuja produção está ligada a estruturas como o nervo vago, é um fator determinante. Seus estudos mostraram conclusivamente que narrativas que geram ressonância emocional e sustentam a

atenção provocam essa resposta neuroquímica, tornando a experiência mais prazerosa, a memória mais duradoura e os indivíduos mais propensos a ações pró-sociais (Zak, 2015; Zak, 2018)

É nesse cenário de segurança que o sistema de neurônios-espelho, descoberto por pesquisadores como Giacomo Rizzolatti, atua com mais força. Esse sistema nos permite compreender as intenções e sentir as emoções dos outros de forma quase instantânea, criando uma base de empatia fundamental para que a história contada possa nos envolver (Rizzolatti & Craighero, 2004).

Com essa conexão estabelecida, uma narrativa bem contada funciona como um veículo para o que Green e Brock (2000) definiram como Transporte Narrativo. O conceito descreve um estado experiencial de imersão no qual todos os processos mentais do indivíduo se concentram nos eventos da história (Green, 2024). Essa teoria explica a capacidade que uma boa história tem de nos envolver, fazendo com que nossa atenção se desligue do ambiente ao redor e se concentre totalmente no universo da narrativa. A pessoa deixa de ser uma mera ouvinte para se tornar uma participante mental da história, imaginando as cenas e se identificando com os personagens, mesmo sabendo que se trata de uma ficção.

Esse processo de ser transportado pela história é intensamente emocional. O envolvimento afetivo com a trama e seus personagens pode ser explicado pelo conceito de Contágio Emocional, que é a tendência que temos de, inconscientemente, imitar e sincronizar nossas emoções com as das pessoas ao nosso redor (Hatfield, Cacioppo, & Rapson, 1994). No exemplo da piada, a tensão criada pela narrativa é liberada em uma risada coletiva, uma poderosa demonstração de contágio que reforça os laços do grupo.

Toda essa experiência de envolvimento concentrado pode ser compreendida dentro da Teoria do Fluxo (Flow), de Mihaly Csikszentmihalyi (1990). O "fluxo" é um estado de funcionamento ideal, no qual ficamos tão absortos em uma atividade que perdemos a noção do tempo e nos sentimos completamente engajados e satisfeitos. A imersão em uma história, mesmo que breve, é uma espécie de "micro-fluxo". É justamente a união da atenção focada com a emoção positiva, características do estado de fluxo, que explica por que ele é tão importante para a aprendizagem. Experiências vividas nesse estado são processadas de forma mais intensa pelo cérebro, o que ajuda a fixá-las na memória de longo prazo e pode, inclusive, levar a

novas compreensões e mudanças de perspectiva, um processo que Jack Mezirow (1997) chamou de Aprendizagem Transformadora. Neurologicamente, o estado de fluxo está associado à liberação de um coquetel de neuroquímicos, incluindo a dopamina, que gera sentimentos de prazer e motivação, reforçando o comportamento e criando um ciclo de engajamento contínuo (Kotler, 2014).

O modelo de Aula Imersiva aqui proposto, que a partir deste ponto será denominado **Aulas por Imersão Pedagógica Psicossocial (IPP)**, articula três fases interdependentes: 1) **Ancoragem Narrativa**, utilizando o storytelling — aqui entendido como a arte e a técnica de estruturar e apresentar conteúdo através de um arco narrativo para gerar uma conexão emocional e intelectual (Haven, 2007) — para gerar transporte narrativo e engajamento emocional inicial; 2) **Materialização Conceitual**, na qual atividades multissensoriais e práticas traduzem os conceitos abstratos da narrativa em experiência vivida; e 3) **Inquérito Autônomo**, onde o estado imersivo e a curiosidade gerada catalisam a investigação guiada ou autônoma do aluno. Este modelo foi desenhado para que cada fase capitalize sobre os mecanismos psicossociais discutidos: a Ancoragem Narrativa se utiliza diretamente da teoria do Transporte Narrativo (Green & Brock, 2000) para criar engajamento; a Materialização Conceitual responde à necessidade de uma experiência corporificada para a aprendizagem profunda; e o Inquérito Autônomo emerge como consequência pedagógica do estado de Flow (Csikszentmihalyi, 1990), aproveitando a motivação intrínseca gerada pela imersão.

3 METODOLOGIA – DO CHÃO DA FÁBRICA AO CHÃO DA ESCOLA

3.1 Abordagem Metodológica: A Pesquisa como Prática

A escolha metodológica desta dissertação reflete uma busca constante por respostas às perguntas que nascem das aplicações práticas de aulas, portanto, este trabalho se enquadra como uma pesquisa-ação. Essa abordagem foi escolhida por sua natureza intrinsecamente ligada ao fazer, na qual o pesquisador, imerso em seu contexto, busca através de ciclos de planejamento, ação e reflexão, não apenas compreender, mas intervir e transformar a realidade estudada (Thiollent, 2011). Trata-se de uma pesquisa que não se contenta em observar, mas que se propõe a construir, testar e refinar soluções para problemas concretos do chão da sala de aula.

3.2 Contexto, Participantes e Procedimentos Éticos

A fase de "ação" desta pesquisa se desdobrou em dois cenários complementares. A primeira, voltada para o ensino formal, foi realizada no CIEP 156 Doutor Alberto Sabin, em Seropédica-RJ, uma unidade da rede estadual na Baixada Fluminense, com a devida anuência da direção (ANEXO A). A pesquisa envolveu cinco turmas do Ensino Médio (1º, 2º e 3º anos), contando com o apoio de colegas professores das áreas de química, física e biologia.

A segunda frente de atuação ocorreu em espaços não formais, onde o Produto Educacional desta dissertação, um curso sobre tratamento de água, foi aplicado a um público geral em eventos como a Semana Nacional de Ciência e Tecnologia (na UFRRJ e na CEDAE, em 2022 e 2023), o "Dia do Quase Químico" (IFRJ-Maracanã, 2023 e 2024) e Semanas Acadêmicas (IFRJ-Petrópolis e IFRJ-Paracambi, 2023).

Todos os procedimentos envolvendo os participantes seguiram rigorosamente as normas éticas, com o projeto sendo previamente aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) da UFRRJ (Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro) através da Plataforma Brasil do CNS (Conselho Nacional de Saúde) – Ministério da Saúde, CONEP – Comissão Nacional de Ética em Pesquisa, via Plataforma Brasil, sob o Parecer 6.716.028 (ANEXO B).

3.3 O Desenho da Pesquisa: Da Inquietação ao Modelo de Aulas IPP

A estrutura desta pesquisa-ação seguiu o ciclo clássico de planejamento, ação, observação e reflexão. A inquietação inicial, nascida de décadas de experiência, levou à fase de planejamento, que consistiu na fundamentação teórica e no desenvolvimento do que aqui se defende como um método de ensino. O termo "método" é aqui utilizado por se tratar não de uma atividade isolada, mas de um sistema organizado de princípios e procedimentos que orientam a prática docente de forma coerente e replicável, aqui denominado Modelo de aulas por Imersão Pedagógica Psicossocial (IPP). Sendo também materializado em um Produto Educacional (PE) — o curso sobre tratamento de água.

3.4 O Modelo de Aulas Por Imersão Pedagógica Psicossocial (IPP): Princípios e Protocolo

O que apresentamos a seguir não é um método de ensino rígido, mas um conjunto de princípios e um protocolo flexível que nasceram da prática e foram

refinados pela teoria. É um convite a outros educadores para pensarem a aula como uma experiência orquestrada.

3.4.1 O Desenho do Ambiente Imersivo

O ambiente é tratado como o "terceiro educador" (Edwards, Gandini, & Forman, 1998). O protocolo orienta a criação de um "santuário de imersão" através do controle de estímulos, visando minimizar a carga cognitiva extrínseca (Sweller, 1988; Tanner, 2009) e focar a atenção nos "objetos de intenção" da aula.

3.4.2 Princípios Metodológicos Fundamentais

Princípio 1: A Dualidade da Experimentação (Ativa e Sensorial).

No IPP, a "experimentação" se desdobra em duas modalidades: a ativa, de herança pragmatista, focada na manipulação para testar hipóteses (Dewey, 1938); e a sensorial. Esta última, fundamentada na Cognição Corporificada (Varela, Thompson, & Rosch, 1991), prioriza a apreensão do fenômeno pelos sentidos menos explorados na escola (tato, olfato, paladar) para criar "marcadores somáticos" (Damásio, 1994) memórias afetivas que ancoram o conceito abstrato em uma experiência visceral. Neste modelo, a experimentação sensorial cria a base afetiva e intuitiva sobre a qual a experimentação ativa constrói o entendimento lógico e estruturado. Em outras palavras, o aluno primeiro "sente" o fenômeno de forma visceral, criando uma memória forte e pessoal; só então ele é guiado a investigar e a explicar logicamente o porquê do que sentiu.

Princípio 2: A Centralidade do Educador como Orquestrador.

Uma aula imersiva exige do professor muito mais do que a transmissão de conteúdo. Ele se torna o arquiteto do ambiente, o narrador que engaja e o mediador que guia. Essa complexidade de papéis é uma forma de "trabalho emocional" (Hochschild, 1983), um esforço consciente para gerenciar o clima afetivo da sala de aula, em plena consonância com os "ideais de solidariedade humana" e o foco no "pleno desenvolvimento do educando" preconizados pela Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (Brasil, 1996).

Reconhecer essa demanda é crucial, pois um professor em estado de exaustão, um risco real documentado pela literatura sobre burnout (Maslach, Schaufeli, & Leiter, 2001), não conseguirá sustentar a complexa orquestração que o método exige. O bem-estar docente, portanto, é uma variável pedagógica

fundamental, cujo impacto na aprendizagem dos alunos é comprovado (Oberle & Schonert-Reichl, 2016).

Princípio 3: O Bem-Estar do Educando como Condição de Partida.

A pirâmide de Maslow (1943), um clássico da psicologia, nos ensina o que qualquer professor experiente sabe na prática: não se pode esperar engajamento intelectual de quem tem fome, sede ou se sente inseguro. O protocolo do IPP assume esta premissa como inegociável. Além da segurança fisiológica, a segurança emocional é primordial. As atividades sensoriais podem evocar memórias inesperadas, e o professor, informado por princípios da Aprendizagem Sócio Emocional (ASE) — definida como o processo de desenvolvimento de competências para gerenciar emoções e estabelecer relações positivas (Durlak et al., 2011) — e da Pedagogia Informada pelo Trauma — uma abordagem que reconhece a prevalência de experiências adversas e busca criar ambientes de segurança para evitar a re-traumatização (Craig, 2016), deve atuar com uma "vigilância afetiva", garantindo que a "aventura" da aula seja sempre um espaço de crescimento seguro.

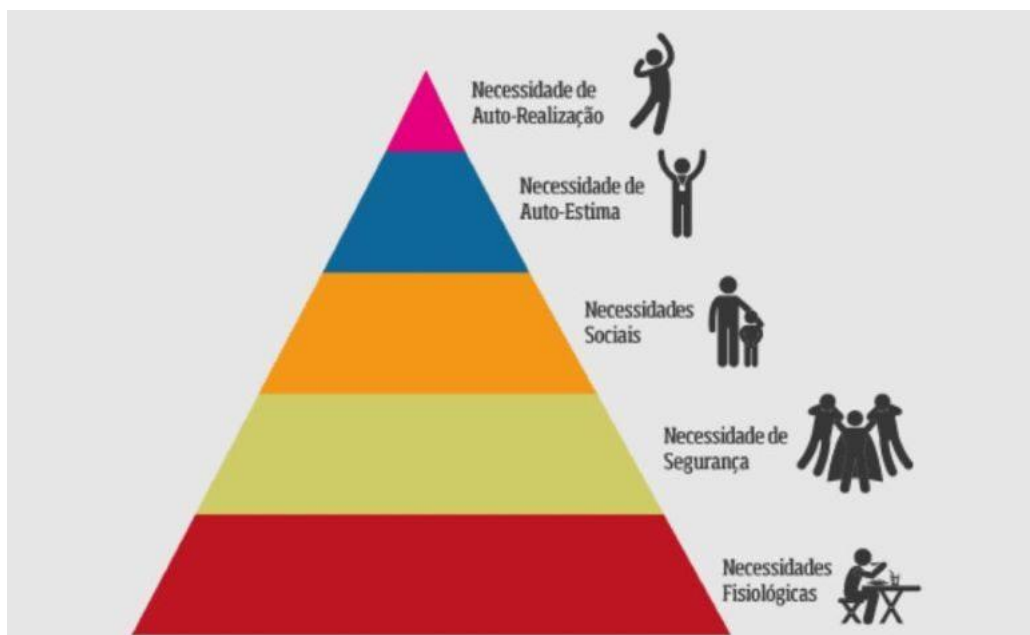


Figura 1: Pirâmide de Maslow. Fonte: <https://tray.com.br/escola/piramide-de-maslow/>

Princípio 4: A Aprendizagem como Ato Sócio colaborativo.

Uma observação comum sobre a prática do trabalho em laboratórios industriais e em projetos de extensão revela que as melhores ideias surgem na interação. O trabalho em grupo é um catalisador para a imersão. A psicologia social nos dá o porquê: a interação ativa o sistema de neurônios-espelho, que fundamenta a empatia (Rizzolatti & Craighero, 2004), intensifica as emoções através do Contágio Emocional

(Hatfield, Cacioppo, & Rapson, 1994) e, crucialmente, constrói uma "realidade compartilhada" (Hardin & Higgins, 1996), que valida e fortalece a experiência de cada indivíduo dentro do coletivo.

3.4.3 O Protocolo de Aplicação da Aula (As 3 Fases do IPP)

Fase 1: Ancoragem Narrativa

A aula começa com uma história. Apoiando-se em premissas do ensino de História e Filosofia da Ciência (HFC) (Matthews, 1994), a ciência é apresentada como uma aventura humana. O objetivo é usar o storytelling para gerar Transporte Narrativo (Green & Brock, 2000; Green, 2024) e modular a neuroquímica do cérebro para otimizar a atenção e a empatia (Zak, 2015). Nesta fase, o tempo de exposição é de 15 a 20 minutos. O professor expõe o conteúdo da aula associando-o a situações do dia a dia e a fenômenos comuns, tal como o ato de contar histórias. Como exemplo, para esse conteúdo inicial, a associação de fenômenos comuns como aquecimento, evaporação, mudança de estados físicos e misturas, observados em situações cotidianas como na cozinha ao preparar alimentos, ou lavando a louça, ou observando a chuva, entre muitas outras associações possíveis. Essa abordagem promove uma proximidade, uma sensação de entendimento, promovendo em última instância o transporte narrativo, aumentando a confiança de que o conhecimento abordado é algo próximo e possível de ser compreendido, então, com essa sensação de segurança, a materialização conceitual tem maior chance de sucesso em seu objetivo.

Fase 2: Materialização Conceitual:

Superada a ancoragem, a aula transita para o núcleo prático, onde os conceitos são traduzidos em experiências concretas. O professor, como facilitador, guia os alunos em um percurso experimental que busca materializar os conceitos-chave, como detalhado a seguir.

Conceito 1: Matéria e Energia.

A materialização se deu por meio de duas atividades: a) a experimentação com balões de ar para explorar as propriedades de massa e volume; e b) a experimentação com a lanterna para contrastar matéria e energia.

Para estas atividades os alunos utilizaram balões de ar, tiras de papel e lanternas (pode ser do celular, assim aproveitamos para treinar o controle sobre o uso do celular). Caso tenha na escola uma balança tipo de ourives, a experiência será

ainda mais enriquecedora, mas não é fundamental. A dinâmica desta parte da aula está detalhada no **ANEXO C – Percurso Didático – Matéria e Energia**.

Conceito 2: Propriedades e Estados Físicos.

A exploração ocorreu através de: a) observação tátil e visual de diferentes sólidos e líquidos; b) o evento auditivo do estouro do balão para discutir a propagação do som.

Para estas atividades os alunos utilizaram água, óleo, vinagre, leite, essência e corantes alimentícios, detergente, metais diversos, plásticos diversos, carvão, vidro, borracha, pedras, areia, madeira, isopor, sal, bicarbonato de sódio, açúcar, pedaços de fios, sabonetes, cotonetes, sucos, pasta de dente, absorvente íntimo, dentre outros. A ideia é apresentar materiais e objetos e falar sobre as propriedades dos materiais e substâncias e suas aplicações, além da importância de seu estado físico. A dinâmica desta parte da aula está detalhada no **ANEXO D – Percurso Didático – Propriedades e Estados Físicos**.

Conceito 3: Transformações de Estado e Transferência de Energia.

A exploração deste conceito foi realizada através de um conjunto de experimentações focadas na percepção sensorial da energia térmica:

a) Percepção Endotérmica por Contato e Evaporação: Inicialmente, os alunos seguram pedras de gelo para sentir a absorção de calor da mão (sensação de frio) durante a fusão. Em seguida, álcool e acetona são borrifados em suas mãos para que percebam, tátilmente, o resfriamento causado pela evaporação, correlacionando a maior intensidade da sensação de frio da acetona com sua maior volatilidade.

b) Visualização das Mudanças de Estado: Utilizando uma colher e uma vela, os grupos observam o ciclo completo da água: a fusão do gelo, a ebulição da água líquida e a posterior condensação do vapor em uma superfície fria posicionada acima da colher.

c) Investigação do Efeito Leidenfrost: Como clímax sensorial, os alunos pingam gotas de água na colher superaquecida para observar o fenômeno da "água dançante", um evento que integra estímulos auditivos (o chiado), visuais (as esferas de água) e térmicos. A experiência se encerra com a imersão da colher quente em água fria, permitindo uma última percepção tátil e auditiva da rápida transferência de energia.

Conceito 4: Classificação de Misturas.

Para materializar a diferença entre misturas, os alunos procedem à:

a) Preparação e Observação de Sistemas: Em recipientes distintos, os grupos realizam misturas simples, como água e sal, água e óleo, e água e areia.

b) Diferenciação Visual de Fases: A partir da observação direta, os alunos são guiados a diferenciar visualmente os sistemas homogêneos (aqueles que apresentam uma única fase visível, como a solução de água e sal) dos sistemas heterogêneos (aqueles nos quais as diferentes fases são distinguíveis, como em água e óleo).

A dinâmica desta parte da aula está detalhada no **ANEXO E – Percorso Didático – Classificação de Misturas.**

Ao longo de toda esta fase, o professor circula entre os grupos, atuando como um provocador de perguntas ("Por que a sensação de frio é maior com a acetona?", "Que barulho foi esse?"), incentivando os alunos a formularem suas próprias hipóteses e "conceitos primitivos". Ao final da Materialização Conceitual, os alunos não possuem ainda as definições formais, mas detêm algo pedagogicamente mais valioso: um repertório de experiências compartilhadas, sensoriais e afetivas, que servirá como a âncora para a aprendizagem estruturada na fase seguinte.

A atuação do professor nessa fase é especialmente crítica pois envolvendo o fazer material das experimentações seria de se esperar que naturalmente o professor execute as atividades, agindo para mostrar como fazer, no entanto, a ideia da prática ativa e imersiva é baseada na ação do aluno então, o professor guia e media as ações por instruções e não pelo fazer, a menos que a atividade tenha um grau de complexidade maior o que não é o caso. A instrução, o incentivo para as observações e perguntas é um caminho viável embora cada professor de acordo com sua experiência poderá adaptar a seu modo. De modo simples, o professor atua como um mediador sem necessariamente executar as atividades e sim orientando.

Fase 3: Inquérito Autônomo, Formalização e Representação: Após a imersão na experiência, esta fase guia os alunos na transição do saber intuitivo para o científico. A formalização matemática é deliberadamente posicionada ao final, uma decisão fundamentada na teoria dos Modos de Representação de Jerome Bruner (1966), que progride da ação para o símbolo. Esta sequência respeita a Teoria da

Carga Cognitiva (Sweller, 1988), permitindo que a matemática surja como uma linguagem para descrever um fenômeno já compreendido.

3.4.4 O Artefato de Ancoragem Mnemônica: A Materialização da Memória

Por mais intensa e bem-sucedida que seja uma experiência em sala de aula, ela termina. A vida continua, novos conteúdos chegam, e a lembrança daquele momento de descoberta se dissipa. A pergunta que surge é: como podemos lutar contra essa curva do esquecimento? Como podemos dar à aprendizagem uma permanência que transcenda os muros da escola? A resposta proposta neste trabalho é a criação intencional de um Artefato de Ancoragem Mnemônica (AAM).

A inspiração para dar um nome a essa ideia veio de um lugar que, notadamente, é muito especial: o cinema. No filme de ficção científica *A Origem* (Nolan, 2010), os personagens que navegam por sonhos lúcidos carregam um "totem", um objeto pessoal com características únicas que serve como um teste para diferenciar a realidade do sonho. Esse totem é um lembrete físico, uma âncora confiável em uma realidade fundamental. De modo análogo, o AAM funciona como um "lembrete da realidade da experiência de aprendizagem". Seu propósito é materializar, em um objeto conciso e significativo, os conceitos e as sensações vividas durante a aula. Desse modo, quando o aluno interagir posteriormente com esse artefato, reativará não apenas a memória semântica do conteúdo, mas também a memória episódica e afetiva de todo o processo da descoberta.

Esta proposta se fundamenta na longa tradição das artes da memória (*ars memoriae*), que desde a antiguidade clássica reconhecem a eficácia de associar informações abstratas a objetos e lugares concretos (Yates, 1966; Bellezza, 1981). Sob a ótica da Cognição Corporificada, o AAM é mais do que um lembrete; é uma ferramenta cognitiva que permite ao aprendiz, ocorrido através de uma experiência sensorial, permanecer ancorado no mundo físico (Kontra et al., 2015). O artefato funciona como um "souvenir" daquela jornada intelectual, carregado de significado pessoal e da narrativa afetiva que o grupo construiu (Pearce, 1990).

A apresentação do AAM é o clímax simbólico da aula, uma ponte entre a experiência vivida e a continuidade do aprendizado. O percurso completo do IPP é representado na Figura 2.

Figura 2: Diagrama Conceitual do Modelo de Aulas por Imersão Pedagógica Psicossocial (IPP).



A concepção de um AAM eficaz exige uma síntese entre o rigor do químico e a sensibilidade do pedagogo. Na prática, para a aula inaugural de Química, foram desenvolvidos dois artefatos que buscam essa síntese, ambos utilizando um tubo de ensaio como base, um objeto icônico do universo profissional dos Químicos.

AAM 1: O Artefato das Fases e Misturas.

Descrição: Um tubo de ensaio fechado contendo água, óleo vegetal, ar e diversos sólidos como mármore, pedra-pomes e plásticos de diferentes densidades.

Racionalidade Pedagógica: O objetivo aqui foi criar um microcosmo que materializasse uma vasta gama de conceitos. Em um único objeto, o aluno pode visualizar os três estados da matéria, a imiscibilidade de líquidos, a diferença entre substâncias puras e misturas, e sistemas homogêneos e heterogêneos. A forma como os diferentes plásticos se organizam nas interfaces é um convite visual, um gatilho para a futura aula sobre densidade.

AAM 2: O Artefato da Energia e Transformação.

Descrição: Um tubo de ensaio fechado contendo iodo metálico, com um palito de fósforo afixado em seu exterior.

Racionalidade Pedagógica: Este artefato busca materializar o conceito de energia. A escolha do iodo não foi acidental; sua sublimação ao ser levemente aquecido é um fenômeno que desperta atenção e interesse por sua própria natureza,

tendo ainda o potencial de criar uma memória afetiva forte. O palito de fósforo, por sua vez, é um símbolo universal de energia química potencial, pronta para ser liberada.

Na dinâmica da aula, a apresentação ou a construção do AAM é intencionalmente posicionada como o clímax final. Essa escolha metodológica busca maximizar o impacto emocional e simbólico, utilizando o Efeito de Recência, um viés cognitivo que faz com que as pessoas se lembrem melhor das informações apresentadas no final de uma sequência ou lista, comparado com as informações do meio. Isso ocorre porque essas informações recentes estão na memória de trabalho, sendo mais fáceis de aceder e recuperar, um princípio clássico da psicologia da memória (Glanzer & Cunitz, 1966). Ao ser o último evento marcante da experiência, o artefato e os conceitos que ele representa permanecem mais ativos na memória de trabalho dos alunos, aumentando significativamente a probabilidade de sua consolidação duradoura. O AAM se torna, assim, a ponte entre a experiência vivida na aula e a continuidade do aprendizado na vida.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste capítulo, passamos da teoria e da metodologia para a realidade concreta da pesquisa: o que encontramos ao levar o modelo de aulas por Imersão Pedagógica Psicossocial (IPP) para o encontro com os estudantes. Os dados aqui apresentados foram gerados a partir de dados coletados através de questionários aplicados no ambiente vibrante, e por vezes desafiador, do ensino médio formal. O objetivo inicial, ao apresentar estes números e gráficos, é primeiro caracterizar quem são os sujeitos desta pesquisa para, em seguida, expor os resultados das suas percepções sobre a experiência imersiva a que foram submetidos.

4.1 Caracterização dos Sujeitos da Pesquisa

A aplicação do modelo de aulas IPP no contexto do ensino médio ocorreu, durante o ano de 2023, no laboratório de ciências do CIEP 156 Doutor Alberto Sabin, em Seropédica, Rio de Janeiro. Ao todo, 68 estudantes participaram da intervenção. Antes de avaliarmos os resultados da aplicação do método, buscamos entender quem são esses jovens, quais são seus contextos e suas percepções. Esses dados iniciais são o pano de fundo que dá sentido e relevância a toda a pesquisa. O Gráfico 1, a seguir, ilustra a distribuição quantitativa dos participantes por série.

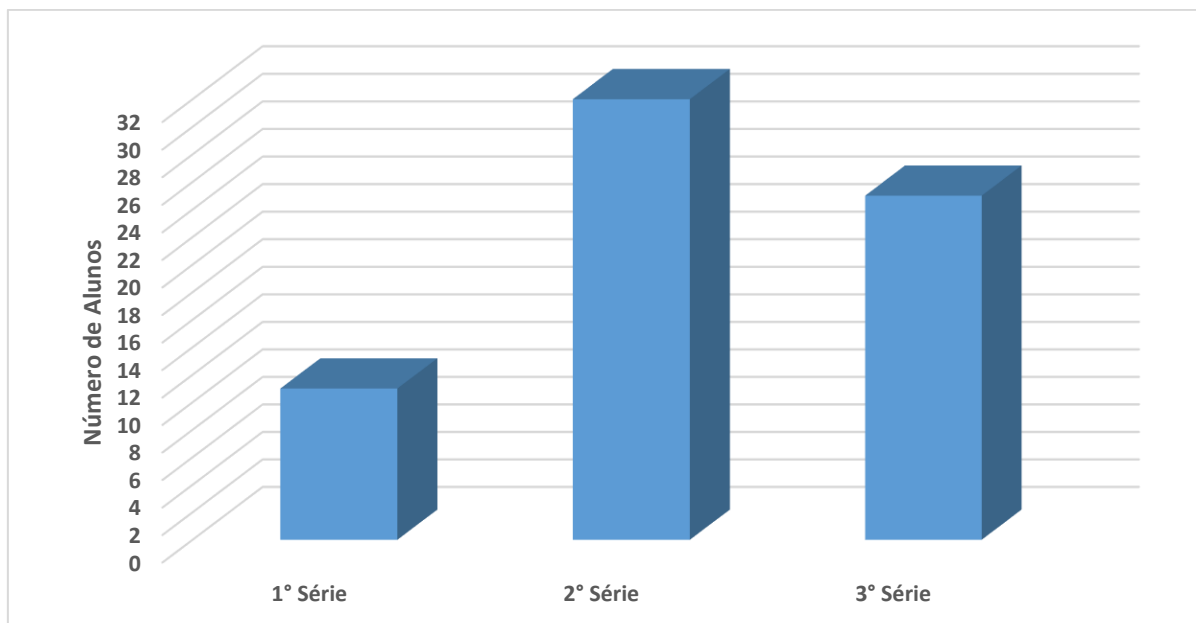


Gráfico 1: Distribuição dos alunos por série. Fonte: O autor (2024).

A diferenciação por série nos ajuda a avaliar a maturidade dos estudantes que participaram da pesquisa e, embora seja de caráter subjetivo, essa divisão auxilia no entendimento de alguns dos demais resultados obtidos. De modo geral estaremos sempre envolvidos com algum grau de subjetividade, tendo em vista a própria natureza desta investigação, portanto, é necessário manter as diversas possibilidades de informação sempre à disposição.

Com base na informação assim obtida ficou evidente que foram realizadas as atividades com mais alunos da 2ª série do ensino médio e alguns fatores colaboraram para esse direcionamento, dentre os quais podemos citar:

- 1) Intervir nas aulas dos alunos das séries iniciais, adotando o teste de uma nova proposta, é uma decisão importante para a direção de uma unidade de ensino pois existe sempre o risco de não se obter os resultados esperados e prejudicar os planos de estudos dos alunos que ainda estão se adaptando a nova fase de ensino;
- 2) Os alunos da 2ª série já estavam adaptados ao ensino médio e, conforme veremos mais adiante, já estavam mais habituados com aulas experimentais, o que serviu de justificativa para a intervenção deste trabalho;
- 3) As turmas da 3ª série, além de terem menor quantidade de alunos, dividiam seu tempo entre a escola, o trabalho e muitos, a preparação para o Exame

Nacional do Ensino Médio – ENEM, contudo, a necessidade de termos uma quantidade significativa dos alunos desta série, em especial, está relacionada com a maturidade alcançada por este grupo e suas percepções sobre o método apresentado.

Um outro fator relevante para a caracterização do perfil dos estudantes e para a compreensão de sua disponibilidade para as atividades escolares é o seu envolvimento em atividades laborais. Investigou-se, portanto, o percentual de alunos que dedicam parte de seu tempo a alguma forma de trabalho, considerando uma definição ampla que inclui atividades informais e responsabilidades domésticas diárias. O Gráfico 2 apresenta a compilação desses dados, também distribuídos por série.

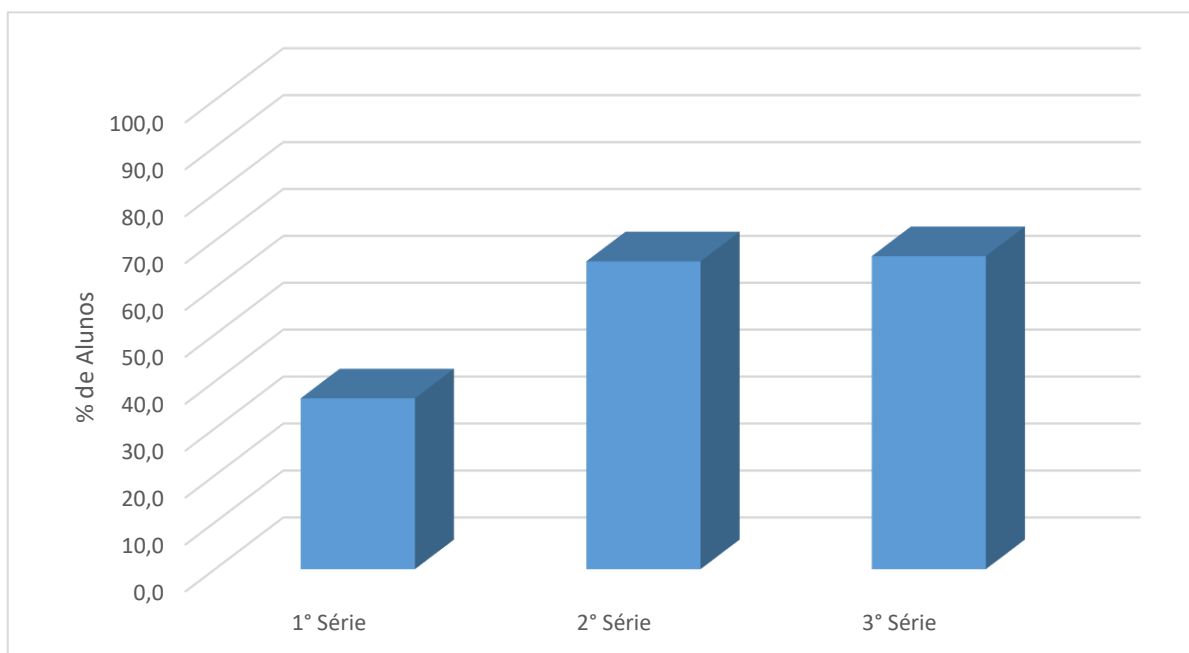


Gráfico 2: Percentual de alunos que exercem atividades laborais. Fonte: O autor (2024).

Os dados obtidos indicam que no geral, o grupo investigado, tem grande responsabilidade com algum tipo de atividade laboral, formal ou informal e, isso é particularmente importante pois, ao dividirem o seu tempo fora da escola, resta menos tempo para se dedicar aos estudos o que, em última análise, é um fator que tende a reduzir o rendimento e, até mesmo, o interesse pela escola.

Dando sequência à caracterização do perfil dos sujeitos da pesquisa, foi investigada a percepção dos estudantes sobre o papel da educação em suas vidas.

Especificamente, os alunos foram questionados se acreditavam que a escola poderia contribuir para a melhoria de sua qualidade de vida. As respostas afirmativas, organizadas por série do Ensino Médio, estão apresentadas no Gráfico 3.

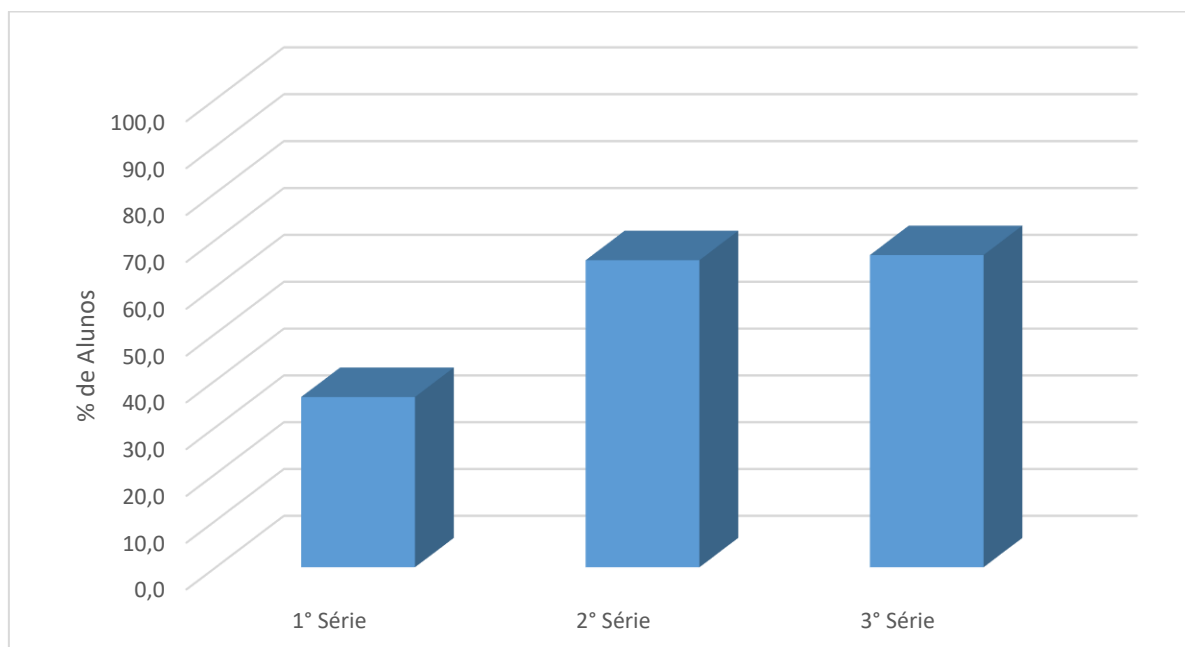


Gráfico 3: Percepção dos alunos sobre a importância da escola. Fonte: O autor (2024).

As informações obtidas apontam para uma crescente percepção de que a escola pode ajudar a melhorar a qualidade de vida dos alunos. Esse resultado por si só, pode indicar um constante amadurecimento desses jovens que percebem que através da educação podem obter melhores condições de vida. A preocupação inicial de que as atividades laborais pudessem reduzir o interesse pela escola não encontrou sustentação aqui e, considerando a atuação específica do corpo funcional do CE Albert Sabin, que trabalha de modo inclusivo, acolhedor e com dedicação total para com seus alunos, podemos inferir que o papel dos professores e demais funcionários é fundamental para manter o engajamento da comunidade estudantil.

Além do perfil sociodemográfico e da percepção sobre a educação, a pesquisa buscou traçar um diagnóstico do interesse dos alunos em relação à área de ciências. Foram investigadas duas variáveis distintas: o interesse geral pelo estudo de ciências e, especificamente, o interesse em aprender por meio de aulas com atividades experimentais. O Gráfico 4 apresenta os dados comparativos para essas duas percepções, distribuídos por série do Ensino Médio.

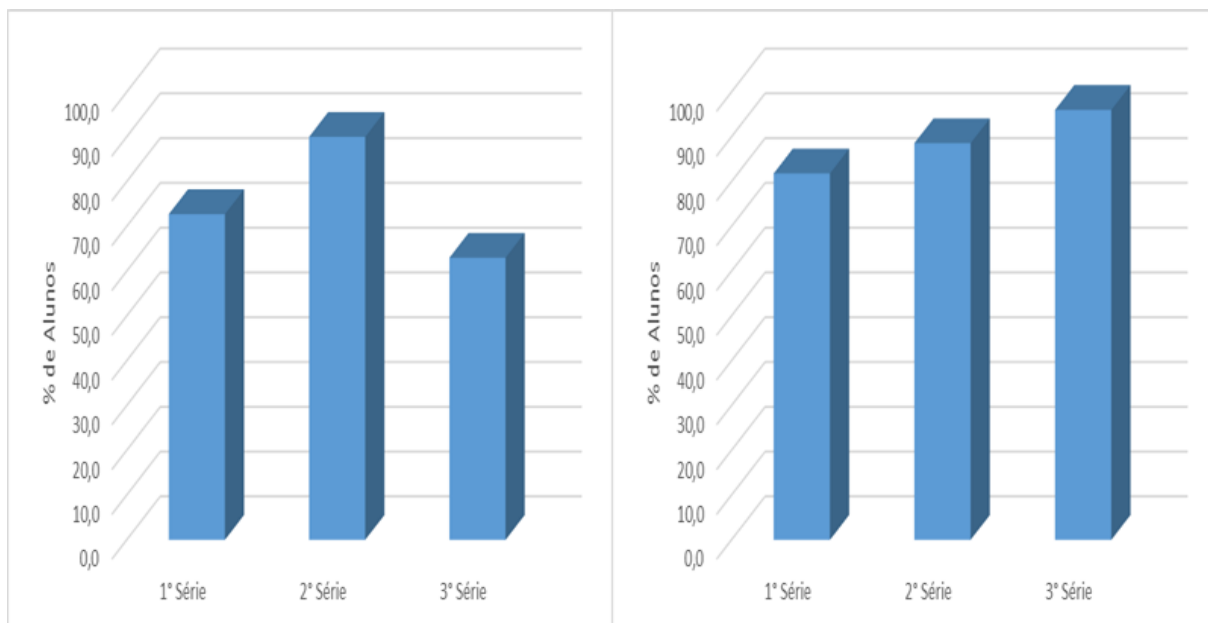


Gráfico 4: Interesse prévio dos alunos por Ciências e aulas experimentais. Fonte: O autor (2024).

Esses resultados indicam que grande parte dos estudantes se interessam por ciências e que, ao longo do ensino médio, seu interesse por aulas práticas continua a crescer, deixando claro que esse é um caminho a ser mais explorado.

Para complementar a análise sobre o interesse dos alunos, foi investigada a frequência com que eles efetivamente participam de aulas experimentais ao longo do Ensino Médio. Os estudantes foram questionados sobre o quantitativo de aulas práticas que tiveram durante o ano letivo. O Gráfico 5 apresenta os dados compilados para esta variável, distribuídos por série.

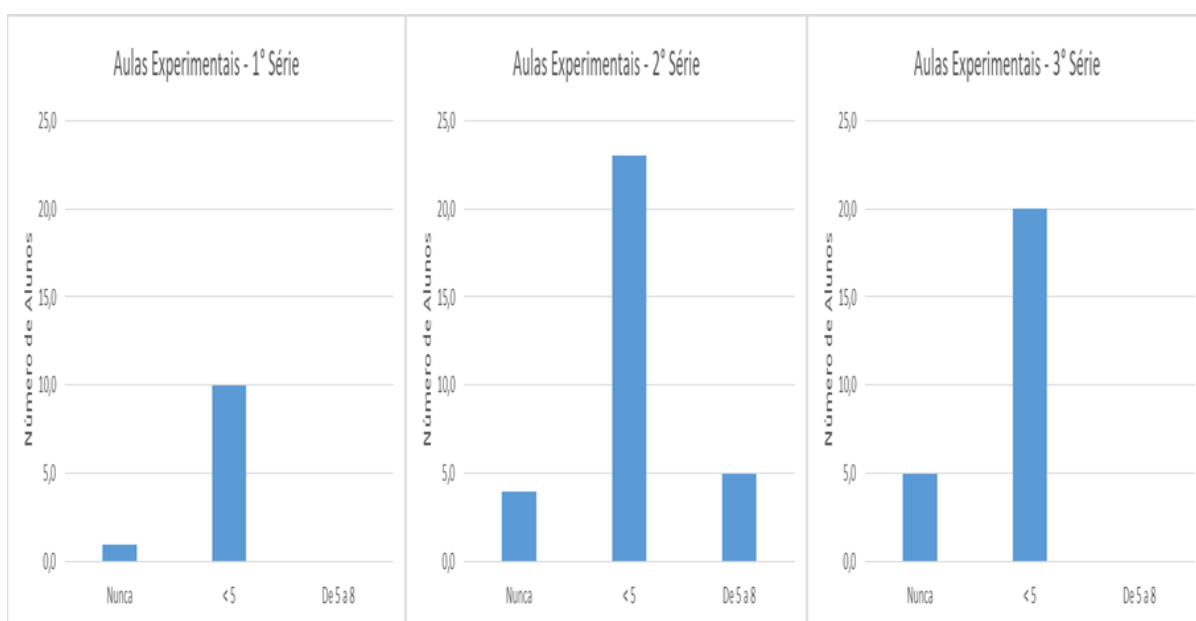


Gráfico 5: Experiência anterior dos alunos com aulas experimentais. Fonte: O autor (2024).

Os dados apresentados no gráfico revelam que uma parcela de estudantes em todas as séries relatou nunca ter participado de uma aula experimental, sendo este percentual crescente do primeiro para o terceiro ano. Adicionalmente, observa-se que a menor ocorrência geral de aulas práticas se dá no terceiro ano, enquanto o segundo ano, de acordo com as respostas dos participantes, apresenta a maior frequência.

Esses resultados apontam que a escola não está atendendo a uma demanda dos estudantes que, apesar de se interessarem por ciências e por aulas práticas, não recebem esse tipo de aula em quantidades significativas. Esse ponto é uma oportunidade de melhoria para ser implantado na escola em questão.

Para aprofundar a caracterização das práticas de estudo dos participantes, a pesquisa investigou a frequência da utilização de atividades extraclasse ("dever de casa") pelos professores, bem como o nível de engajamento relatado pelos alunos com esta ferramenta. As Tabelas 1 e 2 sintetizam os dados coletados sobre estas duas variáveis, apresentando a distribuição percentual por série do Ensino Médio.

Tabela 1: Frequência em que os professores passam atividades extraclasse.

Série/Período	Considerando o Período Semanal			
	Diariamente	3 ou 4 dias	1 ou 2 dias	< 1 dia
1° Série	27,3%	45,5%	9,1%	18,2%
2° Série	12,5%	15,6%	31,3%	40,6%
3° Série	32,0%	16,0%	24,0%	28,0%

Tabela 2: Frequência em que os alunos realizam as atividades extraclasse.

Série	Sempre	De vez em Quando	Nunca
1° Série	45,5%	45,5%	9,0%
2° Série	18,8%	71,5%	9,7%
3° Série	44,0%	48,0%	8,0%

A caracterização dos hábitos dos estudantes foi aprofundada com a investigação sobre o tempo dedicado aos estudos fora do ambiente escolar. Os participantes foram questionados sobre a quantidade de horas diárias que, em média,

dedicam às atividades de estudo em casa. A Tabela 3 apresenta a distribuição percentual das respostas, organizadas por série.

Tabela 3: Frequência em que os alunos estudam fora da escola.

Série	< 1 hora	1 hora	2 horas	3 horas
1° Série	63,6%	27,3%	9,1%	0,0%
2° Série	53,1%	28,1%	12,5%	6,3%
3° Série	72,0%	12,0%	16,0%	0,0%

4.2 Resultados da Percepção sobre a Experiência Imersiva

Após conhecer o perfil dos estudantes, esta seção se dedica a apresentar os resultados diretos da aplicação do modelo de aulas IPP. Aqui, buscamos mensurar a recepção dos participantes à metodologia, avaliando como eles perceberam a novidade do formato da aula, o impacto em sua visão sobre o conteúdo e, finalmente, sua impressão geral sobre a experiência que viveram juntos.

A primeira variável investigada após a intervenção foi a percepção dos alunos sobre o grau de novidade da proposta. Foi-lhes perguntado se já haviam participado de aulas com formato semelhante à experiência imersiva. As respostas, distribuídas por série, são apresentadas no Gráfico 6.

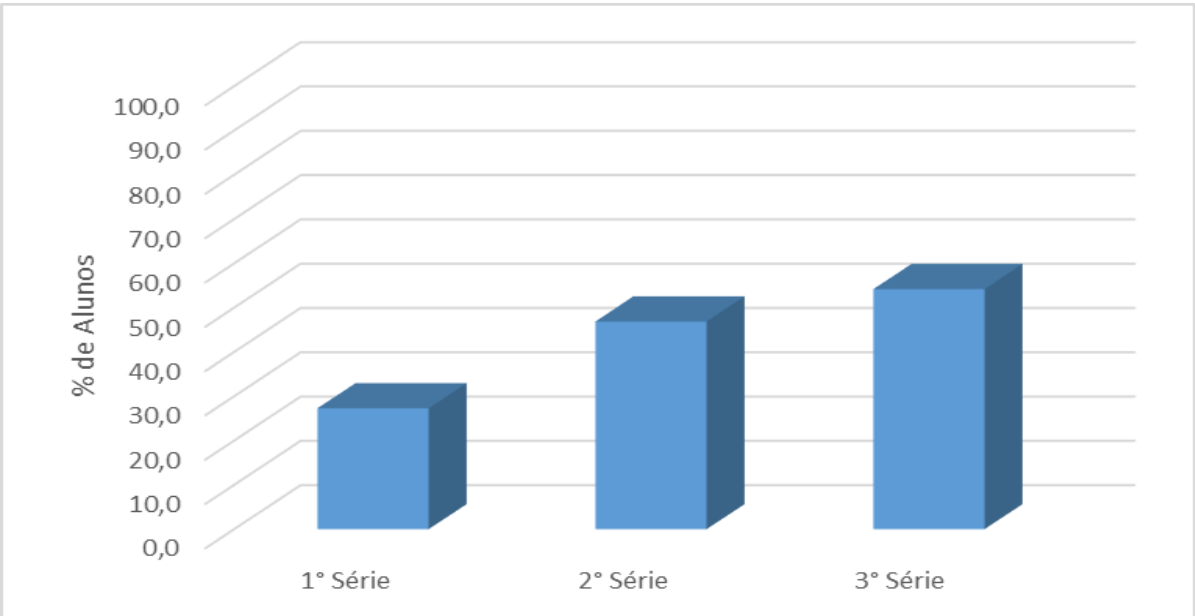


Gráfico 6: Percepção de similaridade da aula. Fonte: O autor (2024).

A pesquisa também investigou o contato prévio dos participantes com os conceitos abordados na aula imersiva. Foi perguntado aos estudantes se eles já

havia estudado o conteúdo específico da aula (fenômenos, matéria, estados físicos e misturas) em algum momento anterior de sua vida escolar. O Gráfico 7 expõe o percentual de alunos que afirmaram ter tido contato prévio com o tema, com os dados organizados por série.

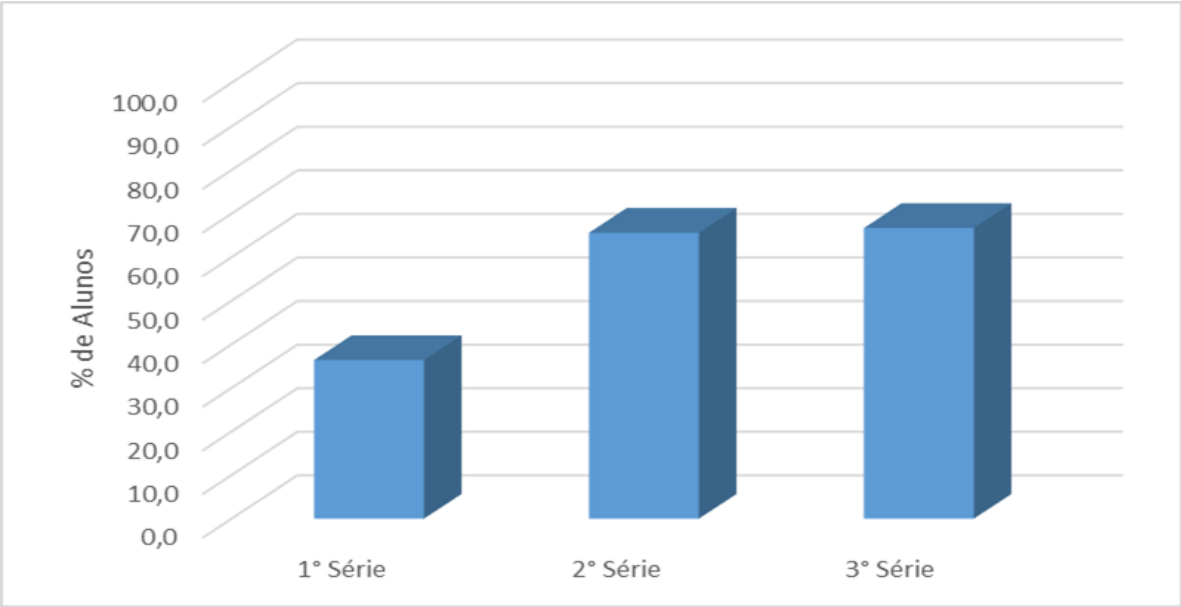


Gráfico 7: Percepção de ineditismo do conteúdo. Fonte: O autor (2024).

O resultado mais notável revelado pelo gráfico é que a minoria dos estudantes do primeiro ano (36,4%) relatou ter estudado o conteúdo anteriormente. Este percentual, como esperado, aumenta de forma acentuada nas séries subsequentes.

Para finalizar a coleta de dados no ambiente escolar formal, foi avaliada a impressão geral dos participantes sobre a metodologia imersiva. Após a experiência, os alunos foram solicitados a registrar sua opinião sobre o formato da aula e sobre as atividades desenvolvidas, indicando seu nível de aceitação da proposta. A Tabela 4 compila os resultados dessas percepções.

Tabela 4: Impressão geral dos alunos sobre a aula sensorial-imersiva

Ano	Gostei muito e Gostaria de mais aulas assim	Gostei e vi algumas novidades	Gostei mas não vejo muita diferença	Não gostei	Não gostei e não participo mais
1º Série	90,9%	9,1%	0,0%	0,0%	0,0%
2º Série	93,8%	6,3%	0,0%	0,0%	0,0%
3º Série	79,2%	20,8%	0,0%	0,0%	0,0%

5 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS: TECENDO OS FIOS ENTRE A PRÁTICA E A TEORIA

Os números e gráficos apresentados no capítulo anterior, por mais claros que sejam, são silenciosos. Eles mostram o que aconteceu, mas não o porquê. Este capítulo se dedica a dar voz a esses dados, a interpretar seus significados e a tecer uma análise que conecte os achados da pesquisa de campo com o referencial teórico construído. O objetivo aqui é responder à inquietação que deu origem a este trabalho: de que forma uma metodologia de ensino imersiva e sensorial, nascida da prática, pode de fato impactar o engajamento e a percepção dos alunos sobre o aprendizado?

5.1 O Contexto da Prática: O Descompasso entre o Desejo do Aluno e a Realidade Escolar

A análise dos dados de caracterização dos estudantes confirma uma realidade bastante conhecida. O perfil do aluno do ensino médio público, muitas vezes conciliando estudo e trabalho, com pouco tempo disponível, exige dos educadores, uma prática pedagógica que considere o contexto. Uma observação importante, obtida a partir do gráfico 4, foi a contradição entre o decrescente interesse pela disciplina de Ciências ao longo dos anos e o crescente desejo por aulas com "experiências". É um grito silencioso dos alunos: eles anseiam pela prática, pela materialização do conhecimento, mas a escola, especialmente no terceiro ano sob a pressão do ENEM, parece trilhar o caminho oposto, privilegiando a teoria abstrata e o ensino expositivo. A escola parece dizer: "Agora que é sério, a diversão acabou". Acredito que esta dissonância é uma das chaves para entender o desinteresse que os relatórios oficiais apontam. É neste cenário de descompasso que a proposta de uma aula imersiva se insere, como uma resposta necessária a um problema real.

5.2 O Impacto do Modelo de Aulas IPP: A Experiência Imersiva em Análise

Se os dados iniciais confirmam o problema, os resultados da aplicação do Modelo de Aulas IPP oferecem um vislumbre da solução. A recepção positiva dos alunos (Tabela 4) sugere que o método foi bem-sucedido em criar um ambiente de alto engajamento. As características da aula parecem ter criado as condições para um "micro-fluxo" (Csikszentmihalyi, 1990), uma experiência otimizada que explica a percepção de uma aula atrativa.

O resultado mais importante, no entanto, foi a percepção de "ineditismo" do conteúdo por parte dos alunos do primeiro ano. Saber que uma abordagem diferente pôde fazer com que um tema curricular básico fosse "redescoberto" por eles é, pelo menos em parte, uma demonstração do poder da forma sobre o conteúdo. A teoria da Aprendizagem Transformadora de Jack Mezirow (1997) nos ajuda a entender este fenômeno. A aula, com sua carga sensorial e emocional, parece ter funcionado como um "dilema desorientador" que desafiou a visão prévia da Química como algo distante, transformando a relação do aluno com aquele saber.

5.3 A Imersão como Ferramenta de Conscientização: O Estudo de Caso do Tratamento de Água

Um Produto Educacional, um curso baseado no tratamento de água, desenvolvido a partir do modelo de aula IPP, que constitui um dos requisitos para a conclusão do curso de Mestrado Profissional – PROFQUI, foi aplicado em ambientes não formais.

A pesquisa não se limitou aos muros da escola. O Produto Educacional foi levado a diversos eventos de extensão, como Semanas Nacionais de Ciência e Tecnologia e Semanas Acadêmicas, atingindo um público amplo de 513 participantes, que incluiu estudantes de vários níveis, professores e até funcionários de carreira da CEDAE. Os dados a seguir, coletados com os mesmos instrumentos, nos permitem ver como o método foi recebido por um público diversificado, diagnosticando seu conhecimento prévio e as mudanças de percepção após a experiência imersiva.

A apresentação dos resultados se inicia pela investigação do entendimento dos participantes sobre o conceito fundamental do curso: a potabilidade da água. O gráfico 8 expõe os dados coletados sobre esta questão antes da intervenção.

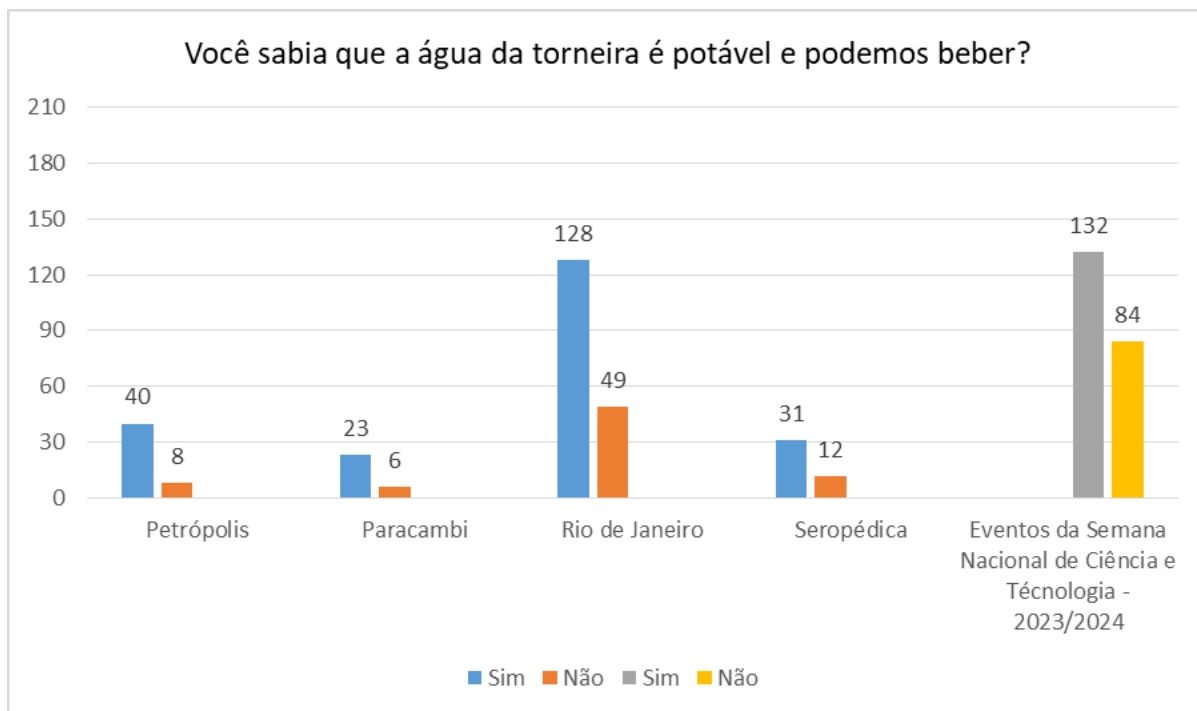


Gráfico 8: Avaliação sobre o entendimento a respeito da potabilidade da água distribuída à população. Fonte: O autor (2024).

Após investigar a percepção sobre a potabilidade da água, a pesquisa buscou avaliar o comportamento prático dos participantes em relação ao seu consumo. Foi perguntado, portanto, se eles consumiam diretamente a água da torneira em seu dia a dia. O Gráfico 9 apresenta a distribuição percentual das respostas para esta questão.

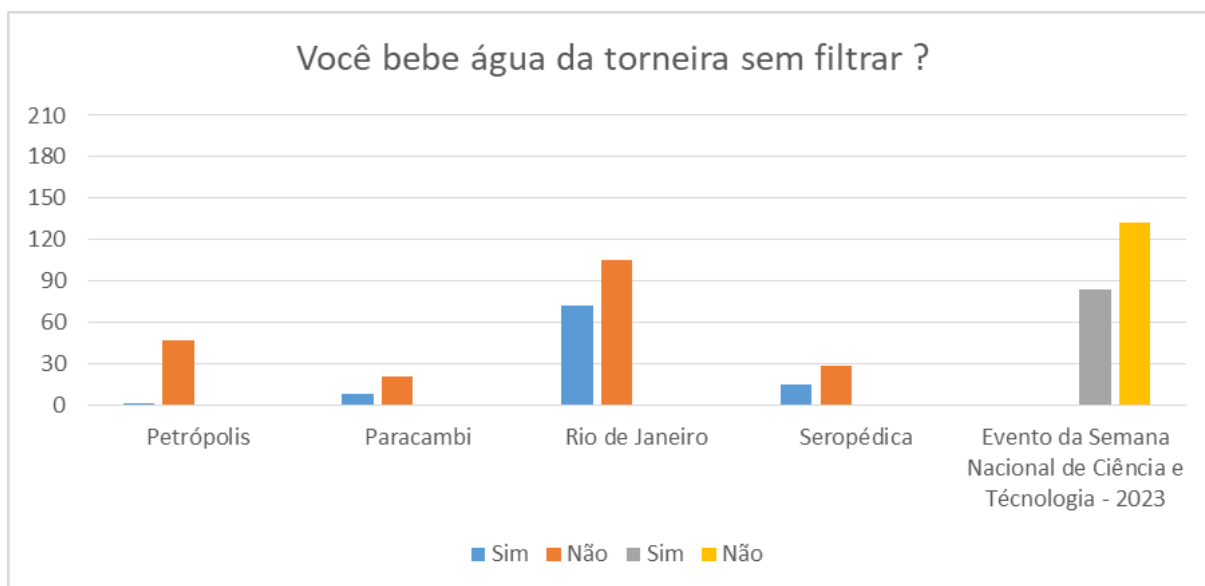


Gráfico 9: Avaliação prática sobre o consumo da água distribuída à população. Fonte: O autor (2024).

Para aprofundar a compreensão sobre a baixa adesão ao consumo de água da bica, investigou-se a percepção dos participantes sobre as características sensoriais da água que recebem em suas residências. Foram coletados dados sobre a percepção da presença de cor, gosto, odor e material particulado. Os Gráficos de 10 a 13 apresentam os resultados compilados para cada uma dessas quatro variáveis.

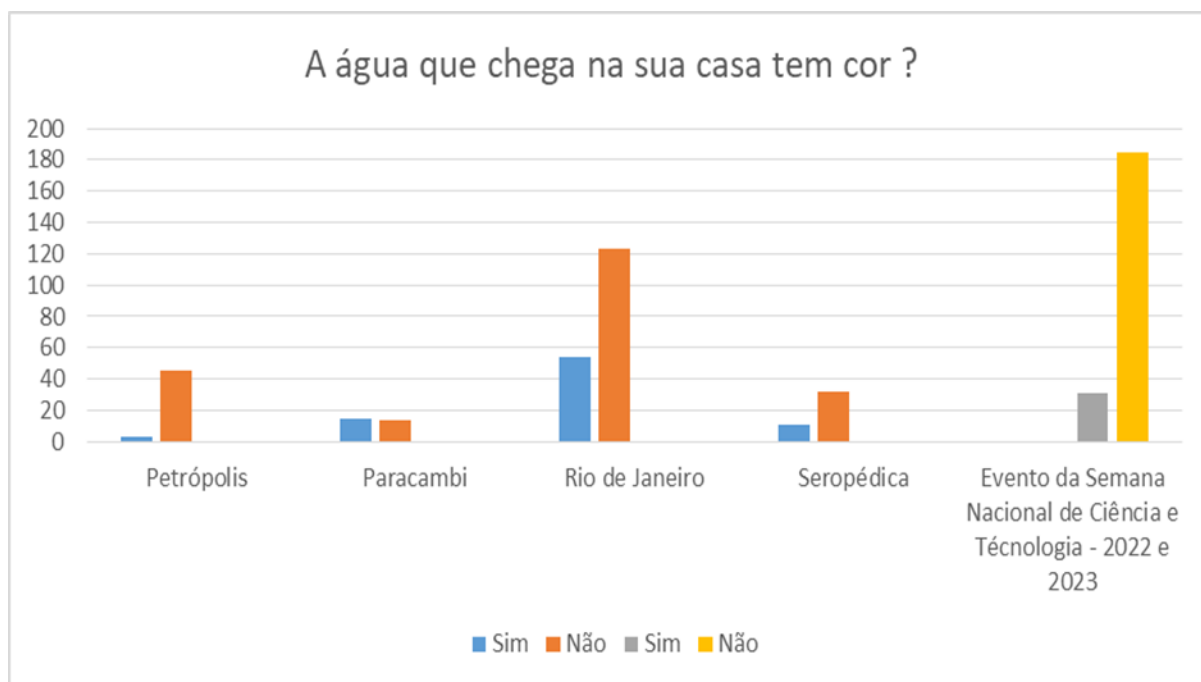


Gráfico 10: Dados sobre a cor da água distribuída à população. Fonte: O autor (2024).

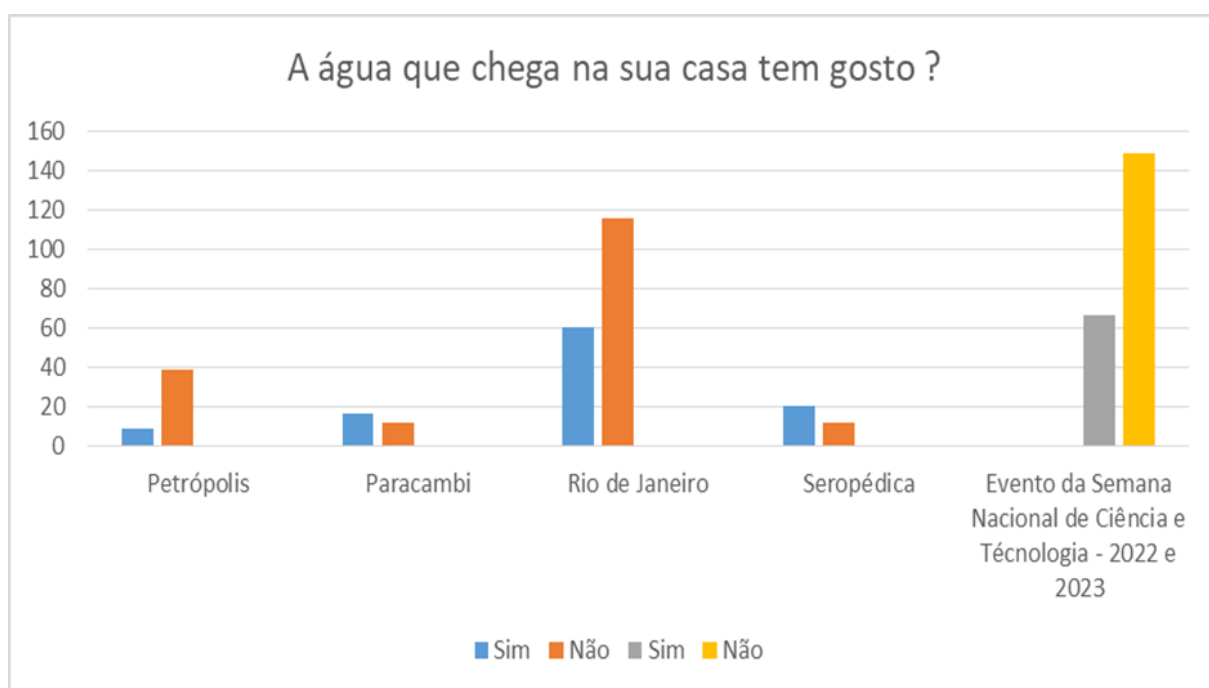


Gráfico 11: Dados sobre o gosto da água distribuída à população. Fonte: O autor (2024).

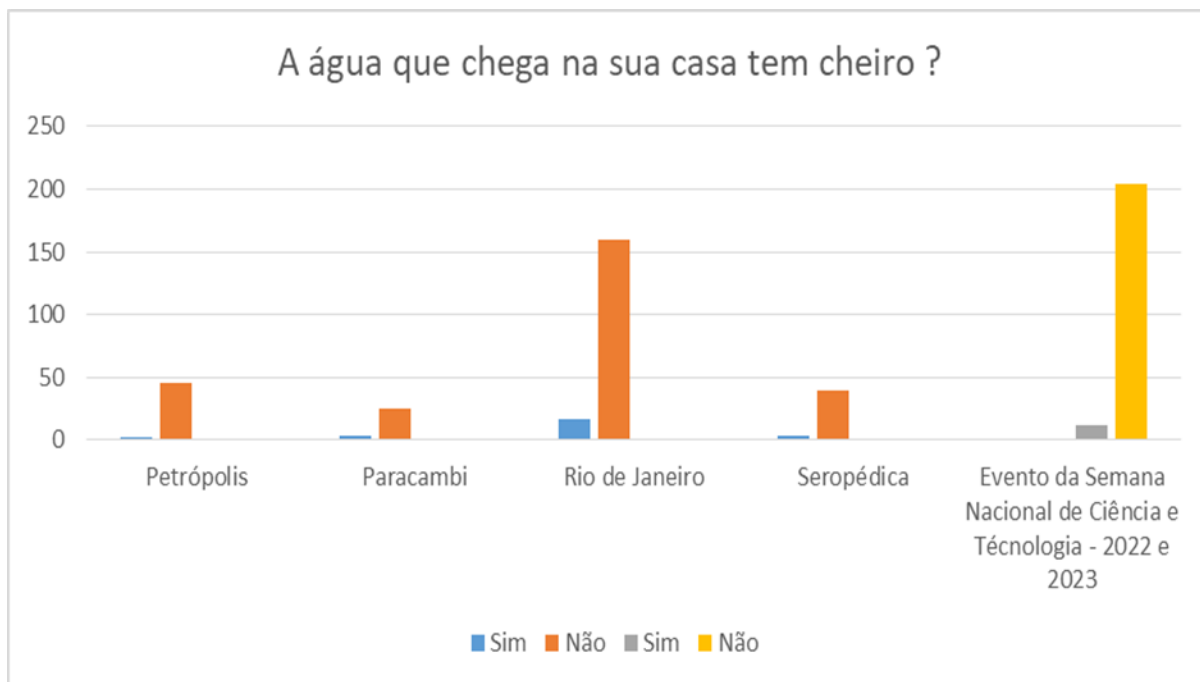


Gráfico 12: Dados sobre o cheiro da água distribuída à população. Fonte: O autor (2024).

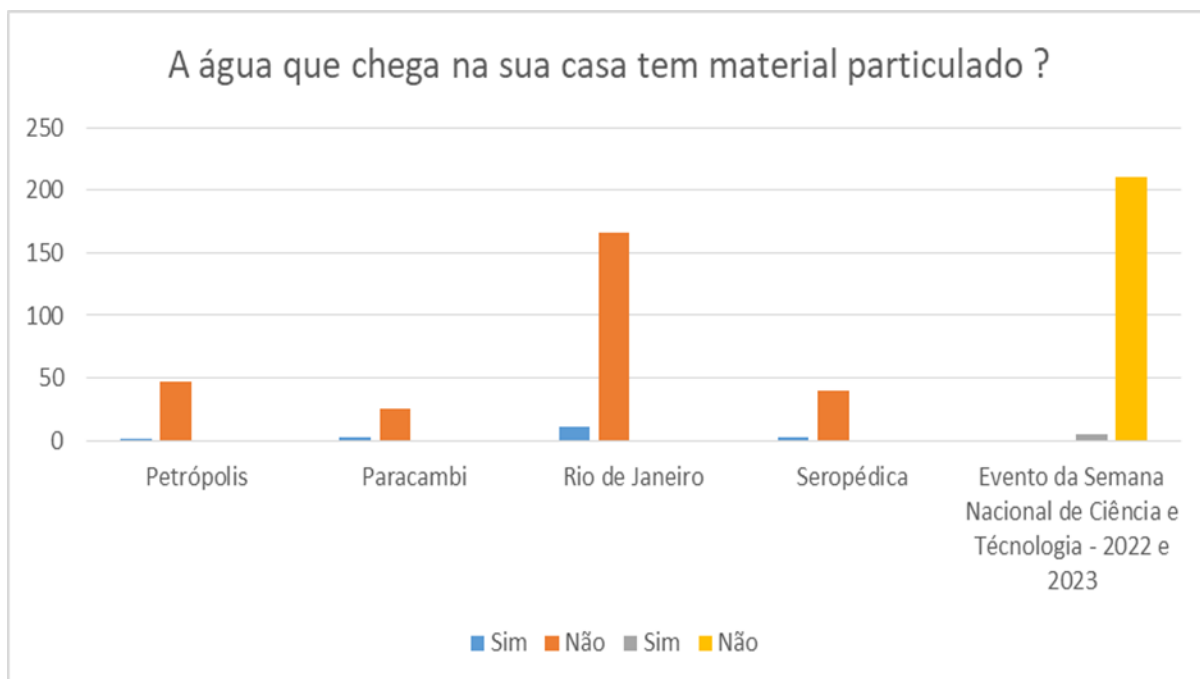


Gráfico 13: Dados sobre a presença de particulados na água distribuída à população. O autor (2024).

Para avaliar o impacto direto do curso imersivo na percepção dos participantes, foi realizada uma comparação entre a disposição para o consumo de água da torneira antes e depois da intervenção pedagógica. O Gráfico 14 apresenta os dados comparativos, mostrando a variação percentual nas respostas dos participantes.

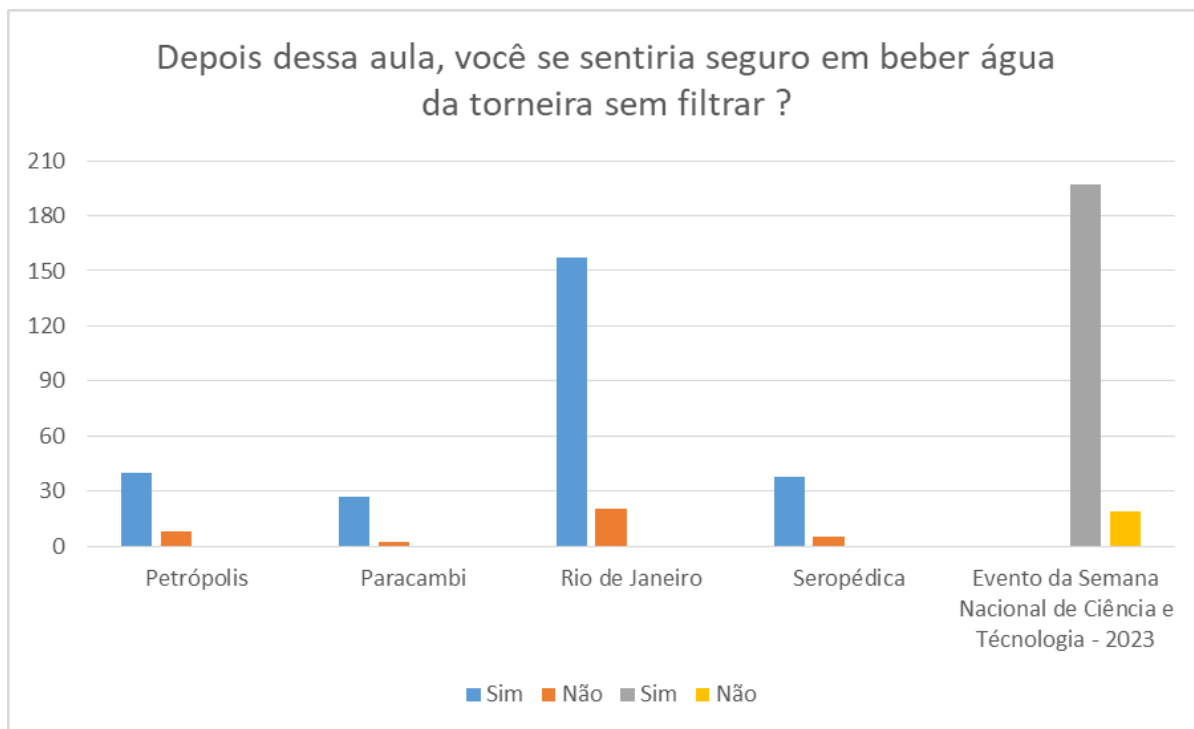


Gráfico 14: Disposição dos participantes em consumir água da torneira após a intervenção pedagógica. Fonte: O autor (2024).

Conforme os dados apresentados, observa-se uma mudança significativa na disposição dos participantes em consumir a água da bica. O percentual de aceitação, que era de 35,1% no questionário pré-intervenção, elevou-se para 89,5% no questionário pós-intervenção.

A pesquisa também avaliou a compreensão dos participantes sobre o conceito de escassez hídrica, um dos temas centrais do curso. Foi investigada a percepção sobre a ideia de que a água no planeta pode "acabar", buscando aferir o entendimento sobre a diferença entre a finitude do recurso material e a sua disponibilidade para consumo. O Gráfico 15 apresenta os dados comparativos desta percepção, antes e depois da participação no curso imersivo.

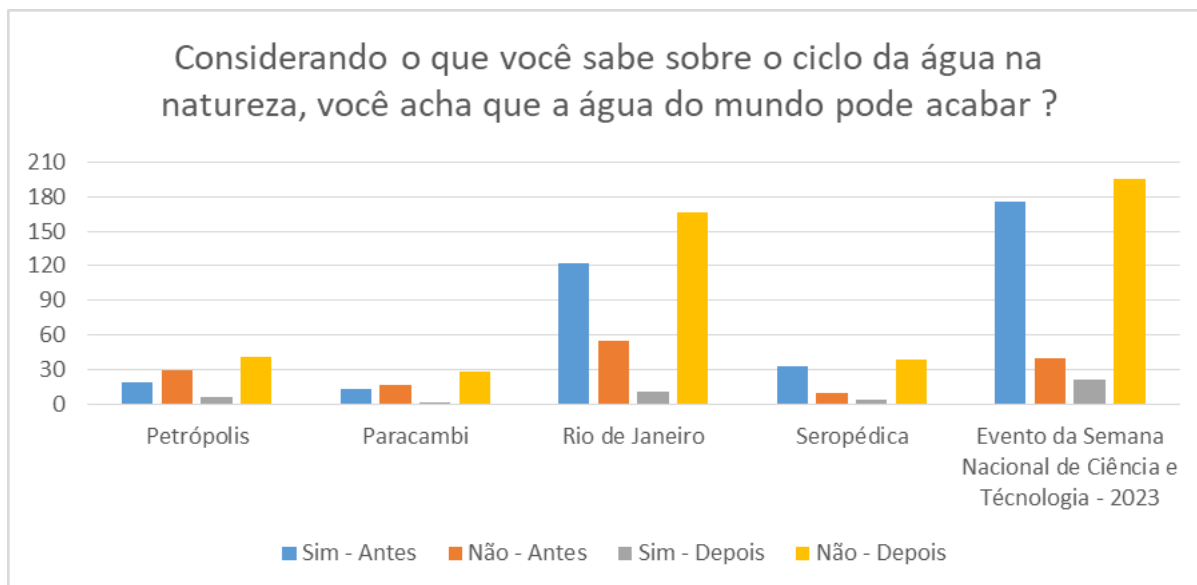


Gráfico 15: Percepção dos participantes sobre o conceito de escassez hídrica. Fonte: O autor (2024).

Dando sequência à investigação sobre a cadeia produtiva da água, foi avaliada a percepção dos participantes sobre a necessária integração entre o tratamento de água e os setores industriais de base. Os questionários aferiram o entendimento dos alunos sobre a importância da mineração e da indústria química para a produção dos insumos utilizados no processo. O Gráfico 16 exibe os dados comparativos desta percepção, antes e depois da intervenção pedagógica.

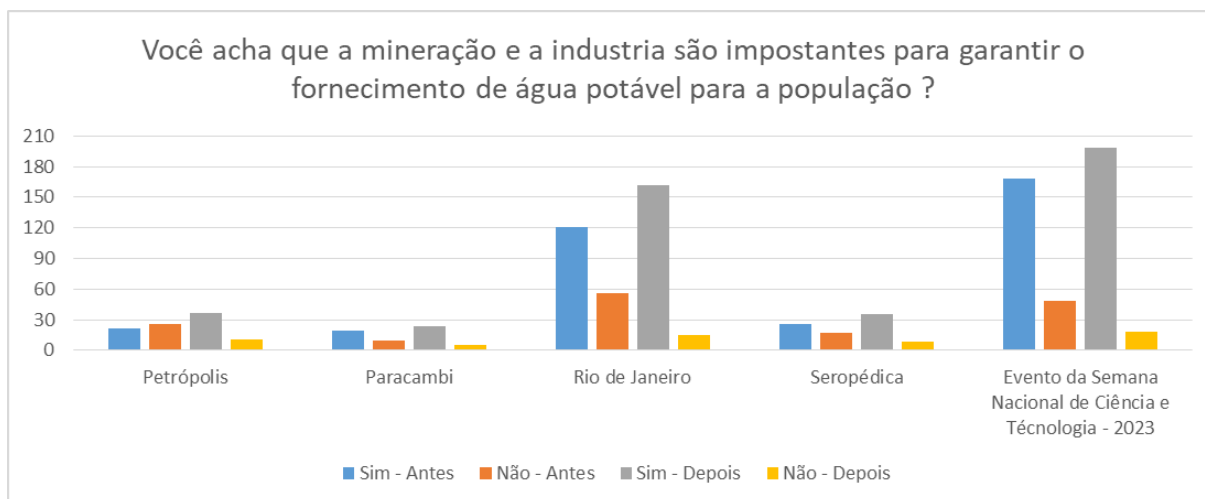


Gráfico 16: A percepção dos alunos sobre a importância da mineração e da indústria química para a produção de água potável. Fonte: O autor (2024).

Finalmente, a pesquisa avaliou a percepção dos participantes sobre a dimensão econômica do tratamento e da distribuição de água. O questionário continha um item destinado a aferir o entendimento sobre os custos e os fatores econômicos

envolvidos na produção de água potável. O Gráfico 17 apresenta os dados comparativos desta percepção, medidos antes e depois da intervenção.

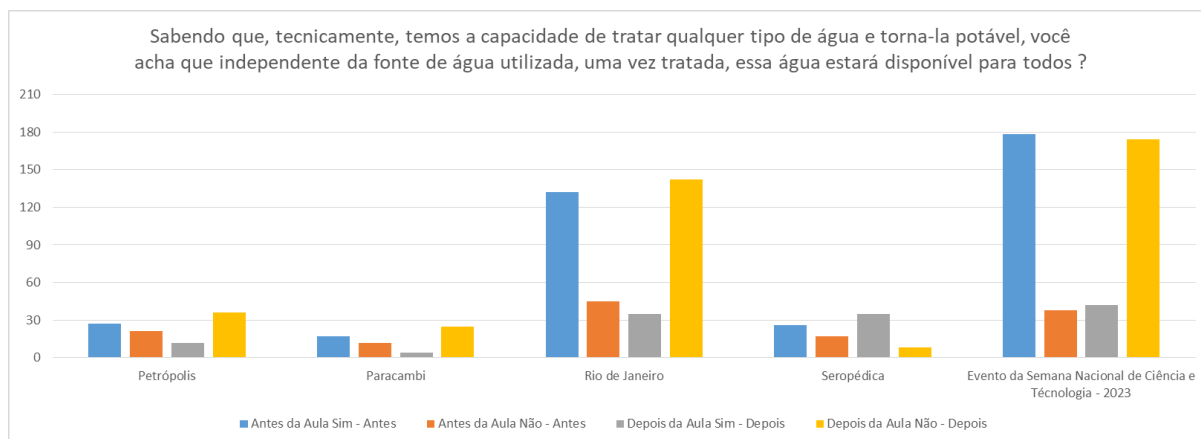


Gráfico 17: A percepção dos participantes sobre a dimensão econômica do tratamento de água. Fonte: O autor (2024).

Os dados apresentados neste capítulo indicam um perfil de estudante com múltiplos desafios de engajamento, bem como uma recepção altamente positiva à metodologia imersiva proposta, com mudanças significativas na percepção dos participantes sobre os temas abordados. A interpretação desses achados e sua conexão com o referencial teórico revelou o potencial mais profundo do método: a imersão como ferramenta para a conscientização, no sentido mais puro de Paulo Freire. O diagnóstico inicial mostrou o que se caracteriza como "saber sem compreender": os participantes sabiam que a água era potável, mas não confiavam para beber. Ao materializar o processo, ao fazê-los sentir, cheirar, ver e, finalmente, beber o fruto de seu trabalho, o curso promoveu uma passagem da abstração para a práxis. A mudança expressiva na compreensão sobre a disponibilidade da água e sua economia não foi apenas uma aquisição de informação, mas uma mudança na "leitura do mundo". Eles não apenas aprenderam sobre o tratamento da água; eles se reposicionaram como cidadãos mais conscientes da complexa teia que sustenta a vida cotidiana.

O Produto Educacional aqui desenvolvido (ANEXO F) complementa esse trabalho e consiste no curso e na análise de sua aplicação ao longo dos anos de estudo desse projeto.

5.4 Implicações, Limitações e Recomendações para Trabalhos Futuros

Chegando ao final desta jornada, é tempo de refletir sobre os caminhos que este trabalho abre. Podemos concluir que a principal implicação é um convite à

reflexão sobre a prática docente, mostrando que é possível, mesmo com recursos simples, orquestrar experiências de aprendizagem significativas. Isso exige uma formação de professores que vá além da didática e que abrace competências em storytelling e mediação, e uma gestão escolar que proteja o bem-estar e a autonomia docente.

Reconhecer com a humildade que a pesquisa exige, as limitações deste estudo é um fator a ser considerado. Sua natureza de pesquisa-ação e o papel central do autor como proponente são variáveis que influenciam os resultados. A avaliação focou na percepção, e não em uma medição comparativa de desempenho. Essas limitações, no entanto, são as sementes para investigações futuras: estudos comparativos, longitudinais e a aplicação do modelo de aulas IPP em outras disciplinas.

Esse trabalho, portanto, não é um ponto final. É a materialização de décadas de inquietação e prática do autor, um esforço para oferecer um método, a partir de um modelo teórico e um guia prático que, em última análise, poderá inspirar outros educadores a explorarem o imenso potencial de uma educação que, finalmente, fala a todas as linguagens do ser humano.

6 REFERÊNCIAS

A ORIGEM (Inception). Direção: Christopher Nolan. Produção: Emma Thomas, Christopher Nolan. Estados Unidos / Reino Unido: Warner Bros. Pictures / Legendary Pictures / Syncopy, 2010. 1 DVD (148 min).

APPLE, M. W. Ideology and Curriculum. 3. ed. New York: RoutledgeFalmer, 2004.

AZEVEDO, M. C. P. S. de. Ensino por investigação: problematizando as atividades em sala de aula. In: CARVALHO, A. M. P. de (Org.). Ensino de Ciências: unindo a pesquisa e a prática. São Paulo: Editora Thomson, 2004.

BAUMEISTER, R. F.; BRATSLAVSKY, E.; MURAVEN, M.; TICE, D. M. Ego depletion: Is the active self a limited resource?. Journal of Personality and Social Psychology, v. 74, n. 5, p. 1252–1265, 1998.

BELLEZZA, F. S. Mnemonic devices: Classification, characteristics, and criteria. Review of Educational Research, v. 51, n. 2, p. 247-275, 1981.

BRASIL. Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996. Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. Brasília, DF: Presidência da República, 1996. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9394.htm. Acesso em: 20 jun. 2025.

BRUNER, J. S. Toward a theory of instruction. Cambridge, MA: Harvard University Press, 1966.

CARR, Nicholas. The Shallows: What the Internet Is Doing to Our Brains. New York: W. W. Norton & Company, 2011.

CARBONNEAU, K. J.; MARLEY, S. C.; SELIG, J. P. A meta-analysis of the efficacy of teaching mathematics with concrete manipulatives. Journal of Educational Psychology, v. 105, n. 2, p. 380–400, 2013.

CRAIG, S. E. Trauma-Sensitive Schools: Learning Communities Transforming Children's Lives. New York: Teachers College Press, 2016.

CSIKSZENTMIHALYI, M. Flow: The Psychology of Optimal Experience. New York: Harper & Row, 1990.

DAMÁSIO, A. R. Descartes' Error: Emotion, Reason, and the Human Brain. New York: Putnam, 1994.

DEWEY, J. Logic: The Theory of Inquiry. New York: Henry Holt and Company, 1938.

DURLAK, J. A.; WEISSBERG, R. P.; DYMNIKI, A. B.; TAYLOR, R. D.; SCHELLINGER, K. B. The impact of enhancing students' social and emotional learning: A meta-analysis of school-based universal interventions. *Child Development*, v. 82, n. 1, p. 405-432, 2011.

EDWARDS, C.; GANDINI, L.; FORMAN, G. (Eds.). *The hundred languages of children: The Reggio Emilia approach — advanced reflections*. 2. ed. Greenwich, CT: Ablex Publishing, 1998.

ENNIS, Robert H. A taxonomy of critical thinking dispositions and abilities. In: BARON, Joan B.; STERNBERG, Robert J. (Eds.). *Teaching thinking skills: Theory and practice*. New York: W. H. Freeman and Company, 1987. p. 9-26.

FACIONE, Peter A. *Critical Thinking: A Statement of Expert Consensus for Purposes of Educational Assessment and Instruction*. Millbrae, CA: The California Academic Press, 1990. (The Delphi Report).

FREIRE, P. *Pedagogia da Autonomia: Saberes Necessários à Prática Educativa*. 59. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2022.

FREIRE, P. *Pedagogia do Oprimido*. 17. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1994.

FRIGOTTO, G. A educação brasileira na encruzilhada: entre a mercantilização e a democratização. In: FRIGOTTO, G.; CIAVATTA, M. (Orgs.). *Educação e a crise do capitalismo real*. 4. ed. São Paulo: Cortez Editora, 2010.

GADOTTI, Moacir (Org.). *Paulo Freire: uma biobibliografia*. São Paulo: Cortez Editora; Instituto Paulo Freire, 1996.

GALLO, S. Kant e a educação: a formação do sujeito autônomo. In: ROCHA, R. P. da; POZZO, T. D. (Orgs.). *Filosofia e Ensino Médio: temas, problemas e propostas*. Ijuí: Editora Unijuí, 2007.

GLANZER, M.; CUNITZ, A. R. Two storage mechanisms in free recall. *Journal of Experimental Psychology*, v. 71, n. 3, p. 324–333, 1966.

GREEN, M. C.; BROCK, T. C. The role of transportation in the persuasiveness of public narratives. *Journal of Personality and Social Psychology*, v. 79, n. 5, p. 701–721, 2000.

GREEN, M. C.; KRAKOW, M. Entertainment-Education and Narrative Persuasion. In: VORDERER, P.; VISHWANATH, A.; VALKENBURG, P. (Eds.). *The Oxford Handbook of Entertainment Theory*. Oxford: Oxford University Press, 2023.

HARDIN, C. D.; HIGGINS, E. T. Shared reality: How social verification makes the subjective objective. In: SORRENTINO, R. M.; HIGGINS, E. T. (Eds.). Handbook of motivation and cognition, Vol. 3: The interpersonal context. New York: Guilford Press, 1996. p. 28–84.

HATFIELD, E.; CACIOPPO, J. T.; RAPSON, R. L. Emotional Contagion. Cambridge: Cambridge University Press, 1994.

HAVEN, Kendall. Story Proof: The Science Behind the Startling Power of Story. Westport, CT: Libraries Unlimited, 2007.

HMELO-SILVER, C. E.; DUNCAN, R. G.; CHINN, C. A. Scaffolding and Achievement in Problem-Based and Inquiry Learning: A Response to Kirschner, Sweller, and Clark. *Educational Psychologist*, v. 42, n. 2, p. 99-107, 2007.

HOCHSCHILD, A. R. The Managed Heart: Commercialization of Human Feeling. Berkeley: University of California Press, 1983.

HYPOLITO, A. M. Reestruturação do trabalho docente e novas formas de controle e intensificação. *Educação & Realidade*, v. 35, n. 2, p. 135-153, 2010.

INSTITUTO PAULO FREIRE. Glossário Paulo Freire. São Paulo, [201-?]. Disponível em: <https://www.paulofreire.org/glossario-paulo-freire>. Acesso em: 20 jun. 2025.

KAMII, C.; DOMINICK, A. The harmful effects of algorithms in first-grade arithmetic. *The Journal of Mathematical Behavior*, v. 17, n. 1, p. 51-59, 1998.

KANT, I. Resposta à Pergunta: O que é "Esclarecimento"? In: _____. *Textos Seletos*. 3. ed. Petrópolis: Vozes, 2005. p. 63-71.

KANT, I. Sobre a Pedagogia. Piracicaba: Unimep, 2003.

KOTLER, Steven. The Rise of Superman: Decoding the Science of Ultimate Human Performance. New York: Houghton Mifflin Harcourt, 2014.

KONTRA, C.; LYONS, D. J.; FISCHER, S. M.; BEILOCK, S. L. Physical experience enhances science learning. *Psychological Science*, v. 26, n. 6, p. 737-749, 2015.

MASLACH, C.; SCHAUFELI, W. B.; LEITER, M. P. Job burnout. *Annual Review of Psychology*, v. 52, p. 397-422, 2001.

MASLOW, A. H. A theory of human motivation. *Psychological Review*, v. 50, n. 4, p. 370–396, 1943.

MATTHEWS, M. R. Science teaching: The role of history and philosophy of science. New York: Routledge, 1994.

MEC, 2024 - <https://www.gov.br/mec/pt-br/assuntos/noticias/2024/fevereiro/ensino-medio-tem-maior-taxa-de-evasao-da-educacao-basica>. (Último acesso em 20/06/2025).

MEZIRROW, J. Transformative Learning: Theory to Practice. New Directions for Adult and Continuing Education, v. 1997, n. 74, p. 5-12, 1997.

OBERLE, E.; SCHONERT-REICHL, K. A. Stress contagion in the classroom? The link between classroom teacher burnout and morning cortisol in elementary school students. Social Science & Medicine, v. 159, p. 30-37, 2016.

OSTERMAN, K. F. Students' Need for Belonging in the School Community. Review of Educational Research, v. 70, n. 3, p. 323–367, 2000.

PEARCE, S. M. Objects of knowledge. London: The Athlone Press, 1990.

PIAGET, J. A Formação do Símbolo na Criança: Imitação, Jogo e Sonho, Imagem e Representação. 3. ed. Rio de Janeiro: LTC, 1990.

PIAGET, J. Para Onde Vai a Educação?. Rio de Janeiro: Editora José Olympio, 2010.

PIMENTA, S. G.; LIMA, M. S. L. Estágio e docência. 8. ed. São Paulo: Cortez Editora, 2017.

PNUD BRASIL, 2013. <https://www.undp.org/pt/brazil/idhm-municipios-2010> (acessado em 06/04/2025)

RIZZOLATTI, G.; CRAIGHERO, L. The mirror-neuron system. Annual Review of Neuroscience, v. 27, p. 169-192, 2004.

SHAMS, L.; SEITZ, A. R. Benefits of multisensory learning. Trends in Cognitive Sciences, v. 12, n. 11, p. 411-417, 2008.

SKULMOWSKI, A.; REY, G. D. Embodied learning: A meta-analysis. Educational Research Review, v. 25, p. 264-275, 2018.

SOUSA, D. A. Como o Cérebro Aprende. 4. ed. Thousand Oaks: Corwin Press, 2011.

STRECK, D. R. A educação e a questão da "menoridade" intelectual hoje: um diálogo com Kant e Freire. Educação Unisinos, v. 12, n. 2, p. 97-104, mai./ago. 2008.

SWELLER, J. Cognitive load during problem solving: Effects on learning. Cognitive Science, v. 12, n. 2, p. 257-285, 1988.

TANNER, C. K. Effects of school design on student outcomes. *Journal of Educational Administration*, v. 47, n. 3, p. 381-399, 2009.

THIOLLENT, M. *Metodologia da pesquisa-ação*. 18. ed. São Paulo: Cortez Editora, 2011.

TURKLE, Sherry. *Alone Together: Why We Expect More from Technology and Less from Each Other*. New York: Basic Books, 2011.

VARELA, F. J.; THOMPSON, E.; ROSCH, E. *The Embodied Mind: Cognitive Science and Human Experience*. Cambridge, MA: MIT Press, 1991.

VYGOTSKY, Lev Semenovich. *A Formação Social da Mente: o desenvolvimento dos processos psicológicos superiores*. 7. ed. São Paulo: Martins Fontes, 2007.

ZAK, P. J. Story-listening and Oxytocin. In: COOPERRIDER, D. L. et al. (Eds.). *The Business of Building a Better World: The Leadership Revolution That is Changing Everything*. Berrett-Koehler Publishers, 2018. p. 177-190.

ZAK, P. J. *The Moral Molecule: The Source of Love and Prosperity*. New York: Dutton, 2012.

ZAK, P. J. Why Your Brain Loves Good Storytelling. *Cerebrum: The Dana Forum on Brain Science*, v. 2015, p. 1-13, Jan. 2015.

YATES, F. A. *The Art of Memory*. Chicago: University of Chicago Press, 1966.

YOGANANDA, Paramahansa. *Deus fala com Arjuna: O Bhagavad Gita, Ciência Régia da Realização Divina*. v. 1. Los Angeles: Self-Realization Fellowship, 2019.

7 APENDICES

APÊNDICE A – Questionário de coleta de informações pré aula

Saudações estudantes, meu nome é Alexandro Pereira da Silva, estou realizando um estudo com o objetivo de desenvolver uma metodologia de aula que, acredito, ter muito potencial para contribuir com o processo de ensino e aprendizagem, principalmente na área de ciências. Esse estudo faz parte do meu projeto no mestrado PROFQUI, baseado na Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro.

Hoje, participaremos de uma aula de química que foi produzida para ser uma aula imersiva, onde utilizaremos experimentações sensoriais e ativas e buscaremos estabelecer um ambiente de atenção plena. Tudo foi planejado para que a aula seja bastante dinâmica e, os conhecimentos abordados, sejam prontamente utilizados em nosso dia a dia ou sirvam para explicar questões do cotidiano.

Antes de começarmos gostaria de coletar algumas informações que me ajudarão a melhorar cada vez mais o método.

Posso contar com sua ajuda? () Sim () Não.

Caso tenha respondido SIM é só continuar, caso sua resposta tenha sido Não, basta devolver a folha em branco. Em nenhum dos casos será necessário se identificar.

1 - Você gosta de estudar Ciências (Química, Física, Biologia)? () Sim () Não.

Por que? _____

2 - Você gosta de estudar fazendo “experiências”? () Sim () Não () Não sei.

3 - No seu curso tem aulas experimentais de Química? () Nunca () Menos de 5 durante o ano () de 5 a 8 aulas experimentais por ano () mais de 8 aulas experimentais por ano.

4 - Em qual curso/período você está atualmente? _____

5 – Você acredita que a escola possa te ajudar a melhorar de vida? () Sim () Não () Não sei.

6 – Além da sala de aula, quantas horas você estuda por dia em casa? Menos de 1 hora (); 1 hora (); 2 horas (); 3 horas ou mais ().

7 – Seus professores costumam passar “dever de casa”? Todos os dias (); 3 ou 4 vezes por semana (); 1 ou 2 dias por semana (); Quase nunca ().

8 – Quando tem “dever de casa” você costuma fazer: () sempre; () de vez em quando; () nunca.

9 – Você acha importante estudar fora do horário da escola? () Sim; () Não.

10 - Qual a sua idade? _____ Em que série você está? _____ Você trabalha? () Sim; () Não.

Obrigado por me ajudar com este questionário. Agora vamos iniciar nossa aula?

APÊNDICE B – Questionário de coleta de informações prós aula

Terminamos nossa aula de hoje e, sinceramente espero que você tenha gostado. Gostaria de mais uma vez coletar algumas informações que me ajudarão a melhorar cada vez mais o método. Posso contar com sua ajuda? () Sim () Não.

Caso tenha respondido SIM é só continuar, caso sua resposta tenha sido Não, basta devolver a folha em branco. Em nenhum dos casos será necessário se identificar.

1 – Hoje trabalhamos alguns conceitos fundamentais para a Química, fizemos muitas experiências e tentamos conectar tudo isso ao “mundo real”. Você se lembra de ter alguma aula desse modo nessa escola ou em outra? () Sim; () Não

2 - Você gostou de estudar fazendo “experiências”? () Sim () Não () Não sei.

3 – Qual das afirmativas abaixo representa sua opinião sobre essa aula?

() Gostei muito e gostaria que mais aulas fossem assim.

() Gostei e vi algumas novidades

() Gostei mas não vejo muita diferença nas aulas que tenho na escola.

() Não gostei

() Não gostei e não gostaria de participar de aulas desse tipo.

4 – Vou deixar um material de estudo relacionado a esta aula na biblioteca, com cópia para você, gratuitamente, e uma lista de exercícios, você se interessou por esse material? () Sim () Não

5 – Você conseguirá estudar o material em menos de 1 hora e, em menos de 30 minutos, tenho certeza, você conseguirá resolver o trabalho de casa. Você aceitaria participar e me entregar a lista resolvida uma semana depois de pegá-la na biblioteca?

() Sim () Não.

6 – Baseado nessa metodologia, elaborei um curso sobre tratamento de água. Nesse curso, pegamos a água do Rio Guandu e fazemos todo o tratamento para torná-la potável. Em três horas e meia vemos todos os processos e fazemos muitas experiências sensoriais e, no final, bebemos a água potável que fizemos. Você gostaria de participar desse curso? (observação: o curso é gratuito). () Sim () Não.

7 – Você já tinha estudado essa matéria em aulas na escola?

8 – Você pretende continuar a estudar depois que terminar o Ensino Médio?

Obrigado por me ajudar outra vez com mais este questionário.

8 ANEXOS

ANEXO A – Carta de Aceite do CIEP Doutor Albert Sabin para a Realização dos Estudos com os Alunos do Ensino Médio

CARTA DE ACEITE DA INSTITUIÇÃO

Eu, Daniele da Fonseca Vieira Muniz da instituição CIEP Dr. Albert Sabin, localizada no Município de Seropédica/RJ, CPF n.º 098.482.937-79, declaro que Emerson Guedes Pontes, servidor da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, CPF n.º 045534107-96, SIAPE 1555317 e Alexandro Pereira da Silva, discente do Programa de Mestrado Profissional em Química – PROFQUI, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, CPF n.º 047508337-70, Matrícula 20221001858 apresentou-me o projeto de extensão “O DESENVOLVIMENTO DE AULAS POR IMERSÃO TENDO COMO BASE REFERENCIAIS TEÓRICOS MULTIDISCIPLINARES, A EXPERIMENTAÇÃO ATIVA COM ÊNFASE NOS SENTIDOS E O PROFESSOR COMO AGENTE DE INTERCONEXÃO”, cujas atividades serão desenvolvidas na instituição supracitada, e que me sinto perfeitamente esclarecido (a) sobre o conteúdo e os eventuais riscos e benefícios.

Desse modo, AUTORIZO a realização, nesta instituição, do projeto de extensão, colocando-me à disposição para cooperar com a execução das atividades e permitindo o uso de informações e imagens, exceto aquelas determinadas como sigilosas por aspectos legais e éticos, para divulgação do projeto, desde que utilizadas para fins estritamente acadêmicos, culturais e esportivos, sem finalidade de obtenção de lucro.

Seropédica, 15/05/2023
LOCAL E DATA

Daniele da Fonseca Vieira Muniz
ASSINATURA

Daniele da Fonseca V. Muniz
Diretora Geral
Matrícula: 0945343-2
ID: 4332991-8

ANEXO B – Parecer Consubstanciado do CEP N° 6.716.028

UNIVERSIDADE FEDERAL
RURAL DO RIO DE JANEIRO
(UFRRJ)



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: O Desenvolvimento de Aulas Sensoriais e Imersivas Tendo Como Base Referenciais Teóricos Multidisciplinares, a Experimentação Ativa e o Professor como Agente de Interconexão.

Pesquisador: Emerson Guedes Pontes

Área Temática:

Versão: 2

CAAE: 77155723.5.0000.0311

Instituição Proponente: UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 6.716.028

Apresentação do Projeto:

Apresentação do projeto:

O proponente relata que o presente projeto de pesquisa busca desenvolver uma metodologia de aulas, inicialmente voltada para o ensino de química, no ensino médio, tendo como linha mestra a utilização de experiências sensoriais, utilizando principalmente o tato, o paladar e o olfato, diretamente conectadas e relacionadas com o conteúdo da aula. A ideia central é promover a atenção e o interesse no aprendizado de química com aulas de caráter imersivo, isto é, aulas permeadas por experimentações ativas e sensoriais, através de histórias conduzidas pelos professores. Neste ambiente, os professores são os agentes ativos para a interconexão dos conteúdos, do modus operandi e promotores da afetividade, orientando e conduzindo os alunos pelo fazer material, colaborativo e coordenado. Através de aulas diversificadas, criativas que induzem à percepção de que o conhecimento abordado faz parte da vida real, o proponente espera que os estudantes tenham maior interesse pelas aulas e pela ciência em si, reconhecendo que esta é importante para seu desenvolvimento como cidadão.

O proponente apresenta a seguinte equipe de pesquisa:

ALEXANDRO PEREIRA DA SILVA

Endereço: BR 465, KM 7, Zona Rural, Biblioteca Central, 2º andar

Bairro: ZONA RURAL **CEP:** 23.897-000

UF: RJ **Município:** SEROPEDICA

Telefone: (21)2681-4749

E-mail: eticacep@ufrrj.br

Trata-se de um projeto de pesquisa realizado na sala de aula, com 250 alunos, matriculados no CIEP 156 - Dr. Albert Sabin, localizado em Seropédica, no qual as aulas serão desenvolvidas, respeitando o conteúdo formal do Ensino Médio, de acordo com a Base Nacional Comum Curricular (BNCC). Os conteúdos abordados na disciplina de química serão adaptados para permitir a realização de experimentos sensoriais, voltados para a compreensão dos diversos saberes, sempre relacionados ao mundo real, as atividades que movem a sociedade e o cidadão de modo geral. As ferramentas utilizadas são as experimentações sensoriais e ativas, permeadas por histórias elaboradas pelo professor para apresentar o conteúdo e conectando este à vida real, ao dia a dia das pessoas. Nessa metodologia os conteúdos são apresentados inicialmente sem os rigores da matematização. O fazer e o pensar são as ferramentas primordiais, depois a conexão com o dia a dia e a importância do que está sendo realizado pelo aluno, fazendo-o perceber que definições, conceitos, hipóteses e teorias são construções que são desenvolvidas ao longo do tempo e que são mutáveis, flexíveis tendo como base o aumento da compreensão do mundo que nos cerca. Depois da compreensão, a organização e a matematização aparecem como forma de tornar o conhecimento fluido e compreensivo para todos. A química estudada e aprendida deste modo se mostra então uma ciência útil, próxima de nós e não fica limitada a um punhado de fórmulas e representações. A pretensão da pesquisa é desenvolver todo o material de aula necessário ao primeiro bimestre do primeiro ano do Ensino Médio, na disciplina de química, entregando um produto educacional na forma de um e-book, útil aos professores de escolas públicas e privadas. Como complemento ao e-book, será construído um curso voltado para professores e estudantes de licenciatura, para a formulação de aulas sensoriais e imersivas, bem como para a utilização das aulas prontas do e-book.

Metodologia de análise proposta será realizada de duas maneiras e de modo paralelo. Os alunos respondem um questionário antes da aula para obtermos informações sobre o interesse nas atividades e aulas de ciência, bem como a forma como são conduzidas atualmente. Perguntas sobre seu tempo livre, se trabalha, se faz deveres de casa, se tem interesse em continuar os estudos pós ensino médio, dentre outros. Depois das aulas sensoriais imersivas os alunos respondem um questionário que busca avaliar se seu interesse pelo estudo da disciplina aumentou ou diminuiu em função da metodologia, do fazer, do conteúdo, etc. Os questionários possuem perguntas com respostas pré-definidas com o intuito

Continuação do Parecer: 6.716.028

de promover uma avaliação quantitativa dos dados, uma tentativa de matematização das informações e, também possuem perguntas de resposta livre que envolvem a percepção do aluno e o estimula a escrever sobre as sensações percebidas durante a aula assim, a avaliação desse material para por uma fase onde a análise passa a ser qualitativa. O grau de ineditismo da proposta também é avaliado de modo indireto por meio de algumas perguntas chaves que os educandos respondem.

Desfecho Primário:

Como desfecho primário o proponente pretende definir as condições mínimas para que a geração desse modo de aula, interconectado com os conteúdos da Base Nacional Comum Curricular, possa ser reproduzido em unidades escolares públicas e privadas, de modo simplificado, sem custos elevados, com praticidade e leveza de execução.

Desfecho Secundário:

O proponente espera promover um impacto positivo sobre a percepção dos alunos em relação à escola e ao estudo das ciências. Esse impacto poderia ser um ponto de partida para minimizarmos as elevadas taxas de abandono nas escolas e, ainda, incentivar os alunos a buscarem continuar seus estudos além do ensino médio.

Objetivo da Pesquisa:

O proponente descreve como objetivos:

Objetivo geral/primário:

Definir as condições necessárias para produzir um ambiente de aula em que os alunos sejam integrados aos conhecimentos por meio de experimentações sensoriais e ativas, promovendo a atenção e o interesse pela ciência por meio do fazer e, principalmente, do fazer com resultados que estimulem os sentidos menos usados em uma aula tradicional, tal como o olfato, o paladar e o tato. Integrar o educando à experiência de modo a promover um ambiente de imersão, onde a experimentação se apresente como um momento de reflexão e análise crítica sobre o funcionamento das coisas e da sociedade, sempre buscando o sentido de proximidade do conhecimento estudado e dos fazeres do mundo.

Endereço: BR 465, KM 7, Zona Rural, Biblioteca Central, 2º andar

Bairro: ZONA RURAL

CEP: 23.897-000

UF: RJ

Município: SEROPEDICA

Telefone: (21)2681-4749

E-mail: eticacep@ufrrj.br

Continuação do Parecer: 6.716.028

Objetivos específicos/secundários:

Estabelecer um *modus operandi* para a construção das aulas sensoriais imersivas e, ainda, um curso para orientar professores e licenciados na criação dessas aulas, bem como a operacionalização das mesmas. A criação de um e-book com o conteúdo do 1º bimestre de aulas do 1º ano do Ensino Médio e um curso para sua utilização são os produtos educacionais pretendidos com a realização desta pesquisa.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

O proponente descreve:

Riscos:

As aulas de química envolvem a observação e a realização de experimentações diversas, dentre elas podemos destacar a manipulação de alguns produtos que, apesar de serem de uso doméstico, precisam de cuidados específicos para evitar acidentes. A utilização de fogo, mesmo que de um isqueiro ou uma vela podem levar a queimaduras. Para reduzir as possibilidades de incidentes os educandos são orientados e avaliados sobre a possibilidade de realização dos experimentos e são supervisionados a todo o tempo. As experimentações sensoriais por envolverem contato e as vezes degustação são realizadas com produtos notadamente inofensivos e após consulta sobre inclinações alérgicas e problemas específicos de saúde que possam comprometer a segurança do educando.

Benefícios:

Ao realizar experimentações sensoriais e relacionar as experiências aos conteúdos abordados no ensino os alunos são levados a percepção de proximidade e utilidade do conhecimento escolar em suas vidas. A escola passa a ter um valor mais próximo e fundamentado em suas vidas, visto que, seus ensinamentos fazem parte do mundo real do educando e, o ajuda a entender o próprio mundo. Estabelecer essa percepção pode ser importante para que o educando agregue valor à escola por si mesmo e tenha seu interesse aumentado pelo seu próprio desenvolvimento cognitivo.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Trata-se de protocolo original que possui os elementos necessários à apreciação ética, sem apresentar pendências.

Endereço: BR 465, KM 7, Zona Rural, Biblioteca Central, 2º andar
Bairro: ZONA RURAL CEP: 23.897-000
UF: RJ Município: SEROPEDICA
Telefone: (21)2681-4749 E-mail: eticacep@ufrrj.br

Continuação do Parecer: 6.716.028

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Todos os documentos apresentados no protocolo de pesquisa pelo(a) proponente não possuem pendência, segundo as normas vigentes.

Recomendações:

Recomenda-se que o pesquisador acompanhe a tramitação do projeto de pesquisa na Plataforma Brasil com regularidade, atentando-se às diferentes fases do processo e seus prazos:

- a) quando da pendência, o pesquisador terá até 30 dias para responder às demandas e relatoria;
- b) quando da aprovação, o pesquisador deverá submeter relatórios parciais a cada semestre;
- c) quando da necessidade de emendas ou notificações no projeto, consultar a Norma Operacional 001/2013 - Procedimentos para Submissão e Tramitação de Projetos.
- d) quando da finalização do projeto, submeter relatório final.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

A adequação à RESOLUÇÃO Nº 466 de 12 de dezembro de 2012 e RESOLUÇÃO Nº 510 de 24 de maio de 2016 foram plenamente atendida pelo(a) pesquisador(a).

Considerações Finais a critério do CEP:

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_2126530.pdf	07/03/2024 14:26:19		Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE_Aluno.pdf	07/03/2024 14:26:06	ALEXANDRO PEREIRA DA SILVA	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento /	TCLE_Responsaveis.pdf	07/03/2024 14:25:48	ALEXANDRO PEREIRA DA SILVA	Aceito

Endereço: BR 465, KM 7, Zona Rural, Biblioteca Central, 2º andar
Bairro: ZONA RURAL CEP: 23.897-000
UF: RJ Município: SEROPEDICA
Telefone: (21)2681-4749 E-mail: eticacep@ufrj.br

UNIVERSIDADE FEDERAL
RURAL DO RIO DE JANEIRO
(UFRRJ)



Continuação do Parecer: 6.716.028

Justificativa de Ausência	TCLE_Responsaveis.pdf	07/03/2024 14:25:48	ALEXANDRO PEREIRA DA SILVA	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TALE_Alunos_Menores.pdf	07/03/2024 14:25:15	ALEXANDRO PEREIRA DA SILVA	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLEAlunos.pdf	26/01/2024 23:24:38	ALEXANDRO PEREIRA DA SILVA	Aceito
Folha de Rosto	Folha_de_Rosto_EMERSON_GUEDES assinado.pdf	10/01/2024 22:10:01	ALEXANDRO PEREIRA DA SILVA	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	Termo_de_Assentimento.pdf	02/01/2024 19:41:21	ALEXANDRO PEREIRA DA SILVA	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	Termo_de_Consentimento_Livre_e_Escl arecido_e_Afins.docx	02/01/2024 19:39:32	ALEXANDRO PEREIRA DA SILVA	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	Carta_de_Aceite.pdf	11/11/2023 21:54:45	ALEXANDRO PEREIRA DA SILVA	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	Projeto.docx	11/11/2023 21:51:31	ALEXANDRO PEREIRA DA SILVA	Aceito
Folha de Rosto	Folha_de_rosto_assinada.pdf	11/11/2023 21:50:26	ALEXANDRO PEREIRA DA SILVA	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

SEROPEDICA, 21 de Março de 2024

Assinado por:

Valeria Nascimento Lebeis Pires
(Coordenador(a))

Endereço: BR 465, KM 7, Zona Rural, Biblioteca Central, 2º andar
Bairro: ZONA RURAL CEP: 23.897-000
UF: RJ Município: SEROPEDICA
Telefone: (21)2681-4749 E-mail: eticacep@ufrrj.br

Página 06 de 06

ANEXO C – Percurso Didático – Matéria e Energia.

Na dinâmica da aula o professor inicia explicando as características que diferem a matéria da energia, tal como a massa e o volume e os alunos enchem os balões de ar, necessariamente com a boca, assim experimentam a pressão necessária para inflar os balões, entendendo e sentindo que o ar, embora seja invisível e imperceptível, em grande parte do tempo, ocupa um lugar no espaço. Com o balão cheio e amarrado para conter o ar, os alunos são instruídos a apertá-lo com as palmas das mãos, suavemente, e sentir a resistência que o ar exerce sobre as mãos, evidenciando que ele ocupa o espaço. Aqui, opcionalmente, podemos usar a balança de ourives para verificar a diferença de massa entre um balão cheio e vazio, visualizando assim a massa do ar. O professor trabalha o conceito de energia introduzindo o som, fala de sua velocidade e modo de propagação, então os alunos são guiados a sonorizar um longo “A grave” (AAAAA prximo ao balão e sentir a vibração com as palmas das mãos), essa percepção da propagação da energia, fazendo a matéria vibrar é importante para construir a ideia de que a matéria e a energia interagem de diversos modos e, em muitos casos isso não é percebido facilmente. Um exemplo simples é que não sentimos a luz da lâmpada da sala de aula, mas sentimos a luz do sol, devido à intensidade de calor desta última. Seguindo por este percurso, o professor sem aviso, estoura o seu balão, o barulho e o susto, seguidos da descontração, servem como uma quebra de tensão para continuarmos o percurso e, também como um possível marcador somático. Nesse ponto é normal uma certa euforia dos estudantes, uma condução natural é necessária e a diversão é salutar, inclusive para aprimorar o gosto pelas aulas, então o professor pode estimular todos a estourarem os balões. A segurança de realizar uma brincadeira transmite aos alunos uma sensação de que o professor está confortável com eles e tem confiança de que a aula será bem-sucedida, isso ajuda na confiança mútua entre professor e aluno e, portanto, uma maior aceitação e presença. Continuando as observações sobre a interação da matéria e da energia, os alunos seguram tiras de papel a um palmo de distância da boca e assopram, observando o movimento do papel e, entendendo agora que o ar como sendo matéria não pode ocupar o mesmo espaço que o papel e ambos competem pelo espaço. Em seguida, com uma lanterna, os alunos apontam um feixe de luz em direção as tiras de papel e observam. A resposta a luz é totalmente diferente. O professor deve aproveitar para discorrer sobre o

fenômeno e trazer exemplos, por exemplo, de erros que são mostrados em filmes, quando por exemplo, um personagem dispara um laser contra seu algoz e este é empurrado quando na verdade, um disparo de uma arma de laser apenas atravessaria o outro, sem necessariamente empurrá-lo de sua posição e assim por diante. O modo de fazer os detalhes de cada momento da aula é uma forma particular de cada professor que, será guiado por sua vivência, conhecimento, experiência e mesmo, a aceitação e comportamento dos alunos.

ANEXO D – Percurso Didático – Propriedades e Estados Físicos.

Na dinâmica da aula, os alunos em grupos de 3 a 5 componentes, observando uma mesa ao centro, contendo diversos materiais, produtos e substâncias, são orientados a manipular e perceber as diversas propriedades tais como cor, brilho, odor, tenacidade, rugosidade, maleabilidade, gosto, dureza, dentre outras. A manipulação envolve também experimentações físicas para testar a resistência, a elasticidade, a maleabilidade, a dureza, dentre outras. A percepção dos estados físicos, sólido, líquido e gasoso e seus “intermediários” tais como as substâncias pastosas, viscosas e de maior fluidez para levar os alunos a praticar o processo de investigação, classificação e observação tão importantes para o processo científico. Essa prática comum é também parte inerente do trabalho avançado de qualquer profissional da ciência, uma forma de aproximação real entre o fazer cotidiano e o fazer profissional com o intuito de gerar confiança e maturidade no educando. Aproveitando o reconhecimento dessas propriedades, o professor retoma o tema da interação entre matéria e energia, utilizando mais uma vez o som e sua propagação, tendo como âncora o evento do estouro dos balões. Aqui, uma forma clássica de apresentar a interação do som, também pode ser tirada do cinema, onde em muitos filmes, pessoas encostam o ouvido em superfícies para avaliar a distância de um trem ou outro veículo do local, a distância de um raio em função do tempo que se leva para ouvir o trovão, dentre outros. Mais uma vez, o modo de fazer os detalhes de cada momento da aula é uma forma particular de cada professor que, será guiado por sua vivência, conhecimento, experiência e mesmo, a aceitação e comportamento dos alunos.

ANEXO E – Percurso Didático – Classificação de Misturas.

Na dinâmica da aula, os alunos, ainda em grupos, são orientados a utilizar recipientes de vidro transparentes, tais como copos, frascos reutilizáveis de alimentos, tais como maionese, azeitonas e outros. Como estamos tratando de observações, a transparência dos frascos é importante. Nestes recipientes, os estudantes produzem misturas entre água e óleo, água e açúcar, água e vinagre, água e areia e sal e assim por diante, combinando diversos líquidos e sólidos, misturando, observando a solubilidade, a existência de fases, o número de fases e estabelecendo os conceitos de homogêneo e heterogêneo. A observação relativa à densidade pode ser inserida de acordo com a percepção do professor em função do grupo de estudantes. A experimentação deve incluir a observação de misturas que podem gerar reações químicas, tais como água, vinagre e bicarbonato, cuja liberação de gases promove a curiosidade e abre espaço para o início das discussões sobre as reações químicas. Mais uma vez, o modo de fazer os detalhes de cada momento da aula é uma forma particular de cada professor que, será guiado por sua vivência, conhecimento, experiência e mesmo, a aceitação e comportamento dos alunos.

ANEXO F – Produto Educacional – Curso Imersivo Sensorial em Tratamento de Água.

CADERNO DE CAPACITAÇÃO

Curso: O Tratamento da Água – Uma Jornada de Imersão Sensorial



Alexandro Pereira da Silva

2024

1. APRESENTAÇÃO DO CURSO

1.1. Ficha Técnica

TEMA CENTRAL	O processo de tratamento de água, abordado a partir de uma perspectiva imersiva, conectando conceitos químicos fundamentais ao cotidiano.
PÚBLICO- ALVO	Professores e estudantes de Ciências da Natureza do Ensino Médio e Superior.
DURAÇÃO SUGERIDA	3 horas (aproximadamente 3 tempos de aula de 50 minutos + intervalos).
PALAVRAS- CHAVE	Imersão Pedagógica; Ensino de Química; Aprendizagem Sensorial; Storytelling; Pesquisa-Ação.

1.2. Objetivo Geral do Curso

Capacitar educadores e engajar estudantes na aplicação de uma metodologia de ensino imersiva e sensorial, utilizando o tema "tratamento de água" para construir um aprendizado significativo, crítico e memorável sobre conceitos fundamentais da Química, sem a necessidade de tecnologias digitais.

2. FUNDAMENTOS PEDAGÓGICOS: O MODELO IPP

A metodologia que estrutura este curso é denominada **Modelo de Aula de Imersão Pedagógica Psicossocial (IPP)**. Ela foi desenvolvida a partir da premissa de que a aprendizagem é mais eficaz quando envolve o aluno de forma integral, isto é, cognitiva, emocional e fisicamente. O IPP organiza a experiência de aprendizagem em três fases interdependentes, com papéis específicos para o professor, conforme representado no diagrama a seguir.

Diagrama Conceitual do Modelo de Aulas por Imersão Pedagógica Psicossocial (IPP).



- **Fase 1 - Ancoragem Narrativa:** O professor, como **Narrador/Provocador**, utiliza o storytelling para contextualizar o conteúdo, despertar a curiosidade e gerar uma conexão emocional inicial, capturando a atenção dos alunos.
- **Fase 2 - Materialização Conceitual:** O professor, como **Facilitador/Mediador**, guia os alunos em atividades práticas e sensoriais que permitem "tocar" e "sentir" os fenômenos, construindo um entendimento intuitivo e concreto.
- **Fase 3 - Inquérito Autônomo e Formalização:** O professor, como **Sistematizador/Consultor**, utiliza o engajamento gerado para aprofundar a investigação, formalizar os conceitos científicos e introduzir a linguagem matemática como ferramenta de descrição e análise.

3. ROTEIRO PRÁTICO: AULA "TRATAMENTO DE ÁGUA"

3.1. Materiais Necessários.

- Peróxido de hidrogênio acima de 20% p/v;
- Carvão Ativado em pó;
- Sulfato de alumínio comercial a 7,5% p/v;
- Hipoclorito de sódio comercial (água sanitária com cloro ativo entre 2 e 5 % p/v);
- Cal virgem em grânulos;
- Iodeto de potássio;
- Detergente líquido;
- Essência de baunilha alimentícia;

- Corante anilina alimentícia de cor azul, amarela ou vermelha;
- Kit de teste para cloro de piscina ou similar;
- Garrafas PET de 2 litros;
- Frascos de vidro com boca larga de 500 ou 1000 mL (frascos de maionese, molho de tomate e outros comuns nos supermercados);
- Colher de sopa comum;
- Seringa de 10 mL;
- Lanterna (pode ser do celular, aqui o celular já entra como nosso parceiro);
- Copo de vidro tipo **requeijão ou geleia**;
- Papel de filtro de café;
- Suporte para papel de filtro de café;
- Recipiente de 10 L com água de rio classe II, no nosso caso, do Rio Guandu;
- Papel toalha;
- Mesa para realizar as atividades;
- Algo de plástico para cobrir a mesa, pode ser sacos plásticos reforçados para lixo ou outro material que estiver disponível para proteger a mesa de água e eventuais quedas de produtos;
- Balde de limpeza geral, com água e pano de chão.

3.2. Preparação do Ambiente (Etapa Pré-Aula).

- **Controle do Espaço:** Priorizar um ambiente fechado (laboratório ou sala de aula), com mínimo de distrações sonoras e visuais.
- **Organização de Materiais:** Dispor nas bancadas ou mesas apenas os "objetos de intenção" da aula, mantendo o ambiente limpo e focado.
- **Condições de Bem-Estar:** Garantir conforto térmico e acesso à água para os participantes.

3.3. Condução da Aula.

MOMENTO 1: Acolhimento e Ancoragem Narrativa (Aprox. 30 min)

- **Atividade:** Apresentação mútua (professor-alunos) em um formato semiformal para criar um ambiente de confiança.
- **Storytelling:** O professor inicia a narrativa sobre a jornada da água, desde o rio até a torneira, usando exemplos próximos à realidade dos alunos para introduzir o problema central: "A água que chega em nossa casa é segura? Como ela se torna assim?". São discutidas as dimensões sociais e econômicas do tema.

MOMENTO 2: Materialização Conceitual (Aprox. 100 min)

- **Organização:** Divisão dos alunos em pequenos grupos, preferencialmente por afinidade, com todos os materiais para os experimentos já disponíveis em suas bancadas.
- **Percurso Experimental Guiado:**

1. **Simulação da Coagulação/Floculação:** Grupos tratam amostras de "água de rio" com sulfato de alumínio, manipulando a agitação e observando a formação de flocos com o auxílio de lanternas. O professor circula e questiona.
2. **Investigação da Pré-Oxidação:** Realização do experimento "pasta de elefante" (peróxido de hidrogênio e iodeto de potássio) para que os alunos sintam o calor (exotermia) e observem a liberação de oxigênio.
3. **Exploração da Adsorção:** Utilização de carvão ativado para remover cor e odor de uma solução, com foco na avaliação sensorial (visual, olfativa e gustativa) do antes e depois.
4. **Etapas Finais:** Simulação da desinfecção e da correção de pH (com cal virgem), novamente com ênfase na percepção sensorial das reações.

MOMENTO 3: Inquérito, Formalização e Ancoragem (Aprox. 50 min)

- **Clímax da Experiência:** Após testar o cloro residual, os participantes são convidados a provar a água que eles mesmos trataram.
- **Formalização:** O professor retoma as experiências e, com o auxílio de um infográfico, apresenta os nomes e as equações dos processos (coagulação, adsorção, etc.), conectando a prática do laboratório à teoria. A matemática é introduzida como ferramenta para quantificar os processos.
- **Criação da Memória:** A aula se encerra com a apresentação do **Artefato de Ancoragem Mnemônica (AAM)**: o kit com os tubos de ensaio contendo os reagentes em quantidades necessárias para tratar 730 litros de água, provenientes de um rio classe II. O volume de 730 litros foi escolhido por representar uma média anual de ingestão de água necessária para um ser humano.