



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
Programa de Pós-Graduação Multiunidades em Ensino de Ciências e Matemática
Instituto de Física Gleb Wataghin

VERONICA GOMES DOS SANTOS

**CONTRIBUIÇÕES DA APRENDIZAGEM CRIATIVA, APRENDIZAGEM
SIGNIFICATIVA E DO ENSINO POR INVESTIGAÇÃO PARA A FORMAÇÃO
INTEGRAL DAS CRIANÇAS NO ENSINO PÚBLICO**

**CONTRIBUTIONS OF CREATIVE LEARNING, SIGNIFICANT LEARNING AND
RESEARCH TEACHING FOR THE INTEGRAL TRAINING OF CHILDREN IN
PUBLIC EDUCATION**

CAMPINAS

2020

VERONICA GOMES DOS SANTOS

CONTRIBUIÇÕES DA APRENDIZAGEM CRIATIVA, APRENDIZAGEM
SIGNIFICATIVA E DO ENSINO POR INVESTIGAÇÃO PARA A FORMAÇÃO
INTEGRAL DAS CRIANÇAS NO ENSINO PÚBLICO

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação Multiunidades em Ensino de Ciências e Matemática – PECIM, da Universidade Estadual de Campinas como parte dos requisitos exigidos para a obtenção do título de Doutora em Ensino de Ciências e Matemática, na Área de concentração em Ensino de Ciências e Matemática

Orientador: Prof. Dr. Eduardo Galembeck

ESTE TRABALHO CORRESPONDE À
VERSÃO FINAL DA TESE DEFENDIDA
PELA ALUNA VERONICA GOMES DOS
SANTOS E ORIENTADA PELO PROF.
DR. EDUARDO GALEMBECK

CAMPINAS

2020

Ficha catalográfica
Universidade Estadual de Campinas
Biblioteca do Instituto de Física Gleb Wataghin
Maria Graciele Trevisan - CRB 8/7450

Santos, Verônica Gomes dos, 1979-
Sa59c Contribuições da aprendizagem criativa, aprendizagem significativa e do ensino por investigação para a formação integral das crianças no ensino público / Verônica Gomes dos Santos. – Campinas, SP : [s.n.], 2020.

Orientador: Eduardo Galembeck.
Tese (doutorado) – Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Física Gleb Wataghin.

1. Criatividade (Educação). 2. Aprendizagem significativa. 3. Ensino por investigação. 4. Ensino de ciências. I. Galembeck, Eduardo, 1968-. II. Universidade Estadual de Campinas. Instituto de Física Gleb Wataghin. III. Título.

Informações para Biblioteca Digital

Título em outro idioma: Contributions of creative learning, significant learning and research teaching for the integral training of children in public education

Palavras-chave em inglês:

Creativity (Education)

Meaningful learning

Teaching by investigation

Science teaching

Área de concentração: Ensino de Ciências e Matemática

Titulação: Doutora em Ensino de Ciências e Matemática

Banca examinadora:

Eduardo Galembeck [Orientador]

Alessandra Aparecida Viveiro

Gildo Girotto Júnior

Leo Burd

Nelson Studart Filho

Data de defesa: 10-12-2020

Programa de Pós-Graduação: Multiunidades em Ensino de Ciências e Matemática

Identificação e informações acadêmicas do(a) aluno(a)

- ORCID do autor: <https://orcid.org/0000-0003-2270-014X>

- Currículo Lattes do autor: <http://lattes.cnpq.br/9022106175477083>

COMISSÃO EXAMINADORA

Data: 10/12/2020

Prof. Dr. Eduardo Galembeck
Presidente da Comissão examinadora
Orientador

Prof.^a Dra. Alessandra Aparecida Viveiro
Universidade Estadual de Campinas - Unicamp

Prof. Dr. Gildo Giroto Junior
Universidade Estadual de Campinas - Unicamp

Prof. Dr. Leo Burd
Massachusetts Institute of Technology - MIT

Prof. Dr. Nelson Studart
Universidade Federal do ABC - UFABC

A ata da defesa com as respectivas assinaturas dos membros encontra-se no SIGA/Sistema de fluxo de dissertação/tese e na secretaria do programa da unidade.

“Aprender é a única coisa de que a mente nunca se cansa,
nunca tem medo e nunca se arrepende.”

Leonardo da Vinci

Dedico esse caminhar aos meus filhos, Gabriel e
Matheus, e àqueles que se privaram de minha
companhia, entendendo a importância dessa produção e
o valor de tamanha conquista.

AGRADECIMENTOS

Esta é uma caminhada longa, composta por tantas aventuras e aprendizagens que seria impossível não envolver dezenas de pessoas especiais, assim como seria lembrar e citar todas. Somos uma eterna construção, como pessoa, como docente, como pesquisadora... Uma bela colcha de preciosos retalhos trocados e presenteados no dia a dia das aprendizagens.

Nesse sentido, agradeço primeiramente a Deus, pelo dom da vida e por me fazer tão curiosa e insaciável perante os novos conhecimentos e a Educação. Digo que ele escreveu certo por linhas retíssimas, antes mesmo de eu me perceber educadora.

Agradeço à minha família. Meus filhos Gabriel e Matheus (parceiros fiéis), minha mãe Marly, meus irmãos (primeiros, grandes e verdadeiros amigos), cunhados, sobrinhos, tios, primos e agregados. Cada nova conquista nessa trajetória marcante era sempre motivo para comemoração, além das boas vibrações e votos expressos das mais variadas formas, demonstrando carinho e cuidado.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Eduardo Galembeck, e ao grupo de pesquisa e parceiros do Laboratório de Tecnologia Educacional – Instituto de Biologia, tenho exaustivos agradecimentos a compartilhar. O que seria dessa pedagoga ousada que se infiltrou no meio dos biólogos e se atreveu a trabalhar com conceitos e conteúdos que não eram da sua praia? Agradeço a orientação, o desprendimento e a generosidade de doação de cada participante desse grupo tão especial que Galembeck faz questão de nutrir.

Aos membros da banca de qualificação, Prof. Dr. Leo Burd e Prof.^a Dra. Alessandra Viveiro, pelas valiosas contribuições que qualificaram de forma ímpar este trabalho. À banca de defesa que, com o Prof. Dr. Nelson Studart e o Prof. Dr. Gildo Giroto, tornou-se um time de peso que questionou, apontou e evidenciou aspectos tão importantes do trabalho desenvolvido. Devo juntar a esse time a Prof.^a Dra. Ann Valente e a Prof.^a Dra. Cláudia Bortolato, que no papel de suplentes fizeram uma leitura crítica e partilharam suas observações. Espero ter feito jus às tantas contribuições.

Aos colegas da Prefeitura Municipal de São Bernardo do Campo, pela autorização para o desenvolvimento dessa pesquisa e pelo apoio em forma de divulgação e condições. A começar pela abertura e acolhida da gestão, dos professores amigos e dos pais e alunos da EMEB Neusa Macellaro Callado Moraes, que apostaram nessas ideias fora da caixinha e incentivaram cada

ação desenvolvida.

A amizade é difícil de citar. São tantas pessoas, que temo ser injusta. Por isso, escolho agradecer por representação. Ao meu eterno grupo de passarinhas, que há mais de uma década realizou o maior encontro de almas e, desde então, compartilham sucessos, expectativas, avanços, temores e anseios de forma gratuita e viciante. Ao grupo das “miga loucas”, que sempre arrumavam um jeitinho para minimizar o estresse e o trabalho exaustivo. Vocês sabem quem e como!

À minha irmãzinha acadêmica, Elaine, que desde os 15 anos de idade é uma parceira fiel e gratuita. Em especial nesta conquista, caminhou lado a lado nos percalços e sucessos, vibrando, apoiando e colaborando em todos os aspectos possíveis. Muitas viagens para a Unicamp, parcerias em projetos e aventuras memoráveis. Seu marido e grande amigo Edson passou a integrar essa rede de apoio e incentivo com a torcida e suporte técnico necessário.

A essa deliciosa Rede Brasileira de Aprendizagem Criativa, que me conquistou desde sua formação inicial com a visão de mundo, de educação e de aprendiz. Tenho orgulho de fazer parte e compor diariamente, junto ao time excepcional da ABAC, por uma *educação mais criativa, relevante e mão na massa!*

RESUMO

Há muito o ensino de ciências urge por uma transformação que o tire da passividade e *transmissividade*, que o coloque na contramão da própria ciência e da curiosidade inerente das crianças em idade escolar. O lançamento da BNCC trouxe, além de uma tensão de lados, a certeza de que é essencial extrapolar e diversificar suas propostas e orientações, visando o almejado para todas as áreas. Dessa forma, este estudo parte das contribuições de experiências e estratégias mais ativas, na educação básica, especialmente no ensino fundamental I, para o desenvolvimento de condições propícias à formação científica e integral das crianças. Assim, tem como objetivo central avaliar como a utilização de estratégias diferenciadas e a adoção de abordagens e metodologias ativas, como a aprendizagem criativa, significativa e o ensino por investigação, podem contribuir para o desenvolvimento de uma nova postura perante a sociedade e o conhecimento, de forma observável e identificável, além de propiciar um ensino de ciências alinhado com as necessidades sociais. Para tanto, pautado nas orientações para pesquisa qualitativa, ilustrada pela DBR (Pesquisa Baseada em Design), e a partir das contribuições das abordagens selecionadas, foi organizado um *Framework* norteador que possibilitou a construção do *Design ideal projetado* que, por sua vez, conduziu o planejamento e a execução de uma sequência de aulas a partir das premissas e princípios destacados de cada abordagem. O movimento cíclico de pesquisas baseado em design foi garantido através da estrutura de trabalho, intencionando uma qualificação e aprofundamento crescente. Assim, foi desenvolvido um projeto intitulado “Clube de Programadores”, como produto aplicável da DBR, que priorizou o trabalho diversificado, envolvendo processos investigativos, estruturação de problemática real, diversidade de materiais, propostas mão na massa, elaboração de produtos reais e funcionais de impacto no cotidiano da comunidade envolvida. O estudo foi desenvolvido a partir da composição de um grupo com 24 alunos de uma escola pública municipal, com faixa etária entre oito e 11 anos, com atendimento no contraturno escolar no decorrer de dois anos de estudos, atividades e observação. Os dados gerados foram analisados a partir da organização de três momentos, sendo que o primeiro olhou para o potencial cíclico e qualificador de produtos baseados em DBR, o segundo observou a coexistência das três abordagens de forma natural e complementar, e o terceiro categorizou a análise a partir dos itens construídos no *Framework* norteador, sendo elas: (1) Conhecimentos prévios; (2) 4 Ps; (3) Problematização; (4) Espiral da Aprendizagem; (5) Interações argumentativas; (6) Aprofundamento conceitual; (7) Liberdade criativa. Ao final, as análises evidenciaram contribuições significativas no desenvolvimento dos alunos, no âmbito interpessoal, intrapessoal e cognitiva, bem como boas contribuições para o ensino de ciências, tal como preconiza as competências gerais da BNCC.

Palavras-chave: Aprendizagem criativa; aprendizagem significativa; ensino por investigação; ensino de ciências.

ABSTRACT

Science teaching needs to undergo an urgent transformation from its historic passivity and transmissivity, which puts it at odds with the very science and inherent curiosity of schoolchildren. The launch of BNCC brought, in addition to a tension on the sides, the certainty that it is essential to extrapolate and diversify its proposals and guidelines in order to address goals in all areas. In this way, this study focuses on the contributions of more active experiences and strategies in elementary education, for the development of conditions needed for the child's scientific and holistic education. Thus, its central objective is to evaluate how the use of differentiated strategies and the adoption of active approaches and methodologies, such as creative, meaningful learning and teaching through research, can contribute in a way that encourages the development of a new attitude towards society and knowledge in an observable and identifiable way, in addition to providing science education in line with social needs. Therefore, based on the guidelines for qualitative research as illustrated by the DBR, and based on the contributions of the selected approaches, a guiding framework was organized that enabled the construction of the Projected Ideal Design that led to the planning and execution of a sequence of lessons based on the main premises and principles of each approach. The cyclical movement of design based research was guaranteed through the structure of the work aiming at increasing qualification and depth. Thus, a project was developed called the "Programmers Club" as an applicable product of Design-Based Research (DBR), which prioritized diversified work involving investigative processes, structuring of real problems, diversity of materials, hands-on activities, and the elaboration of real and functional products with an impact on the everyday life of the community involved. The study was developed based on the composition of a group of 24 students, from a municipal public school, between 8 and 11 years old, in an after school program over the course of 2 years of studies, activities, and observation. The data generated were analyzed from the organization of 3 moments: the first looked at the cyclical and qualifying potential of DBR-based products, the second observed the coexistence of the 3 approaches in a natural and complementary way, and the third categorized the analysis from the items constructed in the guiding framework. These included (1) Previous knowledge; (2) 4 Ps; (3) Problematization; (4) Spiral of Learning; (5) Argumentative interactions; (6) Conceptual depth; (7) Creative freedom. In the end, the analyzes showed significant contributions to development of students, within the scope in the interpersonal, intrapersonal and cognitive realms, as well as promising contributions to science teaching, as advocated by the general competences of the BNCC.

Keywords: Creative learning; meaningful learning; research teaching; science teaching.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1: Linha do tempo da elaboração e implementação da BNCC
- Figura 2: Representação simples da interação entre a nova informação e os subsunçores
- Figura 3: Representação do processo de assimilação
- Figura 4: Papert e crianças com o robô tartaruga
- Figura 5: Espiral da aprendizagem criativa
- Figura 6: Características do ensino por investigação
- Figura 7: Ciclo de evolução em Design propostos
- Figura 8: Representação da qualificação da estrutura planejada ao longo do projeto
- Figura 9: Representação do ciclo completo do processo
- Figura 10: Previsão de planejamento do projeto ao longo de dois anos
- Figura 11: Estrutura final do projeto após reformulação ao longo do processo
- Figura 12: Robôs Artrópodes criados pelos alunos (escorpião, joaninha e aranha)
- Figura 13: Tela de pontuação, narrativa no *Scratch* e arenas de batalha dos robôs Artrópodes
- Figura 14: Protótipos de filtros artesanais
- Figura 15: Processo de criação da estação de análise da turbidez
- Figura 16: Momentos da atividade de mapeamento do local
- Figura 17: Mapa da represa com intervenções dos alunos
- Figura 18: Imagem dos lados da represa Billings separados pela rodovia Anchieta
- Figura 19: Anotações
- Figura 20: Explicação sobre pH e a forma de medição pela aluna
- Figura 21: Escala de pH projetada
- Figura 22: Exploração do kit de pH
- Figura 23: Telas da aula de introdução ao Arduino
- Figura 24: Explorando o Arduino
- Figura 25: Criação no *Scratch*, integrando o Arduino
- Figura 26: Construindo o filtro coletivo
- Figura 27: Analisando a água antes da filtragem
- Figura 28: Filtragem da amostra de água
- Figura 29: Filtro com intervenção
- Figura 30: Esquema sobre Amônia Tóxica
- Figura 31: Demonstração de sensores e substâncias
- Figura 32: Registro das Hipóteses construídas antes da fase 1

Figura 33: Registro do observado com a análise da água da represa

Figura 34: Registro das atividades de produção e sistematização da pesquisa

Figura 35: Registro fotográfico dos vídeos de acesso remoto das águas analisadas no microscópio da Unicamp

Figura 36: Anotações dos alunos após visualizarem os vídeos

Figura 37: Entrevista com especialista da Unicamp

Figura 38: Imagem do experimento da análise do pH e temperatura em 27/10/2016 e 16/11/2016

Figura 39: Anotação do grupo Calipso sobre a sua estação e indicação de valor de sensor.

Figura 40: Estações de análises da água criadas pelos alunos - temperatura, pH, turbidez e microscópica

Figura 41: Exemplo de telas da programação da estação de análise de turbidez e temperatura

Figura 42: Produção textual elaborada para o site planejado

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: As competências gerais da BNCC

Quadro 2: Adaptação das situações de ensino ideais para o processo investigativo da BNCC

Quadro 3: Relação de objetos de conhecimento e habilidades da unidade temática Vida e Evolução ao longo do ciclo inicial do Ensino Fundamental

Quadro 4: Relação de teóricos e seus princípios para as Metodologias Ativas

Quadro 5: Abordagens, vertentes teóricas e estratégias operacionais das Metodologias Ativas

Quadro 6: Framework de identificação e análise da Aprendizagem Criativa

Quadro 7: Os tipos de perguntas em aulas investigativas de Ciências

Quadro 8: Análise da qualidade da hipótese construída

Quadro 9: Framework construído para nortear o desenvolvimento do projeto implementado

Quadro 10: Design ideal projetado

Quadro 11: Horário de atendimento do projeto Clube de Programadores

Quadro 12: Distribuição das aulas e organização do projeto Artrópodes - com base no Design ideal projetado

Quadro 13: Distribuição das aulas do projeto Nossa Água com base no Design ideal projetado

Quadro 14: Distribuição das aulas esporádicas

Quadro 15: Evolução de aspectos comuns nas três fases dos projetos

Quadro 16: Exemplos de nível 1 e 3 do P de Pares

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AC	Aprendizagem Criativa
AEE	Atendimento Educacional Especializado
AS	Aprendizagem Significativa
BNCC	Base Nacional Comum Curricular
CEFAM	Centro Específico de Formação e Aperfeiçoamento do Magistério
CEP	Comitê de Ética em Pesquisa
CN	Ciências Naturais
DA	Deficiência Auditiva
DBR	Pesquisa Baseada no Design
DI	Deficiência Intelectual
DIP	Design Ideal Projetado
EaD	Educação a Distância
EG	Equipe Gestora
EI	Ensino por Investigação
EUA	Estados Unidos da América
FAPESP	Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo
HTPC	Horário de Trabalho Pedagógico Coletivo
LDR	Light Dependent Resistor
LED	Light Emitting Diode
LIBRAS	Língua Brasileira de Sinais
MA	Metodologias Ativas
NGSS	Next Generation Science Standards
PAPE	Professor de Apoio aos Programas Educacionais
PAPP	Professor de Apoio aos Projetos Pedagógicos
PCN	Parâmetros Curriculares Nacionais
PMSBC	Prefeitura Municipal de São Bernardo do Campo
PNE	Plano Nacional de Educação
PPP	Projeto Político Pedagógico
SBC	São Bernardo do Campo
SE	Secretaria de Educação
SEI	Sequência de Ensino Investigativa
TCLE	Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
UE	Unidade Escolar
UEPS	Unidades de Ensino Potencialmente Significativas
UFABC	Universidade Federal do ABC
USP	Universidade de São Paulo
ZDP	Zona de Desenvolvimento Proximal

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO	17
CAPÍTULO 1 - INTRODUÇÃO	21
Objetivo geral	22
Objetivos específicos	22
CAPÍTULO 2 – O DEBATE	25
Estratégias metodológicas para o ensino e a aprendizagem em ciências	25
Ensino de ciências nos anos iniciais do ensino fundamental	28
As Ciências da Natureza na BNCC: possibilidades e entraves	33
A BNCC e o processo investigativo	36
As contribuições das Metodologias Ativas para o ensino de ciências	41
Aprendizagem Significativa	47
Caracterização, evolução histórica e instrumentos	47
As contribuições da visão crítica para a formação integral	52
Aprendizagem Criativa	54
O construcionismo - caracterização e contexto histórico	54
Do construcionismo a Aprendizagem Criativa - princípios e propostas	59
Os princípios da Aprendizagem Criativa - os 4Ps, a Espiral da Aprendizagem Criativa e as condições de piso baixo, teto alto e paredes amplas	61
Possibilidades de recursos e materiais	67
Scratch	67
Entre princípios e recursos	70
Ensino Por Investigação	73
O Ensino de ciências e a Alfabetização científica	73
Ensino por Investigação enquanto abordagem didática	77
Perguntar, questionar, problematizar: o papel da problematização	80
Elaboração de hipóteses e o desenvolvimento argumentativo	84
Laboratório Didático: experimentos físicos e remotos	87
As 3 abordagens como possibilidades para o ensino de ciências e a formação integral	94
CAPÍTULO 3 - CONDIÇÕES DE TRABALHO	95
O desenho de um produto de intervenção	95
O <i>framework</i> e a estrutura planejada como design norteador	96
O ambiente e os recursos	100
Os participantes da pesquisa	104
Características do projeto como produto de intervenção	105
CAPÍTULO 4 - CAMINHAR METODOLÓGICO	107
Perspectivas e metodologias	107
Abordagens	109
Procedimentos de coleta de dados e análise	111
CAPÍTULO 5 - UM PRODUTO EM APLICAÇÃO	114

O projeto “Clube de Programadores”	114
Escolhas e resultados: uma retroalimentação	116
Organização das aulas	119
CAPÍTULO 6 – RESULTADOS ALCANÇADOS	129
Apresentação e análise dos dados	129
Momento 1 – o ciclo	130
Momento 2 – a unidade	135
Momento 3 – o mergulho	142
Categoria 1: Conhecimentos Prévios	142
Categoria 2: os 4 Ps	149
Categoria 3: Problematização	172
Categoria 4: Espiral da Aprendizagem Criativa	176
Categoria 5: Interações argumentativas	178
Categoria 6: Aprofundamento Conceitual	183
Categoria 7: Liberdade Criativa	193
COLETANDO PÉROLAS PELO CAMINHO	201
Conversa docente: aprendizados com o projeto	201
Gestão de aula: o papel fundamental do professor	201
CONSIDERAÇÕES FINAIS	212
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	220
ANEXOS	234
Anexo 1: Folheto sistematizador	234

Apresentação

A Educadora... A pesquisadora!

Considero que o meu caminhar na estrada da Educação iniciou muito antes da tomada da consciência profissional. Segundo relatos de familiares, minha brincadeira predileta entre irmãos, primos e bonecas era lecionar, reproduzindo o que já almejava: entrar na escola.

De fato, o tempo da escolha me encaminhou para o Magistério sem muita convicção. A brincadeira de criança já havia passado e o momento era de planejar carreiras mais ousadas, como Direito, uma paixão. Porém, a realidade humilde me fez seguir os conselhos de uma querida professora de Geografia da antiga 8ª série, Maria Inêz, que me orientou a concorrer a uma vaga no até então Centro Específico de Formação e Aperfeiçoamento do Magistério (CEFAM) e utilizar a carreira mais acessível para conquistar outros sonhos.

De início, já me convenci que aquela não era apenas uma mudança de rumo, mas também de postura, de vida. Pautado nos princípios Sócio-Constructivista-Interacionistas, o projeto do antigo CEFAM emanava o mantra do construtivismo apoiado na tríade de base para sua sustentação, ou seja, Piaget, Vygotsky e Wallon. Com muita estranheza, o contato com este universo me abriu diversas portas: da criticidade, da política, da luta e da liberdade. Depois, do encantamento com a Educação, vivenciado nas aulas, nas teorias e no estágio. Ainda assim, tudo parecia um conto distante.

Um ano depois de me formar como professora por meio do Magistério, com 19 anos, prestei o meu primeiro concurso com a convicção e esforço de quem precisava entrar neste universo real. Abri mão de muitas coisas, como um janeiro de férias da juventude, para ser recompensada com um cargo que, entre a seleção e a tomada de posse, transcorreu apenas 32 dias. Assim, pisei em minha primeira sala de aula no dia 22 de fevereiro de 1999.

Desmotivada e sem chão, me vi sem experiência, com uma turma de 2ª série, e, poucos anos depois, soube que nove dos meus 28 alunos foram diagnosticados com algum comprometimento cognitivo. Mesmo com todos os motivos para “parar e descer”, buscar outros caminhos, decidi seguir e procurar ajuda em formações. Foram dezenas de cursos sobre alfabetização, matemática, jogos, brincadeiras, música e tudo o que poderia contribuir para a minha prática. No fim deste mesmo ano, abri mão da matrícula na

faculdade para assumir a maternidade inesperada.

Anos depois, em 2003, a oportunidade de fazer a graduação veio em uma parceria entre a Universidade de São Paulo (USP) e a Prefeitura Municipal de São Bernardo do Campo (PMSBC). Abracei de peito aberto e grandes expectativas. Nessa época, a minha experiência como professora alfabetizadora já refletia com grande sucesso o meu caminhar formativo. Ainda nesse ano, recebi o convite para assumir o laboratório de Informática de minha escola, através de um programa que há um ano havia sido implantado na rede municipal e pelo qual meus olhos brilhavam enquanto professora.

Sem experiência nenhuma, tendo adquirido o meu primeiro computador há apenas seis meses e grávida do meu segundo filho, decidi aceitar o desafio e apostar nos resultados.

E eis que me apaixono perdidamente!!!

Neste período, aprendi que no meu vocabulário não existia o termo “eu não consigo” e que “fuçar” era a forma mais gostosa de aprender. Já nessa época tomava conhecimento de um incômodo que iria me perseguir até os dias de hoje: a limitação, a reprodução, a mesmice... A tecnologia como reprodutora de uma educação quadrada e bancária.

Entre os anos de 2004 e 2006, período em que inaugurei e conduzi os trabalhos no laboratório da EMEB Lopes Trovão, busquei a inovação ao cutucar os professores para o desenvolvimento de atividades interessantes e motivadoras. Os meus portfólios da época já apresentavam propostas de animação à robótica, de comunicação virtual à produção de documentário. Finalizei o ano aceitando o convite para compor a Equipe Referência de acompanhamento e formação dos Professores de Apoio aos Programas Educacionais (Pape), implantação de novos laboratórios e projetos.

Durante a permanência nesta equipe, as janelas do meu mundo foram escancaradas. Foi ali que me descobri uma formadora e uma coordenadora presente e motivada. A equipe da qual fiz parte e que criou um vínculo de amizade além PMSBC tinha um perfil a qual julgo fundamental: do professor pesquisador e reflexivo. Tínhamos sede de aprender e de conhecer pessoas que contribuíssem com o dia a dia do laboratório. Foram inúmeros congressos, eventos e seminários, além das assessorias de qualidade ímpar que tivemos, com os professores Jarbas Novelino, José M. Moran, Stella Piconez, Cesar Nunes, entre outros.

Estávamos sempre à frente em busca de formação para as nossas Papes e inovação para as nossas crianças. Porém, em 2009, a mudança política achou por bem diluir este grupo para o atendimento nos laboratórios vazios, extinguindo a Equipe Referência.

O momento de retorno ao laboratório foi sem dúvida uma mudança de postura na minha vida profissional. Eu iniciava a minha primeira especialização que complementava a graduação e me dava habilitação em Gestão Educacional. Em seguida, abraçava a oportunidade de me voltar para a EaD com a especialização em Gestão de EaD. Este movimento de voltar ao contato com as crianças com uma bagagem reflexiva muito maior serviu para validar muitas coisas e rever várias crenças. Olhar a prática do outro com a coordenação da função e me enxergar nela ou não, foi muito válido.

Foi neste processo de ação-reflexão-ação, a tão conhecida práxis educativa, que, por anos, era apenas uma teoria bonita, que me vi instigada a mover-me em busca de mais fundamento, de mais teoria, mais embasamento. Já não mais me cabiam as especializações. Era hora de iluminar a minha prática com pesquisa e contribuição de grandes educadores, não apenas para conquistar mais um título, mas sim para aproximar o fazer cotidiano do ensino fundamental I da academia.

A motivação para a busca pelo mestrado no programa de ensino de ciências partiu da minha visibilidade em reconhecer o potencial da tecnologia na Educação. Ver o quanto os alunos se envolviam com ela, o quanto o seu uso os instigava. Da mesma forma, via que a curiosidade inerente frente aos eventos das ciências naturais era uma constante. Mas o que resultaria da junção de ambos? Afinal, para o ensino de ciências, as contribuições seriam significativas ou continuariam no campo motivacional?

Já no início, o contato com as disciplinas e leituras sobre o ensino de ciências contribuiu de forma significativa para outras áreas. Passou a fazer muito mais sentido os jargões educacionais da função social e contextualização educacional, da mesma maneira que compreender os aspectos da investigação científica e do ensino por investigação passou a impactar o meu cotidiano no laboratório.

Na época da defesa do mestrado, em 2014, a qual descobria respostas motivadoras, com a junção da tecnologia e o ensino de ciências, jogando luz para a intencionalidade pedagógica, comecei a me incomodar demasiadamente com os textos e publicações que afirmavam que o trabalho com linguagem de programação desde muito cedo contribuía para o desenvolvimento de habilidades e competências nos

cidadãos do século XXI. Concordava em muitos aspectos com tais publicações, porém me incomodava que tais contribuições ficavam no âmbito futuro, como se trabalhasse aqui para alguém colher os resultados adiante. E se não houvesse? Era preciso parar e investigar um pouco tudo isso.

Ao mesmo tempo, como uma contribuição inesperada, a falta de condições estruturais para o trabalho “tipicamente padrão” no laboratório de informática me fez voltar o olhar para estratégias diferenciadas que pudessem fazer a diferença no trabalho realizado, utilizando organizações grupais, materiais acessíveis e intervenções mais mediadoras.

Ora, o pulo do gato!

O passar dos anos, a entrada no doutorado, o incômodo sempre crescente, a descoberta da lista de discussão sobre a aprendizagem criativa, que tempos depois se tornaria a Rede Brasileira de Aprendizagem Criativa, e a ânsia em investigar se aquele incômodo tinha fundamento ou não, me colocavam mais uma vez na caminhada. Era hora de juntar tudo, resultados conquistados, novos incômodos, descobertas motivadoras e a constante necessidade de aprender e compartilhar.

O fato é que quanto mais eu busco, pesquiso e aprofundo, mais quero praticar, mais tenho para pesquisar. Vejo minhas angústias e indagações mudarem de direção constantemente e me motivarem a seguir em frente. Certa vez, ouvi uma antiga figura importante de minha rede de trabalho dizer que quem faz mestrado e doutorado não quer mais sala de aula, mas sou obrigada a discordar. Esta ânsia em buscar, que foi potencializada com a pesquisa, só faz sentido se eu puder transformar a minha prática, contribuir para a prática do outro e mostrar, no dia a dia, que é possível.

Talvez por isso, hoje a relação entre a educadora e a pesquisadora já não tenha distinção dentro de mim e seja um ciclo de busca e renovação constante!

Capítulo 1 - Introdução

A realidade pouco convidativa do ensino de ciências, onde se torna consensual que a abordagem e tratamento dos seus conteúdos no ensino básico se dá de forma informativa e meramente ilustrativa, apresenta um cenário carente de ação e de mudanças.

Autores como Malacarne e Strieder (2009) tecem uma crítica fundamentada sobre a forma que o ensino de ciências nesta modalidade educativa é conduzido, tomando como base o que se passa dentro da sala de aula, pouco contribuindo para a educação científica. A esse respeito, Zancan (2000) sustenta:

O desafio é criar um sistema educacional que explore a curiosidade das crianças e mantenha a sua motivação para apreender através da vida. As escolas precisam se constituir em ambientes estimulantes, em que o ensino de matemática e da ciência signifique a capacidade de transformação. A educação deve habilitar o jovem a trabalhar em equipe, a apreender por si mesmo, a ser capaz de resolver problemas, confiar em suas potencialidades, ter integridade pessoal, iniciativa e capacidade de inovar. Ela deve estimular a criatividade e dar a todos a perspectiva de sucesso. (ZANCAN, 2000, p.06)

Diante desta fadada realidade, a ânsia por buscar meios para revolucionar o cotidiano das salas de aula se mostra urgente e necessária. Nessa maré de desventura, questiona-se por onde começar tal revolução, se há tempos os sinais de desgaste já se mostram, desde a formação inicial docente (AZEVEDO, 2008), passando pelo pouco investimento em recursos e estrutura (MELO, CAMPOS; ALMEIDA, 2015), até chegar na gestão de sala e na continuidade formativa necessária (VIANA; CARVALHO, 2000).

O que fazer? O que considerar? De onde partir?

Sabe-se que a aprendizagem se torna mais significativa e funcional quando é dada aos alunos a oportunidade de vivenciarem situações que estão representadas nos livros didáticos, nos materiais de apoio e nas aulas dos professores, de forma criativa e investigativa. Sabe-se ainda que o valor atribuído à aprendizagem tem o potencial de transformar tal realidade, pois a coloca no centro do processo, como forma de partida e de chegada.

Assim, nessa evidência atribuída às aprendizagens, olhar para a Base Nacional Comum Curricular - BNCC (BRASIL, 2017), tendo em vista sua estrutura a partir dos direitos de aprendizagens e das metas do Plano Nacional de Educação (PNE) aparenta, de imediato, ser um caminho frutuoso, porém, nada simples, considerando a tensão desprendida

entre suas vantagens e pontos de preocupação, para o bem ou para o mal.

Trazer à tona tal debate, colocando na mesa a realidade, o esperado e os possíveis caminhos para chegar ao objetivo estabelecido, com práticas exitosas e frutuosas, parece ser um bom início de estudos. Assim, a apresentação do delineamento desta pesquisa e as escolhas que a compõem e conseqüentemente a definem, são necessárias para o debate.

Como ponto de partida é essencial elucidar que o foco de interesse e objeto desta pesquisa se deu de forma gradativa a partir de experiências advindas do trabalho cotidiano de sala de aula, no desenvolvimento de projetos e de mediações nas relações entre aluno, professor e o uso de espaços, materiais diversos e recursos tecnológicos, disponíveis em uma escola da rede municipal de São Bernardo do Campo - SP.

O **problema central** deste trabalho busca entender se seria possível avaliar como a utilização de estratégias diferenciadas e a adoção de abordagens e metodologias ativas, como a aprendizagem criativa, significativa e o ensino por investigação, podem contribuir para formação integral do cidadão e à educação científica.

Com base nesta questão, foram delineados os seguintes objetivos:

Objetivo geral

- Analisar as contribuições do trabalho com abordagens e metodologias ativas para o desenvolvimento de uma nova postura perante a sociedade e ao conhecimento, de forma observável e identificável, bem como suas contribuições para o desenvolvimento da educação científica em um grupo de alunos de idades variadas, no ensino público.

Objetivos específicos

- Fomentar os processos de aprendizagens de conteúdos voltados às ciências naturais, na condução de propostas para a construção de produtos físicos e/ou programáveis como sistematizadores do conhecimento construído.
- Investigar as modificações nas relações interpessoais estabelecidas na comunidade escolar e familiar, no tocante à exposição, argumentação, sustentação e compartilhamento de ideias.
- Observar a formação intrapessoal no contato com regras, interação grupal e no trato com emoções, bem como a tomada de decisões e responsabilidades pessoais.
- Analisar os impactos diretos para o desenvolvimento de uma postura técnica

perante os novos conteúdos, contribuindo para a educação científica almejada.

Assim, visando promover o debate fundamental para o embasamento da pesquisa, o capítulo 2 apresenta os aspectos teóricos que fundamentam a mesma, tecendo uma relação entre o arcabouço acadêmico que ilumina e subsidia as escolhas metodológicas e de desenvolvimento. Para iniciar o debate, buscou-se nos documentos oficiais e referenciais condições que poderiam respaldar e orientar a tomada de decisões, prezando pela equidade de condições e oportunidades. Para tanto, apoia-se no papel imprescindível que a aprendizagem desempenha no PNE e na BNCC, destacando as evidências esperadas no desenvolvimento integral do aluno e evidenciando o quanto pode promover ou limitar um ensino de ciências que corresponda seus objetivos iniciais.

Destacam-se na sequência as contribuições das premissas das metodologias ativas como caminho frutuoso para alcançar resultados inspiradores para o ensino de ciências, reconhecendo a necessidade de buscar estratégias que coloquem a aprendizagem no centro do processo e o aluno como ator em destaque na construção do conhecimento. Das abordagens, vertentes e/ou estratégias operacionais que perfazem as metodologias ativas, foram escolhidas as que figuram a Aprendizagem Significativa, Aprendizagem Criativa e o Ensino por Investigação como caminho de possibilidades capazes de alcançar o que o ensino de ciências preconiza em sua literatura e, conseqüentemente, atinge as competências gerais listadas na BNCC.

Em relação à Aprendizagem Significativa, após situar historicamente os avanços da abordagem/teoria, foca-se nas contribuições de Moreira (2000; 2011) e demais autores correlatos, que destacam as contribuições da abordagem em sua vertente Crítica, como a que apresenta aspectos condizentes com o proposto inicialmente. Da mesma forma, em relação à Aprendizagem Criativa, após as considerações acerca do construcionismo, parte-se dos avanços e princípios que dão corpo à abordagem, dando-lhe condições para adentrar a sala de aula em sua diversidade de estratégias e recursos. No tocante ao Ensino por investigação, o aspecto inerente ao desenvolvimento argumentativo e às iniciativas investigativas que compõe o cenário da alfabetização científica somará ao proposto.

O capítulo 3 organiza as condições de trabalho para o desenvolvimento de um cenário propício à articulação entre teoria e prática. A metodologia de trabalho possibilitou olhar para o arcabouço teórico-metodológico e para abertura possibilitada pela Pesquisa Baseada em Design (DBR), de modo a permitir a criação de instrumentos norteadores para o projeto e análise dos dados gerados. O *framework* norteador foi criado com o propósito de

articular os pontos em destaque de cada abordagem escolhida, a bem de conduzir um desenho coeso e iluminar escolhas para o desenvolvimento do projeto. O *design ideal projetado* foi criado com base no *framework* e alicerçou todo o planejamento das aulas do projeto, traduzindo os princípios de cada abordagem em condições reais e articuláveis na prática pedagógica cotidiana.

Em relação à metodologia de pesquisa no capítulo 4, o posicionamento em relação às perspectivas epistemológicas e teóricas, bem como as escolhas de abordagens e instrumentos, foram feitos de modo a manter uma coerência entre a construção teórico-acadêmica e a efetivação dos passos concretos das atividades, tomando como referência, do início ao fim, a aprendizagem em sua perspectiva colaborativa, construtiva e transformadora.

O capítulo 5 traz em destaque o projeto elaborado para aplicação da pesquisa e seu desenvolvimento, bem como as nuances e modificações que o caracterizaram como flexível e acessível aos alunos, pertencentes do mesmo. É possível enxergar o valor do *design ideal projetado* espelhado em cada escolha e decisão docente ou discente, validando sua aplicação como instrumento norteador do processo.

O capítulo 6, organizado primeiramente em três momentos distintos, apresenta a organização e análise dos dados sob a perspectiva cíclica da DBR, no momento 1 – o ciclo, e a coexistência das 3 abordagens, no momento 2 – a unidade. O momento 3 – um mergulho, foi organizado em categorias criadas com base no *framework norteador* e promove o debate entre os dados gerados e capturados no desenvolvimento da pesquisa prática, com os autores que subsidiaram as escolhas teóricas. Muito do construído colabora para a validação de evidências citadas teoricamente, bem como explora aspectos inovadores e apresenta *insights* significativos.

Por fim, na seção “preciosas aprendizagens”, considerada como uma conversa franca e aberta entre professores, são apresentadas dicas que se tornaram coringas para a realização da aplicação prática.

Nas considerações finais, buscou-se resgatar os pressupostos destacados, olhando para os objetivos almejados com a pesquisa, e o quanto tais escolhas apresentaram condições reflexivas, na articulação de abordagens mais centradas no aluno, tendo em vista a efetivação de um ensino de ciências mais próximo do cotidiano. Evidencia também o valor de planejamentos apoiados em metodologias abertas ao replanejamento constante. Ao mesmo tempo, destaca a necessidade de investimento contínuo na ação docente, visando à aprendizagem efetiva dos alunos.

Capítulo 2 – O debate

Estratégias metodológicas para o ensino e a aprendizagem em ciências

É sabido que o principal objetivo da educação é garantir a aprendizagem dos educandos, independente de tempo, espaço ou idade. Sendo a escola um local de fomento educacional, entende-se que nela existem, dentre outras intenções, práticas que garantam a aprendizagem dos alunos a partir de estratégias de ensino variadas.

Ainda que pareça simples e determinada naturalmente, a relação entre o ensino e a aprendizagem carrega uma tensão e uma corresponsabilidade recíproca, quase indissociável. Para Kubo e Botomé (2001), tais relações fogem das definições simplistas do substantivo ou da ação dos verbos, passando a assumir papéis claramente definidos neste processo de mediação dialética (ALMEIDA; GRUBISICH, 2011), onde a posição assumida por um ou por outro, em demasiado valor, pode determinar também o papel atribuídos aos atores desse processo.

Ao tomar tal relação como ponto central desta discussão, é preciso aprofundar a compreensão dos aspectos que evidenciam as falhas e os que apontam possibilidades de acertos ao longo da vida escolar dos alunos. Desta forma, partiu-se dos documentos oficiais orientadores como estratégia para transitar nos dois lados dessa mesma moeda. Assim, como referencial mais atual, a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) mostra-se um campo largo para iniciar este debate.

Reconhecendo o cenário ambíguo que perfaz a escrita e implementação da BNCC na educação brasileira, levantou-se os pontos e contrapontos que justificam e colaboram para a manutenção da discussão, devido a importância de conhecer e ter clareza dos argumentos que cercam ambos os lados, mesmo reconhecendo não ser foco deste estudo sustentar enfaticamente qualquer um deles. Sobre as disposições contrárias, Franco e Munford (2018) destacam:

Os posicionamentos sobre a ideia de uma base curricular variaram dentro de um *continuum* desde completamente favorável a completamente contra. Os argumentos favoráveis, em geral, defendiam a noção de um mesmo ensino “mínimo acessível a todos” enquanto argumentos contra, entendiam a proposta como “homogeneização e imposição de identidades”. Cabe destacar que

a maioria dos posicionamentos, a favor ou contra, indicou preocupação sobre como a proposta iria lidar com as diversidades locais, questão central no contexto brasileiro. (FRANCO; MUNFORD, 2018, p. 159)

Apesar de considerar as críticas de estudiosos que evidenciam na BNCC as contribuições e pontos questionáveis desde a primeira versão (BLIKSTEIN; HOCHGREB-HAEGELE, 2016; CORAZZA, 2016; FRANCO; MUNFORD, 2018; HELENO, 2017; NEIRA, 2017; SANTOS; DINIZ; PEREIRA, 2016; TONEGUTTI, 2016), principalmente no tocante aos anos iniciais do ensino fundamental e ao ensino de ciências e entendendo ainda a necessidade de deitar um olhar apurado, crítico e profundo acerca do cenário implícito e explícito em que está inserida, ainda assim optou-se por partir deste instrumento.

Tal escolha se deu ao eleger a aprendizagem e conseqüentemente o ensino, como eixo central deste trabalho, da mesma forma como se apresenta na BNCC. Estruturada a partir da garantia de assegurar as aprendizagens essenciais a todos os alunos (BRASIL, 2017), a BNCC tem sua elaboração a partir da constituição brasileira de 1988 e do Plano Nacional de Educação (PNE - BRASIL, 2014), que projeta ações para os 10 anos seguintes, como destaca:

Nesse sentido, consoante aos marcos legais anteriores, o PNE afirma a importância de uma base nacional comum curricular para o Brasil, com o foco na aprendizagem como estratégia para fomentar a qualidade da Educação Básica em todas as etapas e modalidades (meta 7), referindo-se a direitos e objetivos de aprendizagem e desenvolvimento. (BRASIL, 2017, p.12)

Ainda que haja críticas que nos remetem ao retrocesso democrático e político na educação (CORAZZA, 2016; NEIRA, 2017), ao risco da falta de autonomia docente e à padronização exagerada (SANTOS; DINIZ-PEREIRA, 2016), ao empobrecimento do documento, logo, dos objetivos norteadores ao longo das versões (BLIKSTEIN; HOCHGREB-HAEGELE, 2016) ou ainda à aproximação com intencionalidades mais neoliberais na educação (TARGINO, 2018), a opção pela sua adoção visa considerar os aspectos que se alinham com ensino e aprendizagens e que remetem a formação integral do sujeito (PESTANA, 2014) para muito além da simples ampliação de carga horária.

Considerando tal objetivo de formação e a estrutura por competências gerais (Quadro 1) que alicerça a BNCC, entende-se que o movimento educacional a fim de alcançar o maior número de competências possíveis nos alunos seja um dos caminhos possíveis para

que a aprendizagem esteja no centro do processo e, conseqüentemente, a formação integral seja alcançada.

Quadro 1 - As competências gerais da BNCC

Competências Gerais Da Base Nacional Comum Curricular	
Número	Descrição
1	Valorizar e utilizar os conhecimentos historicamente construídos sobre o mundo físico, social, cultural e digital para entender e explicar a realidade, continuar aprendendo e colaborar para a construção de uma sociedade justa, democrática e inclusiva.
2	Exercitar a curiosidade intelectual e recorrer à abordagem própria das ciências, incluindo a investigação, a reflexão, a análise crítica, a imaginação e a criatividade, para investigar causas, elaborar e testar hipóteses, formular e resolver problemas e criar soluções (inclusive tecnológicas) com base nos conhecimentos das diferentes áreas.
3	Valorizar e fruir as diversas manifestações artísticas e culturais, das locais às mundiais, e também participar de práticas diversificadas da produção artístico-cultural.
4	Utilizar diferentes linguagens – verbal (oral ou visual-motora, como Libras, e escrita), corporal, visual, sonora e digital – bem como conhecimentos das linguagens artísticas, matemática e científica, para se expressar e partilhar informações, experiências, ideias e sentimentos em diferentes contextos e produzir sentidos que levem ao entendimento mútuo.
5	Compreender, utilizar e criar tecnologias digitais de informação e comunicação de forma crítica, significativa, reflexiva e ética nas diversas práticas sociais (incluindo as escolares) para se comunicar, acessar e disseminar informações, produzir conhecimentos, resolver problemas e exercer protagonismo e autoria na vida pessoal e coletiva.
6	Valorizar a diversidade de saberes e vivências culturais e apropriar-se de conhecimentos e experiências que lhe possibilitem entender as relações próprias do mundo do trabalho e fazer escolhas alinhadas ao exercício da cidadania e ao seu projeto de vida, com liberdade, autonomia, consciência crítica e responsabilidade.
7	Argumentar com base em fatos, dados e informações confiáveis, para formular, negociar e defender ideias, pontos de vista e decisões comuns que respeitem e promovam os direitos humanos, a consciência socioambiental e o consumo responsável em âmbito local, regional e global, com posicionamento ético em relação ao cuidado de si mesmo, dos outros e do planeta.
8	Conhecer-se, apreciar-se e cuidar de sua saúde física e emocional, compreendendo-se na diversidade humana e reconhecendo suas emoções e as dos outros, com autocrítica e capacidade para lidar com elas.

9	Exercitar a empatia, o diálogo, a resolução de conflitos e a cooperação, fazendo-se respeitar e promovendo o respeito ao outro e aos direitos humanos, com acolhimento e valorização da diversidade de indivíduos e de grupos sociais, seus saberes, identidades culturais e potencialidades, sem preconceitos de qualquer natureza.,
10	Agir pessoal e coletivamente com autonomia, responsabilidade, flexibilidade, resiliência e determinação, tomando decisões com base em princípios éticos, democráticos, inclusivos, sustentáveis e solidários.

Fonte: Do autor, baseada nas 10 competências da BNCC. BRASIL, 2017

Desta forma, considerar a BNCC como um ponto de partida, levando em conta também suas limitações, contextos e tensões, contribui para a reflexão acerca do cenário educacional vigente, bem como das projeções de estratégias que possam se aproximar de tal formação.

Assim, com vistas na compreensão do papel da aprendizagem descrito na BNCC, assim como no fomento à premissa da formação integral para a vida, capazes de proporcionar inferência, argumentação, investigação, criticidade, tomada de decisões e produção autoral, criativa e ativa, esta pesquisa parte para um estudo mais aprofundado, tendo as ciências da natureza como foco de trabalho.

Para tanto, objetiva-se reconhecer o cenário atual que envolve o ensino de ciências nos anos iniciais do ensino fundamental, bem como o levantamento de possibilidades de transformações pautadas em estratégias metodológicas que miram na aprendizagem do aluno, o colocando no centro deste processo, e conseqüentemente, fazendo o professor repensar a sua prática, ou seja, impactando também o ensino.

Ensino de ciências nos anos iniciais do ensino fundamental

Os anos iniciais do ensino fundamental¹ são um campo fértil para o trabalho com os conteúdos, uma vez que conta com a curiosidade inerente àqueles que estão ávidos por novas descobertas, pois “as crianças são curiosas e é esta curiosidade que move o seu interesse, que favorece as ampliações, que provoca aprendizagens, que desenvolve capacidades”. (CORSINO, 2007, p.40) A partir desta premissa, poderia se concluir que esta etapa da vida escolar é transposta sem maiores sobressaltos.

¹ Os anos iniciais do ensino fundamental, segundo a legislação brasileira (BRASIL, 2004), correspondem do 1º ao 5º ano, com alunos em uma faixa-etária de seis a aproximadamente 10 anos, salvo condições atípicas de reprovação, matrícula tardia e/ou reclassificação.

Porém, a realidade se apresenta tão desestimulante quanto é a aprendizagem de ciências para a maioria dos alunos. São inúmeros os problemas apontados por pesquisadores nos últimos anos (LORENZETTI; DELIZOICOV, 2001; FIN; MALACARNE, 2012; KRASILCHICK; MARANDINO, 2007), como a desmotivação, a falta de preparo formativo, a falta de recursos ou suporte e o distanciamento desencorajador dos conteúdos com a vida.

A este respeito, Lorenzetti e Delizoicov apontam que

Os alunos não são ensinados como fazer conexões críticas entre os conhecimentos sistematizados pela escola com os assuntos de suas vidas. Os educadores deveriam propiciar aos alunos a visão de que a Ciência, como as outras áreas, é parte de seu mundo e não um conteúdo separado, dissociado da sua realidade. (LORENZETTI; DELIZOICOV, 2001, p.51)

Basta somar ao distanciamento dos conteúdos com o cotidiano, as estratégias pouco atraentes e demasiadamente passivas, para termos uma realidade desencorajante e meramente ilustrativa. Para Santana-filho, Santana e Campos (2011), o que é realizado com regularidade nas salas de aula é um “ensino livresco, decoreba, acrítico e a-histórico” (p.04) que pouco estimula a participação dos alunos.

Como resultado, têm uma visão de ciências deturpada, onde a mesma é considerada inacessível, linear, estereotipada, passiva (GIL PÉREZ et al, 2001) e constantemente reproduzida aos alunos, anos após anos.

Diante dos dados, é passível de tentativa a indicação de uma variedade de motivos ou justificativas que trabalham na manutenção desta realidade. Seja pela formação generalista e insuficiente do professor dos anos iniciais do ensino fundamental (GUISSO; COELHO, 2017; BRICCIA; CARVALHO, 2016; GUALBERTO; ALMEIDA, 2009; LIMA; MAUÊS, 2006), pela dificuldade em suprir esta lacuna através da formação continuada de qualidade, que garanta envolver uma visão mais aprofundada e reflexiva do ensino de ciências (VIANNA; CARVALHO, 2000; SEIXAS; CALABRÓ; SOUSA, 2017) ou ainda pelo uso excessivo e/ou dependência dos livros didáticos como suporte exclusivo de conceituação, ilustração e diversificação das aulas (PRETTO, 1995).

De fato, conhecer as causas que sustentam este cenário é de suma importância para buscar alternativas de intervir e superá-lo, de modo que o ensino de ciências passe a ser visto, ou melhor, conduzido com qualidade, potencial transformador e socialmente significativo, nos primeiros anos do ensino fundamental, uma vez que já nessa fase a criança

“é cidadã que se constrói através de inúmeros atos interativos com os outros e com o meio em que vive”. (SANTANA-FILHO; SANTANA; CAMPO, 2011, p.02) Apesar de ser um desafio, atingir um patamar de qualidade não é impossível, desde que sejam respeitadas cada fase e condições para atuar.

Mas, se tratando de ensino fundamental, anos iniciais, é possível pensar e conceber um ensino de ciências que garanta qualidade, contexto e significado aos alunos?

No início dos primeiros anos do ensino fundamental, quando os alunos estão saindo da educação infantil, onde a estrutura organizativa é menos dura e mais acessível, o trabalho com as ciências da natureza pode ser uma porta convidativa para adentrar nesta nova modalidade escolar, ao passo que ela permite o trabalho articulado com outras áreas sem necessariamente compartimentar tudo em caixas, grades e horários estanques.

Nesse sentido e em relação à aquisição do código, Viecheneski, Lorenzetti e Carletto (2012, p.860) destacam que o trabalho com as ciências naturais “articulado ao processo de aquisição da língua materna, pode contribuir para que as atividades de leitura e escrita sejam contextualizadas e repletas de significados para os alunos”, dando funcionalidade a ambos os processos. Porém, há de se atentar para as especificidades de cada etapa da escolarização, mesmo se tratando dos anos iniciais do ensino fundamental, que compreende dos seis aos 10 anos.

Para as primeiras etapas deste ciclo, Corsino (2007) aponta que

Na área das Ciências Naturais, o objetivo é ampliar a curiosidade das crianças, incentivá-las a levantar hipóteses e a construir conhecimentos sobre os fenômenos físicos e químicos, sobre os seres vivos e sobre a relação entre o homem e a natureza e entre o homem e as tecnologias. É importante organizar os tempos e os espaços da escola para favorecer o contato das crianças com a natureza e com as tecnologias, possibilitando, assim, a observação, a experimentação, o debate e a ampliação de conhecimentos científicos. As atividades didáticas dessa área têm como finalidade desafiar as crianças, levá-las a prever resultados, a simular situações, a elaborar hipóteses, a refletir sobre as situações do cotidiano, a se posicionar como parte da natureza e membro de uma espécie – entre tantas outras espécies do planeta –, estabelecendo as mais diversas relações e percebendo o significado dos saberes dessa área com suas ações do cotidiano. (CORSINO, 2007, p.59)

Ao passo que os anos se completam, os conteúdos curriculares vão [e devem ir] ganhando aprofundamento (CAMPOS; NIGRO, 1999) e outras ligações com o cotidiano, porém as estratégias também vão se endurecendo, ao rigor da “disciplina” e das pressões da burocracia. Nesta etapa onde os alunos estão próximos ao final deste ciclo inicial, o

amadurecimento inerente à idade pode propiciar condições para relações mais elaboradas, construção de hipóteses mais bem estruturadas e motivações maiores que a simples satisfação da curiosidade.

Apesar de pouco explorada em sala de aula, esta etapa da escolarização tem potencial minimamente para “propiciar iniciativas para que os alunos saibam como e onde buscar os conhecimentos que necessitam para a sua vida diária” (LORENZETTI; DELIZOICOV, 2001, p.51), através do desenvolvimento de uma postura mais pró ativa, muito embora há pesquisadores que defendem a capacidade de atingir patamares superiores através da alfabetização científica (LORENZETTI; DELIZOICOV, 2001; CHASSOT, 2003; SASSERON; CARVALHO, 2008; 2011; VIECHENESKI, LORENZETTI; CARLETTO, 2012; SASSERON, 2015).

Muitas são as vantagens para o investimento em um ensino de ciências cada vez mais vivo e próximo do aluno. Entre elas, pode-se destacar a relação elaborada pela Unesco e utilizada por Harlen (1994). A este respeito o autor aponta que

- As ciências podem ajudar as crianças a pensar de maneira lógica sobre os fatos cotidianos e a resolver problemas práticos simples.
- As ciências, e suas aplicações tecnológicas, podem ajudar a melhorar a qualidade de vida das pessoas. As ciências e a tecnologia são atividades socialmente úteis que esperamos sejam familiares às crianças. Dado que o mundo tende a orientar-se cada vez mais num sentido científico e tecnológico, é importante que os futuros cidadãos se preparem para viver nele.
- As ciências podem promover o desenvolvimento intelectual das crianças.
- As ciências podem ajudar positivamente as crianças em outras áreas, especialmente em linguagem e matemática.
- Numerosas crianças de muitos países deixam de estudar ao acabar a escola primária, sendo esta a única oportunidade de que dispõem para explorar seu ambiente de um modo lógico e sistemático.
- As ciências nas escolas primárias podem ser realmente divertidas. (UNESCO apud HARLEN, 1994, p. 28-29)

Desde 1993, a organização publica em seus relatórios indicadores e orientações que contribuem para a discussão sempre atual sobre a importância do ensino de ciências. A relevância é tão indiscutível e a pertinência tão atual, que pouco se modifica nos relatórios subsequentes, permanecendo sempre um debate atualizado e necessário. No debate levantado em 2005, sobre o risco do futuro das ciências, a organização alegou que “é preciso, urgentemente, provocar uma mudança nas escolas e na maneira como tem sido tratado o ensino de ciências nos espaços destinados à aprendizagem” (UNESCO, 2005, p.05) e

reafirmou a sua importância na discussão no relatório das Ciências rumo a 2030 (UNESCO, 2015).

Diante de uma formação defasada, um ensino desestimulante e de pesquisadores que apontam para a necessidade de repensar o ensino de ciências (FOUREZ, 2013; BORGES, 2012), qual o caminho ideal para o professor percorrer? Onde ele encontrará suporte e orientação para repensar a sua prática? Como atingir a essa classe que, dentre os diversos aspectos da sua diversidade, há uma grande parcela bastante distante da academia e de novas pesquisas?

De fato, seria ilusório acreditar que haveria condições de listar respostas que atendessem à todas as perguntas acima, mesmo havendo um leque de trabalhos que buscam soluções para a defasagem formativa (CARVALHO, 2002; ABRAHÃO; CARVALHO, 2002, AZEVEDO, 2008; CARVALHO; GIL-PÉREZ, 2011; AUGUSTO; AMARAL, 2014) e a aproximação da academia com a sala de aula. Porém, dentre as poucas certezas que existem, o apoio extremo e nocivo em materiais orientadores é uma delas.

Apesar de pouco explorada academicamente, viu-se, na rotina cotidiana da escola, uma cultura de dependência de muitos materiais orientadores se prolongar por um tempo maior que o esperado. Desde o lançamento dos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) em 1997 (BRASIL, 1997), o uso que os professores fizeram da coleção, na maioria das vezes, excedeu a intencionalidade do apoio e subsídio. Não era raro ver docentes, de modalidades diversas, manterem uma relação de quase dependência com tais materiais, mesmo diante da sua abrangência tão ampla, pois, conforme afirma Nunes, “os PCN têm sido apontados como referência para a elaboração de planejamentos nas escolas e mesmo para realização de avaliações do sistema escolar” (NUNES, 2012, p.93), o que não gera tanta estranheza, uma vez que a intencionalidade de sua criação tenha objetivos tão explícitos, como descreve Teixeira e Lessa (2011):

[...]tiveram o objetivo de influenciar o processo de ensino aprendizagem, a formação de professores, a produção de materiais didáticos e os processos avaliativos dos sistemas de ensino em âmbito nacional. Tornaram-se matriz de referência para a Prova Brasil (Teixeira, 2000). Constaram dos temas a serem arguidos em vários concursos para professores em várias redes brasileiras [...] (TEIXEIRA; LESSA, 2011, P.38).

Após mais de duas décadas de discussões acerca da pertinência dos PCN, da qualidade, forma de uso e impacto educacional, iniciou-se um debate sobre a BNCC (Brasil, 2017), que assume a mesma função que o anterior, porém com características muito próprias.

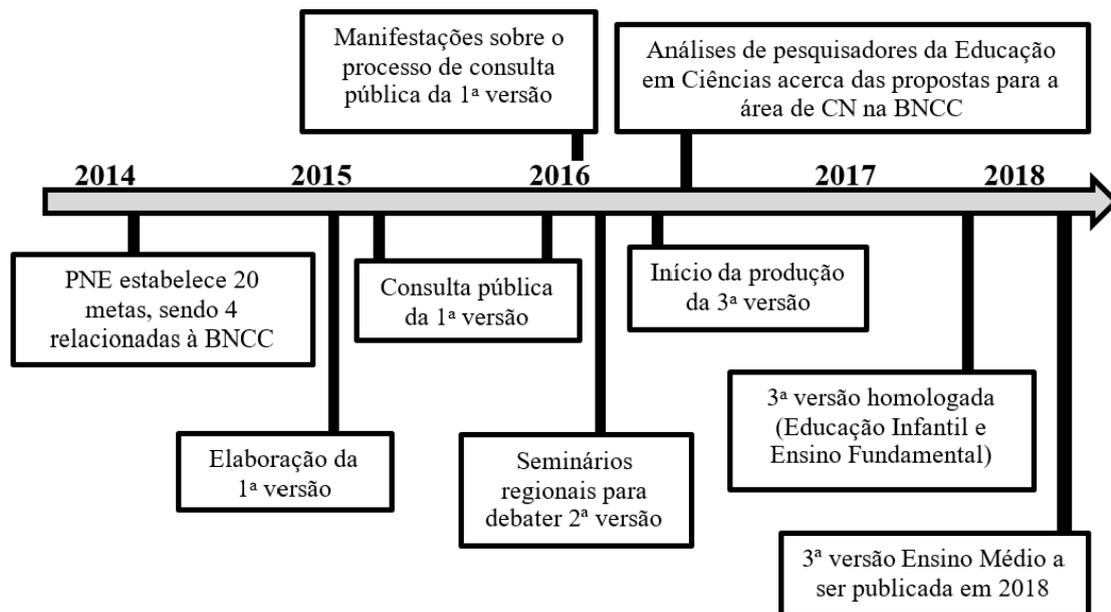
Por ser um referencial curricular nacional, com efeito normativo, sua intenção de implementação pressupõe um uso muito além da orientação. Longe de desconsiderar as críticas e tensões que compõem o cenário atual acerca da BNCC e tampouco querer adentrá-las, o futuro quase certo que desenha o seu uso nas mãos dos professores dita a necessidade de olhar para sua estrutura com a devida atenção.

Assim, sabendo que a formação inicial docente é geralmente insuficiente, que a necessidade de transformação do ensino de ciências urge e que os documentos orientadores e curriculares (como neste caso, a BNCC) se farão de corpo presente e acessível nas mãos dos professores em todo o território nacional, para além de uma base inicial, entende-se que deitar um olhar cuidadoso ao componente das Ciências da Natureza, presente na mesma, pode contribuir para conhecermos os caminhos futuros do ensino de ciências.

As Ciências da Natureza na BNCC: possibilidades e entraves

Tendo como pretensão a articulação colaborativa com os currículos em suas especificidades, após um longo processo de elaboração e mobilização federativa nas suas diversas instâncias e atores (Figura 1), a BNCC elege as aprendizagens imprescindíveis a cada fase da vida, também explicitadas nas Diretrizes Curriculares (BRASIL, 1998a) como premissa para orientar e conduzir os processos de ensino, ainda que seja enfatizada o cuidado em não se tornar um manual prescritivo ao docente.

Figura 1 - Linha do tempo da elaboração e implementação da BNCC



O componente Ciências da Natureza inicia sua seção justificando a necessidade de investimento na educação integral do sujeito, de forma ampla (PESTANA, 2014), com o objetivo de que o mesmo possa “debater e tomar posição” (BRASIL, 2017, p.319) de modo crítico, ativo e atuante, tal como projeta-se nas competências gerais. Especificamente em relação às ciências da natureza, a relação se estabelece na conexão entre ciência, tecnologia e vida humana.

Entende-se que os processos de investigação científica são valorizados e incentivados como forma de aproximar os conhecimentos científicos de situações e contextos reais e interessantes aos alunos. A este respeito, destaca-se que

Nessa perspectiva, a área de Ciências da Natureza, por meio de um olhar articulado de diversos campos do saber, precisa assegurar aos alunos do Ensino Fundamental o acesso à diversidade de **conhecimentos científicos** produzidos ao longo da história, bem como a aproximação gradativa aos principais **processos, práticas e procedimentos da investigação científica**. (BRASIL, 2017, p.319 - grifo do autor)

Outra preocupação relevante é para com o formato que tais orientações podem ganhar, sendo apontadas as situações que devem ser evitadas ou extrapoladas, como a reprodução mecânica de atividades práticas, experimentos de laboratórios de forma desconexa e a mera reprodução de procedimentos.

Porém, mesmo havendo a intencionalidade do cuidado, Ribeiro e Ramos (2017) salientam que as orientações voltadas ao ensino por investigação se distanciam do que é esperado para tal abordagem no decorrer do componente Ciências da Natureza. Para os autores, a premissa do protagonismo, argumentação e investigação deve ser motivada pela problematização definida pelos alunos e não pré-determinada pelo planejamento docente, mesmo sabendo que há um conteúdo pragmático a dar conta.

Os autores apontam ainda para o risco em associar uma postura investigativa apenas ao desenvolvimento de práticas e procedimentos, obtendo técnicas puras e padronizadas, como evidenciam na competência específica 2 da BNCC:

Compreender conceitos fundamentais e estruturas explicativas das Ciências da Natureza, **bem como dominar processos, práticas e procedimentos da investigação científica**, de modo a sentir segurança no debate de questões científicas, tecnológicas, socioambientais e do mundo do trabalho, continuar aprendendo e colaborar para a construção de uma sociedade justa, democrática e

inclusiva. (BRASIL, 2017, p. 322, grifo nosso)

Ainda nesse sentido, o parecer elaborado por Megid (2017) aborda a questão a partir da análise crítica do uso do termo “letramento científico”, o qual, no referencial curricular, ganha uma conotação bastante técnica ao abordar o objetivo/compromisso da área. De modo geral, a partir de uma profunda análise, o autor evidencia pontos onde a percepção final enfatiza a discrepância existente entre o esperado para a formação integral, sob a perspectiva das ciências da natureza, a organização das unidades temáticas/conteúdos gerais e as condições para o desenvolvimento coerente, a partir das orientações para o trabalho.

Blikstein e Hochgreb-Haegel (2017), no parecer elaborado da terceira e última versão, abordam pontos de grande relevância para a discussão acerca do componente Ciências da Natureza. Dentre estes, é evidente o desencontro notório do referencial em comparação à documentos semelhantes em outros países, como *Next Generation Science Standards* (NGSS) nos Estados Unidos, em relação ao propósito e abrangência do documento. Os autores destacam ainda a alternância do documento entre ser um material de base (como se propõe) e um currículo, articulando no mesmo enunciado que “combinam conceito e prática” em sua formulação, tirando o devido destaque que cada termo possui em separado e que deveria ser mais bem explorado. Franco e Munford (2018) enfatizam que nesta versão houve uma valorização expressiva entre o conhecimento conceitual (objetos de conhecimento) e as habilidades a serem desenvolvidas, dificultando a articulação entre os eixos, tentando cobrir uma vasta área de aprendizagem.

Na terceira e atual versão da Base, as mudanças são mais expressivas. O que observamos é a organização dos conteúdos de CN em torno de três Unidades Temáticas que se desdobram em “objetos de conhecimento” vinculados a habilidades. Trata-se de uma mudança radical que merece ser destacada. Não se mencionam eixos estruturantes que integram o conhecimento científico, retornando a uma organização fragmentada de conteúdos e norteada apenas pelo eixo conceitual. O texto introdutório da área de CN restringe-se a destacar a necessidade e potencialidades de o estudante explorar o mundo, sua curiosidade, bem como os valores éticos relacionados à ciência. (FRANCO; MUNFORD, 2018, p. 165)

De fato, as visões contraditórias e/ou convergentes acerca de aspectos comuns, constantes no texto, podem alimentar páginas e páginas de comparações, ponderações e considerações pertinentes a uma análise crítica e aprofundada do material. Assim, entende-se que o levantamento de pontos divergentes acerca da base é de suma importância para

mediar a adoção e o uso do material de forma consciente. Porém, como foi assumido anteriormente, não é objetivo deste estudo tomar partido de nenhum dos lados, mas sim destacar o quanto é possível partir deste referencial ou apesar dele.

Desta forma, escolheu-se olhar de forma aprofundada para as contribuições da BNCC, principalmente para a promoção do processo de investigação, assumido no texto como recurso destacável.

A BNCC e o processo investigativo

Ao realizar uma leitura preliminar da terceira e última versão da BNCC, a expectativa criada acerca das abordagens educacionais que implicitamente evidenciam sua estrutura, ilumina a esperança para um processo de ensino e aprendizagem mais ativos que tenha o aluno como foco central. De fato, tais premissas já eram levantadas nos PCN, porém, entre o referencial e a prática, as lacunas extensas que se consolidaram ao longo do tempo apagaram o almejado.

Voltando o olhar para os destaques que a Base faz para o processo investigativo, através da insistente utilização deste termo e derivados, nas suas 472 páginas (Brasil, 2017) - sendo elas: Investigar: 23 menções; Investigação: 19 menções; Investigativo: 13 menções - a orientação para que ele seja entendido como “elemento central na formação dos estudantes” (BRASIL, 2017, p. 320), através das situações desejáveis de serem desenvolvidas com alunos no decorrer da Educação Básica (Quadro 2), é que o alinhamento entre o texto norteador e as contribuições de referências que discutem o tema (AZEVEDO, 2004; CARVALHO, 2013; DUSCHL, 2008; DRIVER et al, 1994; LEMKE, 2006; MACHADO; SASSERON, 2012; NUNES; MOTOKANE, 2015; SILVA; PENIDO, 2011; SASSERON, 2015) seguem em uma animadora sintonia.

Quadro 2: Adaptação das situações de ensino ideais para o processo investigativo da BNCC

Situações que o ensino de ciências deve promover ao longo da escolarização visando o processo investigativo.	
Definição de problemas	<ul style="list-style-type: none"> • Observar o mundo a sua volta e fazer perguntas. • Analisar demandas, delinear problemas e planejar investigações. • Propor hipóteses.

<p>Levantamento análise e representação</p>	<ul style="list-style-type: none"> •Planejar e realizar atividades de campo (experimentos, observações, leituras, visitas, ambientes virtuais etc.). •Desenvolver e utilizar ferramentas, inclusive digitais, para coleta, análise e representação de dados (imagens, esquemas, tabelas, gráficos, quadros, diagramas, mapas, modelos, representações de sistemas, fluxogramas, mapas conceituais, simulações, aplicativos etc.). •Avaliar informação (validade, coerência e adequação ao problema formulado). •Elaborar explicações e/ou modelos. •Associar explicações e/ou modelos à evolução histórica dos conhecimentos científicos envolvidos. •Selecionar e construir argumentos com base em evidências, modelos e/ou conhecimentos científicos. •Aprimorar seus saberes e incorporar, gradualmente, e de modo significativo, o conhecimento científico. •Desenvolver soluções para problemas cotidianos usando diferentes ferramentas, inclusive digitais.
<p>Comunicação</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Organizar e/ou extrapolar conclusões. • Relatar informações de forma oral, escrita ou multimodal. •Apresentar, de forma sistemática, dados e resultados de investigações. •Participar de discussões de caráter científico com colegas, professores, familiares e comunidade em geral. •Considerar contra-argumentos para rever processos investigativos e conclusões.
<p>Intervenção</p>	<ul style="list-style-type: none"> •Implementar soluções e avaliar sua eficácia para resolver problemas cotidianos. •Desenvolver ações de intervenção para melhorar a qualidade de vida individual, coletiva e socioambiental.

Fonte: Brasil (2017, p.321)

Porém, ao tomar como referência as contribuições de Sasseron (2015) acerca das considerações sobre o ensino por investigação enquanto abordagem didática,

[..] entendemos que o ensino por investigação extravasa o âmbito de uma metodologia de ensino apropriada apenas a certos conteúdos e temas, podendo ser colocada em prática nas mais distintas aulas, sob as mais diversas formas e para os diferentes conteúdos. Denota a intenção do professor em possibilitar o papel ativo de seu aluno na construção de entendimento sobre os conhecimentos científicos. Por esse motivo, caracteriza-se por ser uma forma de trabalho que o professor utiliza na intenção de fazer com que a turma se engaje com as discussões e, ao mesmo tempo em que travam contato com fenômenos naturais, pela busca de resolução de um problema, exercitam práticas e raciocínios de comparação, análise e avaliação bastante utilizadas na prática científica. (SASSERON, 2015, p.58)

E ainda:

Como abordagem didática, o ensino por investigação demanda que o professor coloque em prática habilidades que ajudem os estudantes a resolver problemas a eles apresentados, devendo interagir com seus colegas, com os materiais à disposição, com os conhecimentos já sistematizados e existentes. Ao mesmo tempo, o ensino por investigação exige que o professor valorize pequenas ações do trabalho e compreenda a importância de colocá-las em destaque como, por exemplo, os pequenos erros e/ou imprecisões manifestados pelos estudantes, as hipóteses originadas em conhecimentos anteriores e na experiência de sua turma, as relações em desenvolvimento. (SASSERON, 2015, p.58)

Principalmente ao considerar, como discutimos anteriormente, que documentos orientadores oficiais tendem a ser utilizados pela maioria dos professores, quase como um manual pedagógico a ser seguido prescritivamente, mesmo havendo a recomendação no material para o cuidado com essa “má utilização”, tem-se a impressão de haver, no mínimo, um “nivelamento por baixo” para os primeiros anos do ensino fundamental. Tais ideias se originam na comparação entre os pressupostos que norteiam o ensino por investigação na ampla literatura da área e nas habilidades esperadas para os primeiros anos do ensino fundamental listadas na BNCC.

Sasseron (2018) aponta que o referencial curricular organiza o trabalho com ensino por investigação, estruturado em quatro modalidades que perfazem o processo completo: “definição de problemas; levantamento, análise e representação; comunicação; e intervenção” (SASSERON, 2018, p. 12).

Porém, ao procurar localizá-las ou reconhecê-las no Quadro 3, onde se apresenta a relação de objetos de conhecimentos e habilidades esperadas para o trabalho, tomando como exemplo o “eixo” Vida e Evolução ao longo dos cinco anos do ensino fundamental, percebe-se o desenvolvimento de habilidades que requerem maior inferência e ação por parte dos alunos, bem como elaboração crítica e construção autoral e protagonista, concentrando-se, por aproximação, nos anos finais deste ciclo. Aos anos iniciais resguarda-se o consumo das informações e conteúdos, quando muito, a partir de uma discussão que poderá aproximar o mesmo ao cotidiano do aluno.

Quadro 3: Relação de objetos de conhecimento e habilidades da unidade temática Vida e Evolução ao longo do ciclo inicial do ensino fundamental.

Ciências	
Unidades temáticas: vida e evolução	
Objetos de conhecimento	Habilidades
1º ANO	
<ul style="list-style-type: none"> ● Corpo humano ● Respeito à diversidade 	<p>(EF01CI02) Localizar, nomear e representar graficamente (por meio de desenhos) partes do corpo humano e explicar suas funções.</p> <p>(EF01CI03) Discutir as razões pelas quais os hábitos de higiene do corpo (lavar as mãos antes de comer, escovar os dentes, limpar os olhos, o nariz e as orelhas etc.) são necessários para a manutenção da saúde. (EF01CI04) Comparar características físicas entre os colegas, reconhecendo a diversidade e a importância da valorização, do acolhimento e do respeito às diferenças.</p>
2º ANO	
<ul style="list-style-type: none"> ● Seres vivos no ambiente ● Plantas 	<p>(EF02CI04) Descrever características de plantas e animais (tamanho, forma, cor, fase da vida, local onde se desenvolvem etc.) que fazem parte de seu cotidiano e relacioná-las ao ambiente em que eles vivem. (EF02CI05) Investigar a importância da água e da luz para a manutenção da vida de plantas em geral.</p> <p>(EF02CI06) Identificar as principais partes de uma planta (raiz, caule, folhas, flores e frutos) e a função desempenhada por cada uma delas, e analisar as relações entre as plantas, o ambiente e os demais seres vivos.</p>
3º ANO	
<ul style="list-style-type: none"> ● Características e desenvolvimento dos animais 	<p>(EF03CI04) Identificar características sobre o modo de vida (o que comem, como se reproduzem, como se deslocam etc.) dos animais mais comuns no ambiente próximo.</p> <p>(EF03CI05) Descrever e comunicar às alterações que ocorrem desde o nascimento em animais de diferentes meios terrestres ou aquáticos, inclusive o homem.</p> <p>(EF03CI06) Comparar alguns animais e organizar grupos com base em características externas comuns (presença de penas, pelos, escamas, bico, garras, antenas, patas etc.).</p>
4º ANO	
<ul style="list-style-type: none"> ● Cadeias alimentares simples ● Microrganismos 	<p>(EF04CI04) Analisar e construir cadeias alimentares simples, reconhecendo a posição ocupada pelos seres vivos nessas cadeias e o papel do Sol como fonte primária de energia na produção de alimentos. (EF04CI05) Descrever e destacar semelhanças e diferenças entre o ciclo</p>

	<p>da matéria e o fluxo de energia entre os componentes vivos e não vivos de um ecossistema.</p> <p>(EF04CI06) Relacionar a participação de fungos e bactérias no processo de decomposição, reconhecendo a importância ambiental desse processo.</p> <p>(EF04CI07) Verificar a participação de microrganismos na produção de alimentos, combustíveis, medicamentos, entre outros.</p> <p>(EF04CI08) Propor, a partir do conhecimento das formas de transmissão de alguns microrganismos (vírus, bactérias e protozoários), atitudes e medidas adequadas para prevenção de doenças a eles associadas.</p>
5º ANO	
<ul style="list-style-type: none"> ● Nutrição do organismo ● Hábitos alimentares ● Integração entre os sistemas digestório, respiratório e circulatório 	<p>(EF05CI06) Selecionar argumentos que justifiquem por que os sistemas digestório e respiratório são considerados corresponsáveis pelo processo de nutrição do organismo, com base na identificação das funções desses sistemas.</p> <p>(EF05CI07) Justificar a relação entre o funcionamento do sistema circulatório, a distribuição dos nutrientes pelo organismo e a eliminação dos resíduos produzidos.</p> <p>(EF05CI08) Organizar um cardápio equilibrado com base nas características dos grupos alimentares (nutrientes e calorias) e nas necessidades individuais (atividades realizadas, idade, sexo etc.) para a manutenção da saúde do organismo.</p> <p>(EF05CI09) Discutir a ocorrência de distúrbios nutricionais (como obesidade, subnutrição etc.) entre crianças e jovens a partir da análise de seus hábitos (tipos e quantidade de alimento ingerido, prática de atividade física etc.).</p>

Fonte: BNCC (BRASIL, 2017)

Ainda assim, mesmo identificando um avanço de atitude nos verbos que caracterizam as habilidades elencadas para os anos finais, é notável que pouco se espera de produção, transformação e criação por parte dos alunos, contribuindo para a manutenção do distanciamento entre os conteúdos pragmáticos e a possibilidade de fazê-los ativos no cotidiano.

Dessa forma, é difícil acreditar que o cenário fadado do ensino de ciências apontado por Lorenzetti e Delizoicov (2001), Fin & Malacarne (2012), Krasilchick e Marandino (2007), Fourez (2003), Malacarne e Strieder (2009), Pretto (1995), Nunes (2000) e tantos outros pesquisadores que se voltam para a problemática atual, será transformado a partir das orientações do referencial curricular recém-publicado.

Mas o que fazer diante dessa realidade? Acreditar simplesmente que não há meio de promover um ensino em ciências, onde a aprendizagem está no centro do processo e que o resultado desse processo possa impactar de alguma forma a realidade dos alunos? E se essa for a crença ou a conclusão, o que fazer para desbravar e ultrapassar tais desafios?

É fato que não há um caminho certo, nem mesmo um só caminho a seguir (ainda bem!) para elevar o ensino de forma que alcance aprendizagens que impactam a formação dos alunos, não apenas como expectadores, mas como sujeitos de uma sociedade. É fato ainda que a BNCC, com todas as suas lacunas, apresenta brechas que dão abertura para a complementaridade de outras ações, pressupostos, abordagens e metodologias que podem qualificar ou subtilizar a sua adoção, dependendo da estrutura e amadurecimento formativo da rede e/ou profissional que a utiliza.

Assim, acreditando nesses caminhos de mudanças, partimos para a investigação de possibilidades transformadoras, tomando a aprendizagem como foco e o ensino com investidas mais ousadas, como meio para atingir tais objetivos. De forma preliminar, encontramos nas metodologias ativas e suas abordagens um possível pontapé inicial para envolver propósitos, objetivos, estratégias e resultados em prol de um ensino de ciências que encante e forme, em vez de apenas informar, promovendo de modo conjunto as competências gerais explicitadas pelo referencial curricular.

As contribuições das Metodologias Ativas para o ensino de ciências

A abertura para a formação integral do indivíduo, fomentada e expressada nas competências gerais da BNCC e pouco instigada no interior de seu conteúdo, revela a necessidade de agregar caminhos que possam dar conta de tal promoção, seja para o ensino de ciências ou outro componente curricular. De imediato, vê-se nas Metodologias Ativas (MA) a possibilidade de colocar em ação as condições necessárias para tal efetivação.

Mas o que são Metodologias Ativas?

Moran (2018) sustenta que, de modo geral, a ação educativa que resulta em aprendizagem é ativa, uma vez que há uma transformação do processo cognitivo, independente da teoria subjacente e dos inúmeros estudiosos do desenvolvimento humano que a sustenta - Piaget, Vygotsky, Wallon, Ausubel e outros. Partindo dessa premissa, toda aprendizagem quando se efetiva, é ativa, pois denota uma transformação entre o ato de ensinar e a ação do aprender.

Podemos então concluir que todas ou quaisquer metodologias escolhidas para nortear o processo educacional pode se configurar uma “Metodologia Ativa”? Se não, quais características que a diferencia dessa conclusão generalista? Ou ainda, o que a coloca em evidência nos dias atuais?

Ao buscar contribuições nos estudos recentes acerca do tema (PAIVA et al, 2016;

MORAN, 2018; DIESEL, BALDEZ E MARTINS, 2017; MACEDO et al, 2018; BERBEL, 2011), respeitadas as nuances de cada um, encontra-se pontos de convergência que contribuem para a definição e caracterização das Metodologias Ativas na educação. Dentre os pontos salientados, destaca-se o processo histórico e a busca por estratégias disruptivas de um cenário dado e fadado ao longo da história.

A esse respeito, Moran (2018) destaca que teóricos como John Dewey e outros vêm, há tempos, enfatizando a necessidade de se romper com a Educação Bancária, a que Paulo Freire afirma ser aquela “em que a única margem de ação que se oferece aos educandos é a de receberem os depósitos, guardá-los e arquivá-los. Margem para serem colecionadores ou fichadores das coisas que arquivam”. (FREIRE, 1987, n.p.) Vale ressaltar que a crítica mencionada não se dirige ao valor da comunicação e oralidade, mas sim às estratégias de ensino e aprendizagem de entregas e passividade.

Acerca dessa necessidade expressada na urgência da mudança, a mesma anseia a criação de uma aproximação entre a escola e a vida cotidiana, de tal modo que a relação entre ambas colabore para a manutenção da retroalimentação entre prática e teoria, propósito e significado.

Dewey já apontava, em suas produções e pensamentos, para o risco dessa distância se tornar o cenário real e de a escola se caracterizar como uma instituição com fim em si mesma, como expressa Teixeira e Westbrook (2010) em um ensaio sobre suas obras.

Que a escola, deslembada da sua função, se torne um fim em si mesma, fornecendo aos alunos um material de instrução que é da escola, mas não da vida. As escolas passam a constituir um mundo dentro do mundo, uma sociedade dentro da sociedade. Isto, no melhor dos casos, que, no pior, elas se tornam simplesmente livrescas, atulhando a cabeça da criança de coisas inúteis e estúpidas, não relacionadas com a vida nem com a própria realidade. (WESTBROOK; TEIXEIRA, 2010, p. 41 e 42)

Diante de tais constatações e principalmente pela busca de transformar esse quadro que se perpetua ao longo dos tempos, volta-se para as possibilidades que possam diminuir tais lacunas e principalmente transformar os papéis e as ações daqueles que integram a instituição escolar, bem como todo processo educacional, dentro e fora dela.

Assim, ainda acerca das características que definem e sustentam as Metodologias Ativas, Paiva (2016) afirma que não há uma uniformidade de pressupostos teóricos e metodológicos que a define, mas há pontos de encontros de suma importância a serem considerados. Berbel (2011) evidencia na literatura as contribuições de diversos autores

acerca das metodologias ativas para a promoção da autonomia e motivação dos alunos, enquanto Diesel, Baldez e Martins (2017) trazem a mudança de papéis entre aluno e professor, bem como o estímulo à autoaprendizagem e à curiosidade dos alunos para a discussão. Valente, Almeida e Geraldini (2017) destacam que

A maior parte da literatura brasileira trata as metodologias ativas como estratégias pedagógicas que colocam o foco do processo de ensino e aprendizagem no aprendiz, contrastando com a abordagem pedagógica do ensino tradicional, centrada no professor, que transmite informação aos alunos. O fato de elas serem caracterizadas como ativas está relacionado com a aplicação de práticas pedagógicas para envolver os alunos, engajá-los em atividades práticas, nas quais eles são protagonistas da sua aprendizagem. Assim, as metodologias ativas procuram criar situações de aprendizagem em que os aprendizes fazem coisas, colocam conhecimentos em ação, pensam e conceituam o que fazem, constroem conhecimentos sobre os conteúdos envolvidos nas atividades que realizam, bem como desenvolvem estratégias cognitivas, capacidade crítica e reflexão sobre suas práticas, fornecem e recebem feedback, aprendem a interagir com colegas e professor e exploram atitudes e valores pessoais e sociais. (VALENTE; ALMEIDA; GERALDINI, 2017, p. 463)

Em suma, as Metodologias Ativas são um encontro de abordagens e metodologias que enxergam o aluno no centro do processo educacional, de forma proativa, atuante e autoral, valorizando mais as estratégias que promovem a aprendizagem do que o ensino. A esse respeito, Paiva (2017) enfatiza que não se trata de improviso ou da desconsideração do ato de ensinar e planejar, muito menos da desvalorização do papel do professor, mas sim de olhar para o ensino com foco na aprendizagem, bem como tirar a evidência da atuação docente e promovê-la nos alunos.

Ensinar e aprender estão vinculados ontologicamente, assim, “a significação do ensino depende do sentido que se dá à aprendizagem e a significação da aprendizagem depende das atividades geradas pelo ensino”. Compreende-se que a aprendizagem necessita do saber construído pelo próprio sujeito e não simplesmente reproduzido de modo mecânico e acrítico. (PAIVA et al, 2016, p.147)

Não se trata apenas de inflar o planejamento docente de recursos, tecnologias, estratégias e inovações que surgem, sem compreender seu processo e propósito, configurando um simples modismo, mas compreender a intencionalidade de cada escolha e o quanto as mesmas podem impactar na construção do conhecimento, quando consideradas dentro de princípios condizentes.

Repetir uma prática que foi idealizada pelo professor e que considera o trabalho em grupo e as tecnologias digitais, por exemplo, sem considerar a vez e a voz do estudante, sem que, de alguma forma, a ação do estudante constitua-se como parte do processo de construção de conhecimento, não pode ser considerada uma metodologia ativa, mas apenas uma prática interessante, talvez engajante, mas não necessariamente, transformadora. (BACICH, 2018, p. 2018).

Dessa forma, percebe-se que há muito que considerar quando se assumem as MA como balizadores do processo educacional, começando pelas escolhas claras das nuances que a compõem. Compreende-se que essa junção de pontos de vista e pressupostos que se unem na composição de um panorama de possibilidades com as metodologias ativas não promove um conflito de interesses ou de rivalidade, mas um entrelaçamento complementar de acordo com a intenção.

Tal diversidade inicia-se com a junção de pressupostos ou teóricos que lhe atribuem a base de sustentação e se desdobra em uma variedade de caminhos que se encontram e se afastam constantemente.

Sobre os teóricos que dão tom e aos quais suas ideias e contribuições educacionais se tornam base e suporte para as MA, destaca-se de modo bastante superficial, em relação ao aprofundamento neste estudo, o que autores como Fávero e Bechi (2018), Junior, Lima e Padilha (2017), Silva e Gomes (2017) apontam e é sistematizado no Quadro 4.

Quadro 4: Relação de teóricos e seus princípios para as Metodologias Ativas

Teórico	Princípio	Relação com as MA
John Dewey	Experiência Educadora	A valorização da experiência pessoal, social e/ou proporcionada como meio de significação e ressignificação do papel da escola e sua ponte com a sociedade.
Jean Piaget	Processo de Construção do conhecimento	O conhecimento é construído pelo indivíduo, a partir da maturação biológica e etapas cognitivas condizentes, a partir do momento que o mesmo ganha significado e compreensão pessoal.
Lév Vygotsky	Processo interativo - sócio-histórico e cultural	A interação social e o arcabouço cultural como forma de enriquecimento da construção do conhecimento e a atuação na ZDP.

Henry Wallon	Formação integral e afetividade	O valor da afetividade e das emoções na formação do sujeito em sua integralidade e nas interações sociais.
Jerome Bruner	Motivação e estruturação dos conhecimentos e currículo em espiral	Possibilidade de aprofundamento curricular crescente, de acordo com a estruturação e o nível de condições cognitivas e motivacionais para aprender, de acordo com conhecimentos passados e atuais.

Fonte: Do autor

Há outras contribuições também de grande valor na caracterização das Metodologias Ativas, todas que se aproximam de princípios que consideram “o processo de aprender, utilizando experiências reais ou simuladas, visando às condições de solucionar, com sucesso, desafios advindos das atividades essenciais da prática social, em diferentes contextos” (BERBEL, 2011, p. 29) e que, para tanto, o aluno assume um papel proativo, fazendo com que as ações desse processo contribuam para o desenvolvimento da aprendizagem individual e coletiva.

Para Diesel, Baldez e Martins (2017) algumas características são essenciais quando se assume o trabalho com MA, como:

- Autonomia;
- Problematização da realidade e reflexão;
- Trabalho em equipe;
- Inovação;
- Professor: mediador, facilitador, ativador.

Ainda, tomando por base as contribuições dos demais pesquisadores já citados, acrescenta-se à lista acima os seguintes itens:

- Produção autoral;
- Protagonismo.

Assim como diversas concepções e teorias se juntam na configuração do “pano de fundo” que sustenta as MA, vê-se que uma vasta gama de possibilidades se abre em forma de abordagens, estratégias e métodos para subsidiar a ação docente e contribuir para a centralização da aprendizagem.

Moran (2018, s/p) sustenta que a “aprendizagem acontece nas múltiplas buscas que cada um faz a partir dos interesses, curiosidade, necessidades. Ela vai muito além da sala de aula” e, portanto, pode-se e deve-se utilizar uma variedade de recursos - tecnológicos,

digitais ou não - na integração de abordagens e estratégias que atinjam o objetivo final. É necessário que a aprendizagem se faça na relação entre o conteúdo, até então meramente escolar, com o cotidiano social, de forma significativa, “integrando teoria e prática” (NASCIMENTO; COUTINHO, 2016, p. 137).

Com base nas contribuições de Ahlert, Wildner e Padilha (2017), Moran (2015; 2018) e outros pesquisadores, e visando realizar um levantamento simples das abordagens e estratégias que dão condições para a adoção das MA no processo educacional, o quadro 5 traz alguns caminhos possíveis para se inspirar e nortear a ação docente.

Quadro 5: Abordagens, vertentes teóricas e estratégias operacionais das Metodologias Ativas

Abordagens e vertentes teóricas	Estratégias operacionais
Aprendizagem Criativa	PBL – Problem Based Learning (Aprendizagem Baseada em Problemas)
Aprendizagem Significativa Crítica	Flipped Classroom – Sala de Aula Invertida
Design Thinking	Blended Learning – Ensino Híbrido
Ensino por Investigação	Aprendizagem personalizada
	A aprendizagem colaborativa, entre pares
	Gameficação
	Aprendizagem baseada em projetos

Fonte: Do Autor

Apesar de apresentarem características próprias, as abordagens e estratégias citadas possuem pontos de encontros e similaridades que atuam muito mais na complementaridade do que na escolha por um ou outro. Dessa forma, seria comum e por que não dizer aconselhável que o professor lance mão de um *blend* de possibilidades com o objetivo de alcançar o que as Metodologias Ativas se propõem a promover no processo de ensino e aprendizagem?

Assim, visando levantar as contribuições das Metodologias Ativas para o ensino de ciências, a bem de uma formação mais crítica, investigativa, criativa, contextualizada, significativa e funcional, como almeja as competências gerais da BNCC, este estudo optou por apurar o olhar nos aspectos inerentes à Aprendizagem Criativa, Aprendizagem Significativa Crítica e no Ensino por Investigação, como meio de entrelaçamentos de tais abordagens com fim no propósito descrito.

Para tanto, realiza nas seções subsequentes as apresentações históricas, teóricas e instrumentais de cada uma.

Aprendizagem Significativa

Caracterização, evolução histórica e instrumentos

A teoria de David Ausubel, apresentada em 1963, que tem como eixo central de suas ideias a Aprendizagem Significativa (AS), chega ao campo acadêmico educacional em uma época marcada pelas teorias comportamentais (Behavioristas) em destaques, enfatizada pelo ensino mecânico e passivo (MOREIRA, 2006).

As contribuições de Ausubel à época e até os dias atuais perfazem o cenário que compõe o “Cognitivismo”, corrente de teorias que se voltam para um estudo que “preocupa-se com o processo de compreensão, transformação, armazenamento e uso da informação envolvido na cognição e procura regularidades nesse processo mental” (OSTERMANN; CAVALCANTE, 2011. p. 31), organizando a aprendizagem a partir de esquemas e aprimoramento. Teóricos como Piaget, Ausubel e Bruner enfatizam os processos mentais de transformação e construção do conhecimento, sem descartar a influência do meio ou da interação, porém com pouco destaque.

Ultimamente, o termo Aprendizagem Significativa vem sendo usado de maneira bastante simplista e até distorcida (MOREIRA; MASINI, 2006), fazendo com que pesquisadores como Moreira (1996; 1997; 2000a; 2000b; 2006; 2012; 2013), Novak (1981; 2010), Gowin (1981), Neto (2006), Pelizzari et al (2002) entre outros assumam a causa do esclarecimento e permanente defesa da mesma.

É muito comum ver a teoria da AS associada à apenas atividades interessantes e com significado de fácil associação aos alunos, o que não deixa de ser pertinente. Porém, há muito mais a se compreender na teoria de Ausubel. Por não ser foco deste estudo a teoria da Aprendizagem Significativa em sua base, mas sim a vertente “Crítica” defendida por Moreira (2000), optou-se pela apresentação das características fundamentais para a compreensão da mesma, sem aprofundamento nos detalhes.

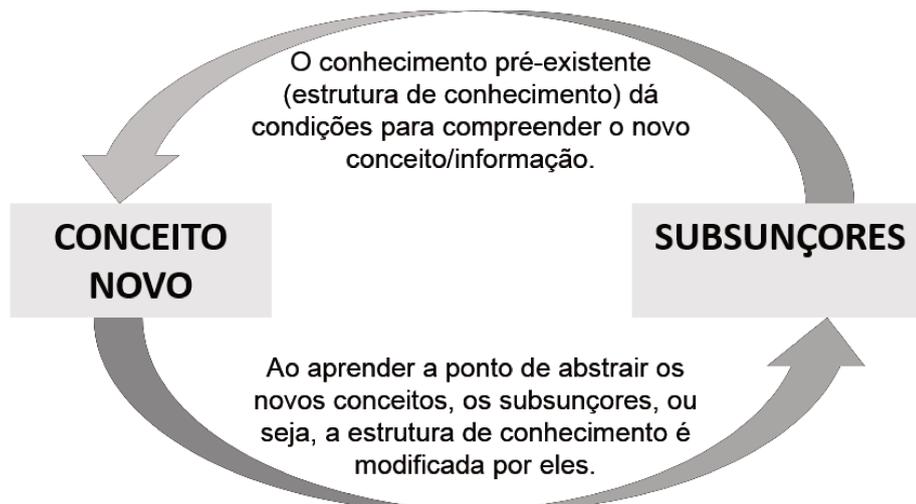
De certa forma, a compreensão comum que a maioria das pessoas fazem não está de todo errada, pois como afirma Moreira (2010), a “aprendizagem significativa é aprendizagem com significado, compreensão, sentido, capacidade de transferência; oposta à

aprendizagem mecânica, puramente memorística, sem significado, sem entendimento”. (MOREIRA, 2010, p. 06) Porém, o que Ausubel propõe é a transformação das estruturas mentais, a partir da revisitação das aprendizagens já consolidadas mentalmente, motivada por novas informações de interesse.

As ideias de Ausubel que compõem a teoria como um todo são compostas de condições, especificidades e um rebuscado detalhamento que a tornam completa e bastante rica na compreensão dos processos mentais, como os quatro princípios programáticos - a diferenciação progressiva, a reconciliação integradora, a organização sequencial e a consolidação. Porém, foi escolhido voltar-se para os aspectos inerentes aos subsunçores, condições para ocorrência e assimilação, explicitado por Moreira e Masini (2001).

Segundo os autores, o processo cognitivo de transformação do conhecimento se dá na relação entre a nova informação e os aspectos “relevantes da estrutura de conhecimento específica” (p. 17), chamado de subsunçor. Nessa relação (Figura 2), considerando a sua ação direta e desconsiderando enfaticamente os demais aspectos e interferências, as estruturas do conhecimento (subsunçor), quando ativadas pelas novas informações, podem servir de suporte para compreendê-las, ao passo que, quando essas ancoram-se aos subsunçores existentes, os modificam de forma qualitativa. A efetivação desse processo é chamada de Aprendizagem Significativa.

Figura 2: Representação simples da interação entre a nova informação e os subsunçores



Fonte: Do autor

Apesar de apresentar-se, na figura 2, como uma ação direta e, na sua representação gráfica, fazer uma alusão cíclica, o mesmo depende de variantes e condições adversas que podem tornar o processo mais simples ou mais complexo. Um desses aspectos apontados por

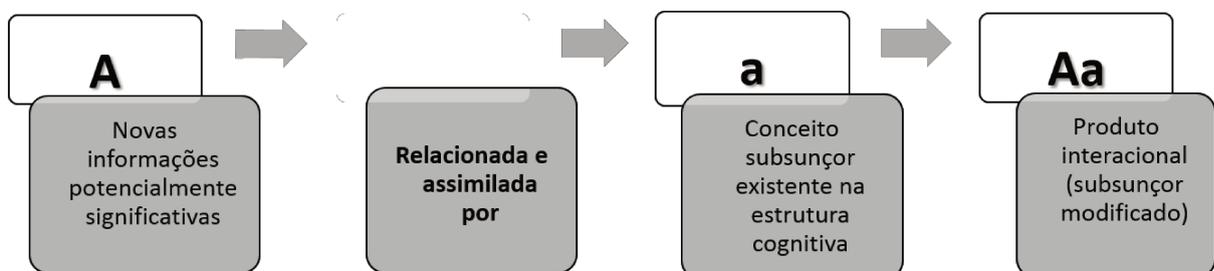
Moreira e Masini (2001, p. 23) são as “condições para a ocorrência da Aprendizagem Significativa”. Os autores destacam dois elementos essenciais que descrevem tais condições, voltados para o significado e pré-disposição para a aprendizagem:

- a) o material a ser aprendido seja potencialmente significativo para o aprendiz, ou seja, relacionável a sua estrutura de conhecimento de forma não-arbitrária e não-literal (substantiva);
- b) o aprendiz manifeste uma disposição de relacionar o novo material de maneira substantiva e não-arbitrária a sua estrutura cognitiva. (MOREIRA e MASINI, 2001, p. 23)

De modo geral, para que as informações possam ser processadas pelas estruturas mentais a ponto de modificá-las ao serem incorporadas, perfazendo a aprendizagem com a atribuição de significados, é preciso que as novas informações (conceitos/conteúdos) encontrem relação com aquilo que o indivíduo já tenha ciência, condizente com sua realidade e estrutura construídas e que, além disso, os indivíduos estejam interessados e dispostos a trabalhar com os mesmos. De forma casual, a aprendizagem significativa ocorre quando o apresentado encontra condições de acionar os conhecimentos prévios, no estabelecimento de significado e contexto, pois assim a sua manipulação se torna pertinente e interessante.

O terceiro aspecto escolhido para ser apresentado a esse estudo diz respeito à assimilação. Ainda para Moreira e Masini (2001), o termo se refere à explicação da organização da estrutura cognitiva com o novo conhecimento. Com base no esquema representado por Ausubel (p. 25), a figura 3 apresenta o processo de reorganização estrutural com resultado na assimilação.

Figura 3: Representação do processo de assimilação



Fonte: Baseado no esquema apresentado em Moreira e Masini (2001, p. 25)

Assim, ao juntar os três aspectos previamente sinalizados, compreende-se que a assimilação é o resultado do processo de interação entre as novas informações e os

conhecimentos já estruturados, a partir da consideração das condições propícias, denominado ao final de Aprendizagem Significativa.

Ao longo dos anos, a teoria de Ausubel ganhou muitos adeptos e algumas vertentes que acrescentaram valor e nuances de acordo com a época e a necessidade. Moreira (2006) divide tais vertentes em visões, distintas e complementares, da teoria original, sendo elas:

- **A visão cognitiva clássica (Ausubel, 1963):** parte das ideias originais de Ausubel, com enfoque no processo cognitivo.
- **A visão humanista (Novak, 1981):** acrescenta às ideias iniciais a integração de pensamentos, sentimentos e ações de forma positiva. Para Novak, quando o indivíduo se depara com as condições ideais de aprendizagem, efetivada de modo significativo, o mesmo se predispõe a aprender cada vez mais.
- **A visão interacionista social (Gowin, 1981):** conhecida como a visão triádica, onde integra o papel do aluno x professor x materiais, em uma relação. Somam-se a ela as contribuições de Vygotsky na interação e no compartilhamento de significados advindos dos materiais, tendo o professor como mediador desse processo.
- **A visão cognitiva contemporânea (Laird, 1983):** nessa visão Laird acrescenta às ideias originais de Ausubel o modo como esse processo se desenvolve a partir da modelagem de esquemas mentais ou modelos mentais na associação da nova informação com os conhecimentos prévios. Tais modelos podem ser revistos e reestruturados a todo tempo. Com isso, os modelos mentais, que servem para apresentar significado ao indivíduo, podem se aproximar cada vez mais do conhecimento científico correto.
- **A visão da complexidade e da progressividade (Vergnaud, 1990):** essa visão traz para o debate a óptica da progressividade e complexidade, através do domínio dos campos conceituais. Para Vergnaud, a interação entre as novas situações (conhecimento prévio) e os conceitos em construção (subsunçores) pode resultar a aprendizagem significativa, de forma progressiva e aprimorando a complexidade.
- **A visão autopoietica (Maturana, 2001):** nessa visão, os seres humanos são máquinas que se autorregulam, reorganizando suas estruturas, através de agentes perturbadores. Os agentes perturbadores podem ser outros indivíduos ou materiais/recursos, que apresentam a perturbação - novas informações - capazes de

abalar e modificar as estruturas existentes - conhecimentos prévios, subsunçores - que podem gerar mudanças de estado e vão compensando tal perturbação.

- **A visão computacional:** a partir da visão cognitiva contemporânea, essa vertente traz como acréscimo a associação do processo a um sistema computacional. Nela, as informações são captadas, processadas, armazenadas e representadas como um sistema de computador. Assim, as representações mentais geradas são a forma de captar e representar as informações exteriores mentalmente. Em suma, propõe validar as ideias de Ausubel sob um olhar mais acessível e atual.
- **A visão crítica - subversiva, antropológica (Moreira):** essa vertente acolhe os pressupostos apresentados por Ausubel, que diz respeito à transformação cognitiva através dos processos de assimilação dos novos conhecimentos, qualificando cada vez mais os conhecimentos prévios. Porém acrescenta a necessidade de fazer uso da aprendizagem significativa de modo crítico, relacionando-se ativamente com a sociedade a partir de 11 princípios fundamentais.

Juntamente com as poucas modificações que a teoria foi sofrendo com o passar dos anos, mantendo ainda as características fundamentais da AS e seu perfil cognitivista, foram criados instrumentos bastante próprios desse percurso, como estratégias facilitadoras e que representam a pertinência de utilização baseado no arcabouço teórico.

Destaca-se, entre os instrumentos característicos da Aprendizagem Significativa, a estruturação metodológica das *Unidades de Ensino Potencialmente Significativas (UEPS)*, como uma ferramenta de planejamento e ação do ensino em prol de condições para a promoção e viabilização da Aprendizagem Significativa. As UEPS objetivam contribuir para o ensino e a aprendizagem mais significativa através de sequências de ensino com potencial para a mesma. Para tanto, parte da organização em aspectos essenciais, estruturados em 11 passos, e aspectos transversais, a fim de garantir situações de ensino potencialmente significativas. (MOREIRA, 2011) Juntamente às UEPS, outros instrumentos de representação gráfica complementam as propostas.

Assim, o uso (construção) de *Mapas Conceituais* gráficos como recurso que exprime e representa os esquemas mentais é de grande valor, pois tais instrumentos “são representações externas que de alguma forma refletem representações internas (mentais) de quem faz o mapa”. (MOREIRA, 2013, p.35)

Outro instrumento bastante utilizado são os diagramas de Gowin, ou mais comumente conhecidos o *V de Gowin*, que propõem a reflexão da interação do pensar com o fazer, ao longo da construção humana dos conhecimentos históricos, a partir da representação gráfica do diagrama. É uma ferramenta de ensino, mas que também pode ser utilizada para a aprendizagem, pois “não basta o aluno aprender significativamente os conceitos, as definições, as metáforas de certo corpo de conhecimento. É preciso também aprender que tudo isso é construção humana, é invenção do homem” (MOREIRA, 2007, p. 08).

As contribuições da visão crítica para a formação integral

Todas as contribuições da Aprendizagem Significativa, apresentadas até então, no tocante ao desenvolvimento cognitivo e aos acréscimos que a abordagem recebeu no seu percurso no decorrer do tempo, nos apresentam características essenciais para compreendermos os processos de construção do conhecimento e suas condições. Porém, tão importante quanto saber como se dá o aprendizado, quais estratégias facilitam ou dificultam os processos, é saber o que fazer com o novo conhecimento, o quanto ele impacta o aprendiz e pode impactar o seu meio e pares.

Dessa forma, as contribuições da Aprendizagem Significativa Crítica se apresentam como uma possibilidade para olharmos para tais pontos. Moreira (2000a) acrescenta que a Visão Crítica tem um caráter subversivo e antropológico, pois “é através da aprendizagem significativa crítica que o aluno poderá fazer parte de sua cultura e, ao mesmo tempo, não ser subjugado por ela, por seus ritos, mitos e ideologias” (p.07). Para o autor, os estudos de Postman e Weingartner (1969 apud MOREIRA, 2000a) concluíram que a escola, por séculos, fez questão de afirmar e entregar ensinamentos fora de foco - conceitos inquestionáveis, paralelismo, dicotomias, certezas absolutas, transmissividade, causalidade únicas - e que com a contemporaneidade e seus avanços avassaladores, em vez de proporcionar condições para os alunos extrapolarem e atribuírem significados a conceitos menos precisos, a lista somente foi acrescida de outros pontos cumulativos.

Assim, para além de um ensino subversivo como proposto por Postman, mas também uma aprendizagem que busque subverter tais condições, sem desconsiderar o percurso histórico construído, que seja capaz de manipular dados coletados de modo empírico e/ou documental e questioná-lo em sua validade e impacto na sociedade, que incentive a criticidade do consumo, da informação e da produção, é um dos objetivos da

aprendizagem significativa crítica o alinhamento com uma formação que olhe para vários aspectos.

Na prática, é estar além de compreender o conceito, de ancorá-lo com conhecimentos anteriores, de torná-lo significativo a este ponto, mas também de questionar o conceito e sua aplicabilidade atual, de validar a partir de sua contextualização e refletir criticamente sobre tal aprendizado.

Para Pacheco e Damásio (2014), o valor de uma aprendizagem crítica, subversiva e antropológica pode ter ganhos significativos na formação do cidadão.

Nessa perspectiva de ensino, as crianças constroem e exploram os conceitos de forma interdisciplinar para aplicá-los ao seu dia a dia buscando compreender e formar sua opinião sobre temas que podem ser considerados controversos (Schroeder, 2007). Essa prática pode possibilitar a mudança das concepções alternativas para as concepções físicas e, principalmente, formar cidadãos mais críticos. Isso tem importância na formação coletiva da sociedade, pois uma pessoa questionadora não aceita verdades ditas como naturais e esse cidadão vai tentar entender o motivo e o significado das coisas que acontecem no mundo (PACHECO; DAMÁSIO, 2014, p.43)

Desta forma, Moreira (2000a) revisita a teoria de Ausubel, juntando as contribuições de Postman e Weingartner, e propõe, para o alcance da Aprendizagem Significativa Crítica, 11 princípios fundamentais que favorecem as condições ideais para a sua efetivação. São eles:

1. Princípio do conhecimento prévio;
2. Princípio da interação social e do questionamento;
3. Princípio da não centralidade do livro de texto;
4. Princípio do aprendiz como perceptor/representador;
5. Princípio do conhecimento como linguagem;
6. Princípio da consciência semântica;
7. Princípio da aprendizagem pelo erro;
8. Princípio da desaprendizagem;
9. Princípio da incerteza do conhecimento;
10. Princípio da não utilização do quadro-de-giz;
11. Princípio do abandono da narrativa.

De modo geral, uma aula que parte das contribuições dessa abordagem,

especificamente na visão crítica, articula os 11 princípios colocando em evidência o contexto e a bagagem pessoal de todos; enfatiza o processo a partir da valorização do erro como etapa de aprendizagem; garante o espaço para o diálogo e o questionamento que confronta certezas e incertezas; promove a interação entre os indivíduos e faz uso de materiais e estratégias diversificadas; possibilita as variadas percepções de mundo e suas diversas linguagens, dando voz e destaque aos alunos.

Com isso, fica evidente o carácter mais social desta visão da Aprendizagem Significativa, além de atribuir um aspecto mais proativo, crítico e questionador às relações estabelecidas entre recursos, ferramentas e conceitos. Moreira (2000a) destaca a importância de a aprendizagem estar vinculada não somente ao aumento de conceitos e conteúdos de modo significativo, mas que possa instrumentalizar o sujeito a questionar o seu contexto, sua aplicação e sua validade.

[...] aquela que permitirá ao sujeito fazer parte de sua cultura e, ao mesmo tempo, estar fora dela, manejar a informação, criticamente, sem sentir-se impotente frente a ela; usufruir a tecnologia sem idolatrá-la; mudar sem ser dominado pela mudança; viver em uma economia de mercado sem deixar que este resolva sua vida; aceitar a globalização sem aceitar suas perversidades; conviver com a incerteza, a relatividade, a causalidade múltipla, a construção metafórica do conhecimento, a probabilidade das coisas, a não dicotomização das diferenças, a recursividade das representações mentais; rejeitar as verdades fixas, as certezas, as definições absolutas, as entidades isoladas. (MOREIRA, 2000a, p.20)

Com base nesse potencial disruptivo e subversivo, e com a apresentação dos princípios que norteiam o uso desta abordagem, a mesma se apresenta alinhada aos objetivos de um ensino e aprendizagem que correspondam à formação integral do sujeito e supram as lacunas destacadas anteriormente.

Aprendizagem Criativa

O construcionismo - caracterização e contexto histórico

Primeiramente, é preciso antecipar que a proposta de discussão do construcionismo nessa seção nada tem a ver com construcionismo social, enquanto perspectiva epistemológica (ESTEBAN, 2010), e que, posteriormente, iluminará o

desenvolvimento metodológico deste estudo.

Em seguida, é importante enfatizar que, enquanto resgate histórico, é impossível falar em construcionismo sem considerar o uso do computador na educação e, principalmente, olhar para a qualidade desse uso. Se, atualmente, efervesce o debate sobre o quanto tal tecnologia pode amarrar ou promover as condições de aprendizagens (PRETTO; PINTO, 2006), dependendo da concepção pedagógica para sua usabilidade, há algumas décadas tais condições já influenciavam na discussão.

A tensão entre teorias e concepções educacionais com perspectivas distintas contribuía para o surgimento de recursos e/ou propostas diferentes para o uso de computadores na educação, já nos finais dos anos 60, conforme aponta Almeida (2008).

Pautada nos objetivos das teorias Behavioristas, em ascensão na época, principalmente com as ideias de Skinner (ORTERMANN; CAVALCANTE, 2011), as aplicações dos softwares conhecidos como CAI - (*Computer Aided Instruction*) eram foco de interesse de estudiosos nas universidades e ganhavam certa entrada na educação. Sua proposta de “máquina de ensinar” era baseada na criação de softwares a partir de instrução programada, ou seja, com atividades elaboradas a partir das perspectivas instrucionistas, como tutoriais, exercícios práticos de resposta imediata e mecânicos. Almeida (2008) aponta que apesar de não haver resultados evidentes na aprendizagem dos alunos, tais aplicações persistiram na área educacional com uma roupagem nova e com maior ênfase na EaD.

Na mesma época, Seymour Papert se voltava para o estudo do uso dos computadores na educação sob a influência dos trabalhos em parceria com Piaget e dos avanços dos estudos com Inteligência Artificial (BURD, 1999), surgindo assim o construcionismo. Assim, a visão de Papert evocava uma forma diferente de uso desses equipamentos que confrontava claramente a maneira instrucionista de utilização que se destacava na época e que, em muitos casos, se perpetua até os dias atuais. Em seus estudos, Papert foi bastante inspirado ao observar a interação aluno-máquina, que apresentava indícios de maior potencialidade, como descreve:

Eu estava observando uma criança trabalhar com um *software* CAI para a multiplicação. Algo estranho estava ocorrendo. Eu havia visto a criança fazer várias multiplicações com rapidez e precisão. Então, vi-a dar uma série de respostas erradas para problemas mais fáceis. Levei algum tempo para perceber que a criança se entendiara com o programa e estava divertindo-se, praticando um jogo de sua própria invenção. O jogo exigia algum raciocínio: o menino redefiniu a resposta “certo” como aquela que gerava maior atividade de computação, exigindo que o programa respondesse com as

explicações pelo “erro”. (PAPERT, 2008, p.156)

Baseado nas correntes cognitivistas, a proposta construcionista buscou partir dos pressupostos do construtivismo de Jean Piaget, extrapolando as ideias que apresentam as fases de desenvolvimento infantil, mas comungando o entendimento de *"building knowledge structures"*² (PAPERT, 1991, s/p), ou seja, a capacidade da criança em construir suas próprias estruturas cognitivas porém, de forma a pensar mais nas condições que se promove a aprendizagem do que apenas o que se aprendeu ou avançou, em condições de maturação. Nesse sentido, trata-se de ampliar tais pressupostos, “com o intuito de incluir a preocupação com o afetivo” (PAPERT, 1985, p. 13) e com a interação com estruturas físicas, como forma de relacionar-se com os conhecimentos e contribuir para tal aprendizagem.

Ao olhar para o processo, focando muita mais a aprendizagem e menos o ensino, Papert evidencia as estratégias que promovem e envolvem os alunos em situações de aprendizagens legítimas, a partir da construção de algo concreto como resultado de um objetivo a atingir. Segundo Valente (1998), o computador, recurso em destaque na época, foi utilizado como meio para apresentar tal abordagem e seus primeiros resultados.

A abordagem construcionista significa o uso do computador como meio para propiciar a construção do conhecimento pelo aluno, ou seja, o aluno, interagindo com o computador na resolução de problemas, tem a chance de construir o seu conhecimento. O conhecimento não é passado para o aluno; o aluno não é mais instruído, ensinado, mas é o construtor do seu próprio conhecimento. Esse é o paradigma construcionista que enfatiza a aprendizagem ao invés de destacar o ensino; a construção do conhecimento e não a instrução. Para "ensinar" o computador o aluno deve utilizar conteúdos e estratégias. No caso da resolução de um problema via computador o aluno tem que combinar esses conteúdos e estratégias através de um programa que resolve um problema. (VALENTE, 1998, p.04)

Como concretização dos estudos e pensamentos, Papert e sua equipe propuseram a linguagem Logo, em busca de uma relação direta entre a criança e a máquina, de modo que houvesse uma comunicação entre ambas e não apenas um consumo pela criança do que o computador pode oferecer. Tanto na linguagem gráfica quanto na representação física do robô tartaruga (figura 4), que executava ações a partir de comandos inseridos em seu sistema,

² "construção de estruturas de conhecimento" - Tradução nossa

a ideia já era enxergar a máquina como um “objeto-de-pensar-com” (PAPERT, 1985[1980], p.25), criando metáforas e relações necessárias para a assimilação de novos conceitos.

Figura 4: Papert e crianças com o robô tartaruga



Fonte: https://el.media.mit.edu/logo-foundation/what_is_logo/logo_and_learning.html

O que Papert propunha ia muito além da diversificação da experiência por meio do manuseio de recursos e ambientes programáveis. Nos vídeos “Thinking about Thinking about Seymour³” e “Seymour Papert 1983⁴” o autor enfatiza que a proposta visa o envolvimento, o engajamento, o sentido e a pertinência social, articulando ações em temáticas envolventes, a partir de problemáticas que instiguem a realização da tarefa, resultando em um produto construído a partir da proposta.

O computador entra nesse processo como ferramenta capaz de contribuir para a construção desses produtos significativos, partindo da concretização do construcionismo com a linguagem Logo e a Tartaruga. Ferruzzi (2001) aponta que a criança programa o computador sem perceber que está programando, pois parte de um objetivo a ser alcançado que lhe é significativo e instigante. Com isso, ela coloca em jogo outros conhecimentos e habilidades, tecendo links com a vida real para a execução da “tarefa”. Segundo Papert, a visão de aprendizagem do professor (aprender que ou como) geralmente não condiz com o que o aluno compreende por aprender (vir a conhecer) ou o que deveria ser considerado ao final.

Trabalhar nos micromundos da Tartaruga é um modelo de como a aprendizagem

³ Vídeo da Lego Foudation que apresenta as ideias e visão de Papert sobre o trabalho com a linguagem de programação e a interação física, acessível em <https://vimeo.com/199805464>

⁴ Publicado em 2007 por Cynthia Solomon, pesquisadora da equipe de Seymour Papert, acessível em <https://www.youtube.com/watch?v=bOf4EMN6-XA>

de uma ideia pode ser semelhante à maneira como conhecemos uma pessoa. Os alunos que trabalham nesses ambientes certamente descobrem fatos, fazem generalizações de proposições, e aprendem habilidades. Mas a experiência primordial de aprendizagem não é a memorização de fatos ou a prática de habilidades. Ao invés, é "vir a conhecer" a Tartaruga, explorar o que ela pode e o que ela não pode fazer. Essa atividade é semelhante às atividades diárias da criança, como fazer bolo de areia ou testar os limites da autoridade paterna - todas possuem um componente de "vir a conhecer". (PAPERT, 1985, p. 167)

Dessas ideias e de seus avanços, nasce a parceria com a Lego®, a partir da criação de Mitchel Resnick e Steve Ocko com o brinquedo que integrava sensores, motores, luzes e sons (POWELL, 2017) e que tinha uma interface programável elaborada através da linguagem Logo (Logo history, 2015⁵), dando forma acessível aos aspectos do construcionismo. De 1985 em diante, os modelos foram se aproximando cada vez mais da necessidade educacional e adentrava a sala de aula e redes educacionais com mais frequência.

Ainda que o processo histórico do construcionismo jogue bastante luz para a criação e os avanços da linguagem Logo e demais recursos associáveis, é interessante e pertinente pontuar que as contribuições da abordagem iluminam o uso das tecnologias na educação como um todo, enquanto ferramenta que possibilita a construção de algo pelo aluno, seja um robô totalmente programável ou um boletim informativo, onde o processo de elaboração possa ser assumido pelo aluno e a mensagem contida na criação faça sentido, cumprindo sua função social.

Este aspecto evidencia também o caráter processual do trabalho com o Logo, atuando no contraponto das críticas dos que acreditavam que a intenção primordial era o investimento na formação de pequenos programadores, pelo simples fato de realizarem a programação, pois “o objetivo não é aprender a programar, mas sim usar a programação como uma ferramenta para a construção do conhecimento” (BASTOS; BORGES; D’ABREU, 2010, p.04).

Assim, as contribuições do construcionismo na educação, no tocante ao uso das tecnologias integradas ao currículo, desempenhou um papel ímpar, acompanhando os avanços dos estudos nessa área.

Com o passar dos anos, a integração de outros recursos e possibilidades, bem

⁵ Site criado e mantido pelo MIT e Logo Foundation que apresenta o histórico do Logo e demais aspectos correlacionados. Acesso em <https://el.media.mit.edu/logo-foundation/>

como o delineamento de princípios claros que norteiam os aspectos do construcionismo, trouxe o termo “Aprendizagem Criativa” como o mais característico e apropriado para apresentar a abordagem. Dessa forma, cresceu a acessibilidade dos docentes e demais profissionais de áreas afins, possibilitando o estabelecimento de links da educação formal com espaços e atividades não formais com maior facilidade.

Do construcionismo a Aprendizagem Criativa - princípios e propostas

Há muito a sociedade urge por cidadãos com perfis diferenciados e que possam impactar também de modo diferenciado. Se a sociedade do conhecimento, amplamente discutida, levantava a necessidade de ultrapassar a transmissão e o mero acesso à informação, utilizando as novas tecnologias para sistematizá-las na construção do conhecimento (DZIEKANIAK; ROVER, 2012), nos dias atuais a exigência é maior. Além da projeção que estima que a maioria das profissões de amanhã ainda não foi inventada (RESNICK, 2017), os relatórios de organizações mundiais tecem um panorama futurístico que geralmente se encontra na afirmação de que o futuro exigirá do cidadão perfis que são pouco explorados ou estimulados na escola e que essa, por sua vez, para tal necessidade, deve-se voltar para essa formação (DELORS, 1996; UNESCO, 2015; UNESCO, 2016).

Tomando como base o almejado que questionava o uso instrucionista das tecnologias na Educação, percebe-se que o construcionismo atuou com maestria no propósito de propor uma relação diferenciada entre o aluno, a tecnologia e a informação/conceito/tema, resultando em produções autorais e em conhecimento construído no processo, visto que o mesmo não pode ser transmitido, no máximo compartilhado e socializado (NETO; JUNIOR; VALENTIM, 2013). Porém, assim como para a sociedade, a construção do conhecimento de modo significativo era e ainda é o almejado, mas não somente, para o construcionismo também era preciso olhar para outros aspectos e potencializar suas possibilidades.

Resnick (2007) afirma que estamos vivendo em uma sociedade criativa, onde o “sucesso baseia-se não apenas no que você sabe ou no quanto você sabe, mas na sua capacidade de pensar e agir criativamente (Tradução nossa⁶)”, respondendo às exigências atuais de cidadãos com perfis diferenciados, que possam caminhar em consonância com as mudanças constantes que a modernidade e o avanço provocam - para o bem e para o mal.

⁶ “success is based not only on what you know or how much you know, but on your ability to think and act creatively - Texto original

De certa forma, a BNCC, ao listar as 10 competências almeçadas para a formação integral, apresenta também a urgência de se olhar para o cidadão nos mais variados aspectos, tomando a escola como um dos locais para o seu fomento e desenvolvimento. Compreende-se que, no plano ideário do referencial, o conjunto das 10 competências dão conta da formação do cidadão que a sociedade do século XXI exige, aquele que manipula conceitos, ações, sentimentos e relações para atender à problemática do cotidiano de forma ativa.

Assim, tomando como base, mais especificamente, a competência 5, que propõe

Compreender, utilizar e criar tecnologias digitais de informação e comunicação de forma crítica, significativa, reflexiva e ética nas diversas práticas sociais (incluindo as escolares) para se comunicar, acessar e disseminar informações, produzir conhecimentos, resolver problemas e exercer protagonismo e autoria na vida pessoal e coletiva. (BRASIL, 2017, p.09)

entende-se que o papel da criatividade assume um lugar de destaque frente ao esperado enquanto autoria e reflexão das novas tecnologias, independentemente de seu tipo. Para muito além de *fazedores tecnológicos ou inventores de fundo de quintal*, a intenção salienta o papel do processo e seu desdobramento, no pensar sobre, no criar a partir de, e, principalmente, na capacidade de ser autor e protagonista.

Nesse sentido, a Aprendizagem Criativa (AC) visa atuar neste leque de possibilidades. Nascida das ideias de Papert com o construcionismo (BURD, 2018), a abordagem/filosofia busca extravasar o seu potencial, associando à construção do conhecimento as produções, a liberdade criativa, a interação entre os pares e o pensamento crítico sobre a criação.

Assim, partindo dos pressupostos que orientam o trabalho na educação infantil, o grupo de pesquisa *Lifelong Kindergarten*⁷, coordenado por Mitchel Resnick, busca inspiração nas práticas exitosas da educação na primeira infância para delinear os caminhos esperados para a AC. Para Resnick (2013), o potencial se destaca principalmente nas oportunidades de criação.

Ainda mais importante, os alunos do jardim de infância estão começando a se desenvolver como pensadores criativos. Enquanto brincam juntos, aprendem sobre o processo criativo: como imaginar novas ideias, experimentá-las, testar as fronteiras, experimentar alternativas, obter feedback de outras pessoas e gerar novas ideias com base em suas experiências. No centro desse processo criativo

⁷ Jardim de infância para vida toda (tradução nossa)

está a capacidade de criar. Se queremos que as crianças se desenvolvam como pensadores criativos, precisamos proporcionar-lhes mais oportunidades para criar⁸.(RESNICK, 2013, p.50 - tradução nossa)

Com isso, a Aprendizagem Criativa propõe a reflexão sobre a criação de condições, para que as demais modalidades de ensino possam usufruir das contribuições de estratégias focadas na promoção da aprendizagem e baseadas no processo criativo, como o jardim de infância o faz. Apesar de compor o leque de vertentes, abordagens e/ou estratégias operacionais que perfazem as metodologias ativas, é importante pontuar que a AC não possui um caráter prescritivo, nem tampouco o rigor das metodologias que apresentam etapas pré-definidas. Porém, apresenta princípios que lhe dão corpo e norteiam sua adesão, permitindo o alinhamento ao proposto.

Os princípios da Aprendizagem Criativa - os 4Ps, a Espiral da Aprendizagem Criativa e as condições de piso baixo, teto alto e paredes amplas

Um dos princípios ou pilares (BURD, 2018) que sustentam e orientam o trabalho com a Aprendizagem Criativa é o princípio dos 4 Ps (*Projects, Peers, Passion e Play*) - em uma tradução aproximada: Projetos, Pares, Paixão e Pensar Brincando. Resnick (2017) destaca que os 4 Ps expressam a forma do pensamento criativo das pessoas, possibilitando condições para que se envolvam nas criações de modo imersivo.

Podemos compreender o valor e o significado de cada P da seguinte forma:

- **Projeto:** Diz respeito ao que o aluno se propõe a construir para atender à comanda ou proposta apresentada, seja um protótipo robótico ou um castelo de cartas. O projeto pode se relacionar diretamente aos interesses pessoais de criação ou responder uma atividade solicitada externamente;
- **Paixão:** Evidencia o quão imersivo é o projeto proposto, o quanto o aluno

⁸ **Texto original:** Even more important, the kindergarten students are starting to develop as creative thinkers. As they playfully work together, they learn about the creative process: how to imagine new ideas, try them out, test the boundaries, experiment with alternatives, get feedback from others, and generate new ideas based on their experiences. At the core of this creative process is the ability to create. If we want children to develop as creative thinkers, we need to provide them with more opportunities to create

está envolvido e toma para si a meta de elaboração, manipulando saberes, conhecimentos e habilidades para executá-la;

- **Pensar brincando:** Expõe a liberdade criativa de fazer, testar, explorar a diversidade de meios, suportes e materiais de forma mais divertida e aberta e menos instrucional. O erro ganha uma conotação positiva, incorporando-se ao processo como experiência;
- **Pares:** Valoriza o papel da colaboração e o compartilhamento de ideias, construção e reflexão coletiva.

Apesar de a compreensão acerca do significado de cada P no processo criativo ser amplo, Rodeghiero, Sperotto e Ávila (2018) destacam que o desenvolvimento de cada um dos Ps, em uma proposta ou processo de construção, se dá a partir de níveis ou dimensões, que, nesse sentido, possuem uma função de orientação e compreensão do processo, podendo, cada aluno, se encontrar em estágios diferentes de avanço ao mesmo tempo. Para tanto, o Quadro 6 apresenta e detalha cada aspecto e seu nível de aprofundamento, observando a necessidade de se considerar as nuances que perfaz cada nível e o respeito ao processo e as especificidades de cada indivíduo, muitas vezes não cabendo ou extrapolando o organizado no *Framework*.

Quadro 6: *Framework* de identificação e análise da Aprendizagem Criativa.

Os Ps da Aprendizagem Criativa				
	Nível 1	Nível 2	Nível 3	Nível 4
Projeto	Processo mental de criação de um projeto prevalece sobre a construção do projeto em si.	O processo mental da construção encaminha para a elaboração de produto físico criado pelo indivíduo/grupo.	O projeto é desenvolvido “no mundo”, materializado, ficando disponível para testes.	O projeto é desenvolvido, testado, discutido, experimentado e admirado pelos autores e/ou outras pessoas.

Pares	Os sujeitos trabalham o projeto individualmente ou dialogando com seus “pares” de forma hierárquica.	Os sujeitos consideram a colaboração do grupo parcialmente. Alguns sujeitos destacam-se pelo trabalho em grupo e outros trabalham individualmente.	Os sujeitos trabalham juntos no projeto objetivando a criação de algo por meio de interesses em comum do grupo de sujeitos.	Os sujeitos e seus facilitadores entendem seus papéis em um mesmo nível no processo de criação. As responsabilidades do grupo são distribuídas igualmente.
Paixão	Paixões impulsionadas pelo desejo e curiosidade na elaboração da atividade - aprender com nova tecnologia ou construir novo projeto. Considerando oportunidades em “piso baixo”.	Trabalho em projetos relacionados a interesses pessoais ou hobbies, considerando oportunidades de desenvolvimento em “piso baixo” e “teto alto”.	Construir algo relacionado a experiência pessoal e/ou interpessoal com indivíduos ou grupos com os quais mantêm laços, se apropriando do desenvolvimento em “piso baixo” e “teto alto”.	Criar um projeto integrando a experiência pessoal e interesse do grupo, com possibilidade de expandir o processo de criação para as oportunidades de “paredes largas”.
Pensar Brincando	O sujeito demonstra necessidade de abordagem vertical de cima para baixo, seguindo instruções passo-a-passo. Nesta perspectiva há um planejamento prévio que antecede a ação “mão na massa”.	Execução de um plano inicial com execução de final aberto. Ajuste do produto durante sua criação. Considerar o projeto acabado, sem experimentá-lo após sua criação.	Teste de ferramentas para decidir usá-las ou não, bem como o uso de materiais familiares de forma não familiar. Experimentação do produto quando o mesmo estiver em fase avançada de produção.	Trabalho de forma totalmente espontânea, ao estilo “parquinho”, ignorando instruções prévias com o intuito de criar livremente e experimentar o processo de criação. Experimentação do produto considerando o aberto para futuras melhorias.

Fonte: Rodeghiero, Sperotto e Ávila (2018, p.191)

De modo complementar aos 4 Ps, os volumes I e II dos cadernos dos Faróis do saber e inovação (CURITIBA, 2018; 2020) trazem a necessidade de se ampliar tais princípios apresentando o P de Propósito de modo explícito e demarcado. Trata-se de “promover experiências de aprendizagem que contribuam, de alguma forma, para a transformação da realidade, pautadas em princípios de sustentabilidade, solidariedade, equidade, trazendo impacto social positivo” (2018, p.35). Esse 5º P, bastante presente em propostas brasileiras, articula necessidade, motivação e sociedade em criações que integrem a comunidade e se

mostrem relevantes a todos.

Ainda sobre os 4 ou 5 Ps da Aprendizagem Criativa, é importante elucidar que, apesar de ser de grande importância a consideração dos aspectos de cada P durante o planejamento do professor, e que atividades planejadas sob esse prisma tendem a adquirir um alinhamento mais próximo e fiel aos princípios da abordagem, o verdadeiro sucesso encontra-se no desenvolvimento do aluno.

Nesse sentido, não basta a proposta configurar um projeto muito bem estruturado pelo professor, se o aluno não o enxergar como projeto pessoal. Não basta a atividade ser convidativa e apaixonante, se o aluno não lhe atribuir significado e se envolver com ela. Assim como pouco importa se existe um momento para o brincar ou para se trabalhar por agrupamento, se o aluno não tiver a liberdade para relacionar-se, testar, brincar e colaborar com os seus pares.

Assim, associando tais princípios ao cotidiano da sala de aula, entende-se que a intenção em proporcionar atividades que possam promover os 5 Ps da AC parece ser ao mesmo tempo desafiadora e simples. Seria desafiadora no sentido de buscar meios para que os alunos possam vivenciar e expressar cada um desses Ps em atividades que tratam dos conteúdos curriculares, ou seja, mexendo com a estratégia e buscando formas de transformar a escola. Ao mesmo tempo, a intenção apresenta-se simples, quando se entende que os aspectos mais comuns dos 5 Ps são encontrados em propostas acessíveis, contextualizadas com o cotidiano e que manipulam muitos conhecimentos prévios para resolver questões instigantes e funcionais aos alunos, associadas ou não aos conteúdos programáticos.

Resnick (2017) destaca ainda que os 4 Ps partem do construcionismo ao passo que o amplia. A ideia de se construir algo como meta final, como cerne do construcionismo apresentado por Papert, é muito importante, porém é preciso ir além e olhar para o processo dessa construção.

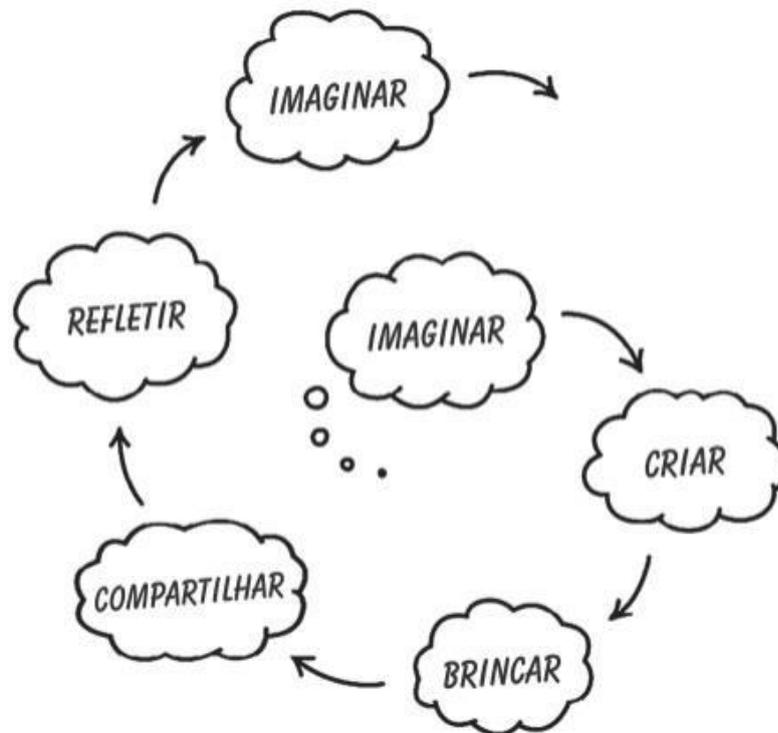
Ele destaca que

O entusiasmo em torno do Movimento "maker" (inventor) e do Movimento do programador traz a oportunidade de revigorar e revalidar a tradição do Construcionismo na educação. Mas, inventar e programar não é o suficiente. Para ajudar os jovens a se prepararem para um mundo que se modifica mais rapidamente do que nunca, precisamos incorporar invenção e programação em um processo de aprendizagem criativa caracterizado por Projetos, Parcerias, Paixão

e Pensar brincando.⁹ (RESNICK, 2017, s.p.- Tradução nossa)

Sobre a valorização do processo e a sua importância nas relações de ensino e aprendizagem, destaca-se também outro princípio que perfaz a Aprendizagem Criativa: a espiral da aprendizagem. Segundo Resnick (2020, p.12), a “espiral da aprendizagem criativa é o motor do pensamento criativo”, pois apresenta o percurso do processo da criação e da criatividade entre os envolvidos. Apesar de se apresentar em formato cíclico (figura 5), a mesma pode ocorrer em ordem, início e fim variados, compreendendo o processo em si, que não é estanque e rígido, mas dinâmico e funcional.

Figura 5: Espiral da aprendizagem criativa.



Fonte: Resnick (2020, p.11)

Podemos entender os itens da espiral como etapas importantes que compreendem todo o processo. É esperado que quando a proposta/comanda da atividade - intencional ou

⁹ The enthusiasm surrounding the Maker Movement and the Coder Movement provides an opportunity for reinvigorating and revalidating the Constructionist tradition in education. But making and coding are not enough. To help young people prepare for a world that is changing more rapidly than ever before, we must embed making and coding in a creative-learning process characterized by Projects, Peers, Passion, and Play. - Texto original

não - é apresentada de modo que engaje os alunos na sua realização, tais etapas são promovidas de modo natural, simultâneo e dinâmico, sem a necessidade de serem marcadas de forma deliberada no espaço/tempo da aula. Possibilitar situações de aprendizagem que promovam às crianças a oportunidade de percorrer a espiral, para além da educação infantil, é entender que elas “desenvolvem e refinam suas habilidades como pensadoras criativas, aprendem a desenvolver suas próprias ideias, testá-las, experimentar alternativas, obter opiniões de outras pessoas e criar ideias baseadas em suas experiências” (RESNICK, 2020, p.12).

Bem como nos Ps da aprendizagem criativa, o alcance de cada etapa da espiral é característico do aprendiz, que, ao passar por elas diversas vezes e em situações distintas, vai aprofundando, qualificando e elaborando novos esquemas e conhecimentos. Porém, o conhecimento docente acerca desse processo é de suma importância, pois possibilita o planejamento de situações e/ou atividades que colabore com tal processo.

Pensando em aspectos do ensino com características intencionais e que têm o potencial de contribuir profundamente para a aprendizagem, o planejamento de situações que promovam tais condições podem ser apresentados na Aprendizagem Criativa como “*low-floor/high-ceiling/wide-wall*¹⁰”, a partir da expansão das ideias de Papert por Resnick et al (2009). A esse respeito, Santos e Galembeck (2017) destacam que

Quando o que norteia a utilização de materiais integrados com conceitos ou conteúdos curriculares, de modo que a criatividade e o desenvolvimento garantam um caminho possível, não previsível e estimulante, é o que Resnick (2009) a partir das ideias iniciais de Papert chamou de *low-floor/high-ceiling/wide-walls* – piso baixo, acessível para iniciar/ teto alto, para não limitar/paredes largas, possibilitando diversos caminhos - o envolvimento dos alunos é natural e extrapola o simples brincar. (SANTOS; GALEMBECK, 2017, p.04)

Assim, dar condições para que os alunos iniciem uma proposta, principalmente ao utilizarem tecnologias, de forma que eles se relacionem com elas e deem seus primeiros passos (piso baixo), mas que tenham condições e liberdade de aprofundarem seus projetos sem limitação impostas a todos (tetos altos), sempre foi uma preocupação apresentada por Papert. Acrescentando a dimensão das “paredes amplas”, Resnick (2020) enfatiza que

¹⁰ piso baixo / teto alto / paredes largas

“oferecer um único caminho do piso baixo ao teto alto não basta, é importante proporcionar vários caminhos” (p.60) que se articulem com a proposta e evidenciem o envolvimento e a paixão dos estudantes com os projetos.

De modo geral, tais princípios formam uma base importante ao propor o trabalho da Aprendizagem Criativa com os alunos, tanto com o planejamento intencional, quanto com a mediação de aulas que possibilitam o aprofundamento em cada princípio.

Possibilidades de recursos e materiais

Apesar de a Aprendizagem Criativa ser uma abordagem educacional, com princípios claros que podem nortear o desenvolvimento de qualquer tipo de atividade, com ou sem materiais físicos, é interessante considerar que ela nasce dos estudos de Papert que incluem a interação física no processo de aprendizagem a partir do construcionismo, como já debatido. A abertura para a Aprendizagem Criativa ampliou o leque de materiais e possibilidades de trabalho, principalmente a partir dos estudos do grupo *Lifelong Kindergarten*, coordenado por Mitchel Resnick.

Atualmente, são inúmeras as possibilidades de integração física nos processos de ensino e aprendizagem, mediando a construção do conhecimento a partir da autoria e do protagonismo dos alunos. Entre as frentes mais comuns, apresentamos alguns exemplos separados em ambientes programáveis e materiais físicos:

- **Ambientes programáveis: linguagens de programação e Comunidade *Scratch***

Desde a chegada da linguagem Logo (PAPERT, 2008), que ampliou as possibilidades de relação do aluno com o computador, inúmeras outras linguagens de programação, acessíveis aos contextos educacionais de formação básica, chegaram ao mercado. Alguns ambientes, desenvolvidos a partir de linguagens tradicionais, como a C++, porém com uma interface mais convidativa, como o ambiente Arduino¹¹ (GAIER, 2011), necessitam da compreensão da sintaxe escrita, muitas vezes em linguagem diferente da língua portuguesa. Outras plataformas e/ou softwares partiram do ambiente Arduino ou de linguagens correlatas para apresentar uma interface ainda mais amigável, de forma gráfica e desenhada em blocos, possibilitando o encaixe das peças de comando e mostrando também o

¹¹ <https://www.arduino.cc/>

código escrito na sintaxe original. O Ardublock¹², um dos exemplos, é reconhecido pelo Arduino como um *plugin* que estabelece a conexão necessária para o funcionamento da parte física e do programa. Alves (2013) apresenta outros ambientes que possibilitam o trabalho na Educação e que partem da mesma lógica, os categorizando pelo fluxo de execução (empilhamento ou diagrama), pela licença de uso (comerciais e não comerciais) e pela forma de comunicação entre o software e o mundo físico (ambientes autônomos e não autônomos).

O *Scratch*¹³, desenvolvido por Mitchel Resnick e sua equipe em 2007, visando possibilitar a experiência com criações e os primeiros passos com programação desde o início da alfabetização, tendo como público principal crianças de oito a 16 anos, (RESNICK, 2009) se tornou a vanguarda entre os demais. Os criadores apontam que o ambiente gráfico de programação se assemelha à uma grande caixa de blocos de encaixe, inspirado pela parceria com a LEGO Company. Resnick (2009) enfatiza que queriam “que o processo de programação em *Scratch* tivesse um sentimento semelhante” (p.05), onde as crianças pudessem explorar, criar, testar e evoluir em suas construções como uma brincadeira com caixa de LEGO.

Mais do que propiciar condições para o contato com a programação de modo acessível (pisos baixos), ilimitado (teto alto) e personalizável (paredes amplas), o *Scratch* extrapola a limitação de ser apenas uma linguagem de programação para ser tornar uma comunidade colaborativa, de criação e expressão (RODEGHIRO; SPEROTTO; ÁVILA, 2018). Resnick (2020) destaca que o objetivo, desde o início, era ir além da programação em si, conectando pessoas, interesses, projetos e paixões.

Desde o início, nosso objetivo era criar um tipo de comunidade *online* em que jovens pudessem criar, compartilhar e aprender de forma colaborativa, o espírito de uma escola de samba. Nossa prioridade era fornecer experiências de aprendizagem criativa para jovens de todo o mundo e, ao mesmo tempo, ajudar professores, pais, *designers* e pesquisadores a perceberem como as tecnologias e comunidade *online* podem auxiliar na aprendizagem criativa. (RESNICK, 2020, p.89)

Nesse espírito de liberdade criativa, as possibilidades de criação dentro da comunidade *Scratch* são inúmeras, como a construção de animações, simulações, jogos, narrativas interativas, música e outros, correspondendo aos interesses e necessidades dos

¹² <http://blog.ardublock.com/>

¹³ <https://scratch.mit.edu/>

usuários. A plataforma possibilita ainda a *remixagem*¹⁴ de projetos compartilhados, a comunicação a partir de comentários, a organização de estúdios temáticos, pessoais e/ou colaborativos, dando plenas condições para o alcance dos 4 Ps e da Espiral da Aprendizagem Criativa.

A utilização desses ambientes programáveis pode estar associada à criação robótica com integração com materiais físicos, como kits de prototipagens, kits de eletrônica básica, kits de robótica estruturada, placas de circuitos impressos e demais componentes.

- **Materiais físicos - movimento *maker***

Ao relacionarmos as possibilidades de trabalhos com materiais físicos e aprendizagem criativa, encontramos uma grande variedade de propostas, que ora se organizam de acordo com seu escopo, ora realizam uma mistura de componentes e materiais distintos em novas possibilidades de trabalho. Nesse sentido, o movimento *maker*, iniciado na década de 70, com a chegada dos computadores pessoais, teve sua proposta ampliada em acesso e variedade de materiais a partir dos anos 2000, com a organização de feiras e publicações (RAABE; GOMES, 2018).

Quando olhamos para as motivações atuais que almejam a formação integral do sujeito (BRASIL, 2018), os movimentos que projetam a formação do cidadão do século XXI (SOBREIRA; TAKINAMI; SANTOS, 2013), a necessidade de atuar em uma sociedade em constante atualização e que exige uma postura mais criativa perante os desafios (RESNICK, 2020), percebe-se que, em relação ao uso de materiais diversos, nessa perspectiva, se encontram as intenções do movimento *maker*. Raabe e Gomes (2018, p. 08) destacam que o *maker* visa uma “transformação social, cultural e tecnológica que nos convida a participar como produtores e não apenas consumidores. Ele está mudando a forma como podemos aprender, trabalhar e inovar. É aberto e colaborativo, criativo e inventivo, mão-na-massa e divertido”.

Tanto na educação como na sociedade de modo geral, é comum a composição de espaços propícios para o trabalho voltado ao *maker*. Dos primeiros Fab Lab’s, iniciados pelo MIT, a partir de 2003 (BROCKVELD; TEIXEIRA; SILVA, 2017) até agora, temos espaços como *Makerspaces*, ambientes tecnológicos, laboratórios de criação e edição, *Hackerspaces*, espaços mão na massa e inúmeras outras nomenclaturas que voltam para o trabalho *maker*.

¹⁴ Remixagem: possibilidade de utilizar uma programação pronta ou parte de uma para modificar em versões diferentes ou incorporar em projetos pessoais.

Com pouca variação, tais espaços procuram disponibilizar aos usuários materiais para modelagem e criação (impressoras 3D, fresadora, cortadora a laser etc.), para prototipação (placas de prototipação, linguagens de programação, sensores, atuadores e periféricos), para robótica (kits estruturados e abertos), bricolagem (ferramentas e insumos), além de kits voltados à eletrônica básica, atividade mão na massa livre, placas de integração com circuitos impressos (Makey Makey¹⁵, Micro:bit¹⁶), equipamentos para criações gráficas, audiovisuais e outros.

Na educação, há diversas releituras de composição de espaços ou formatos de acesso aos materiais. Desde a revitalização dos antigos laboratórios de Informática, a implantação de espaços formatados por empresas afins, até o acesso dentro da sala de aula, a partir da composição de carrinhos para o uso itinerante dos materiais.

Entre princípios e recursos

De tudo que perfaz e contribui para a aprendizagem criativa, principalmente no tocante aos materiais disponíveis e às propostas planejadas e mediadas entre os alunos, o que salta aos olhos e ganha destaque é a compreensão e o respeito aos princípios que a compõem e que já discutimos.

Quando Papert (2008) olhou para o potencial dos computadores na Educação, como ferramentas capazes de alavancar a aprendizagem, tornando-a mais significativa e relevante, ele sentiu a necessidade de apresentar o construcionismo como fundamento teórico para nortear esse processo. Para o autor, mais que disponibilizar materiais e atualizar recursos, o importante é rever o papel da escola e sua relação entre o físico e o abstrato na construção do conhecimento.

Um dos meus princípios matéticos centrais é que a construção que ocorre na “cabeça” com frequência ocorre de modo especialmente venturoso quando é apoiada pela construção de um tipo mais público “no mundo” - um castelo de areia ou uma torta, uma casa Lego ou uma empresa, um programa de computador, um poema ou uma teoria do universo. Parte do que tenciono dizer com “no mundo” é que o produto pode ser mostrado, discutido, examinado, sondado e admirado. Ele está lá fora. Assim, o Construcionismo, minha reconstrução pessoal do Construtivismo, apresenta como principal característica o fato de que examina mais de perto do que outros - *ismos* educacionais - a ideia da construção mental. Ele atribui especial importância ao papel das construções no mundo como um

¹⁵ <https://makeymakey.com/>

¹⁶ <https://microbit.org/>

apoio para o que ocorreu na cabeça, tornando-se, desse modo, menos uma doutrina puramente mentalista. (PAPERT, 1994, p.127-128)

Valente (1996, p.11) descreve e exemplifica essa ação utilizando o computador como referência, e afirma que a interação, seja com o computador ou com outros materiais, “força a manipulação de conceitos e a aplicação desses conceitos na resolução de um problema e isso contribui para a construção do conhecimento e o desenvolvimento da inteligência do aluno”.

Da mesma forma que Papert (1994) pontuou a necessidade de perceber como a tecnologia e os materiais diversos podem contribuir para a educação, extrapolando o incremento e a experimentação vazia e promovendo a construção de produtos significativos, autorais e relevantes aos alunos, Resnick (2020) reafirmou tal importância ao enfatizar o papel dos 4Ps e da espiral da aprendizagem criativa como fio condutor de toda e qualquer ação relacionada com a abordagem.

Não parece ser um movimento fácil de se realizar, o de integrar materiais diversos ou linguagens de programação ao currículo, mas tem uma importância substancial. A preocupação de Resnick (2001; 2007; 2009; 2020), Valente (1996; 1998; 1999) e Papert (1980; 1991; 1994; 2008) não é vazia ou infundada, mas parte do risco de muitos usuários acreditarem que a solução está apenas no recurso ou na ferramenta em si.

Nesse cenário, não é incomum encontrarmos aulas que utilizam o *Scratch* de modo instrucional, onde os alunos precisam seguir rigorosamente os passos do professor ou o tutorial para criar exatamente o que foi determinado a todos, ou observar espaços riquíssimos em materiais (mobiliários, ferramentas, kits, insumos) que expõem orgulhosamente a produção idêntica e enfileirada dos alunos, quando muito, variando cores. Em cenários semelhantes, enxergamos o piso baixo, onde todos começam juntos, mas seguem amarrados, caminhando em único passo para um teto pré-definido (nada alto) e por um único caminho, sem a possibilidade de se perder nas larguras das paredes. Nesse contexto, é possível encontrar certo entusiasmo na manipulação de materiais ou recursos diferentes, mas que pouco se aproximam dos 4Ps e da prática com a espiral da Aprendizagem Criativa.

Experiências diferentes com um mesmo recurso material não são incomuns. Resnick (2020) compara tais experimentos com uma brincadeira em um cercadinho ou em um parquinho. Enquanto um delimita, controla e restringe as possibilidades de exploração, antecipando o fim projetado, o outro se abre ao convite a explorar, experienciar e criar. Tudo está ali, fixo, mas aberto a recriações. Um mesmo brinquedo que para uma criança é um “trepá-trepá”, para uma segunda é uma montanha de escalada e para outra ainda é o castelo da

Rapunzel, onde narrativas são construídas e faladas enquanto se brinca. Ainda a esse respeito, o autor comenta:

Dê a uma criança um balde de peças de LEGO e ela poderá construir praticamente qualquer coisa que conseguir imaginar, de casas a castelos, de cães a dragões, de carros a naves espaciais [...]. Mas não é só assim que as crianças brincam com peças LEGO. Algumas seguem passo a passo as instruções para montar o modelo em destaque na caixa LEGO: constroem o castelo de Hogwarts de *Harry Potter* ou a Millennium Falcon de *Star Wars*. Depois, colocam o modelo em uma prateleira no quarto. Essas crianças estão brincando em um cercadinho de LEGO, não em parquinho de LEGO. Estão aprendendo a seguir instruções, mas não a desenvolver ao máximo o seu potencial como pensadoras criativas. (RESNICK, 2020, p. 121)

Então, entre princípios e recursos, ousamos dizer “princípios” antes de tudo. Parafraseando Papert, o recurso pode ser toda e qualquer experiência material que dá forma à construção mental da aprendizagem, como um castelo de areia. Princípios, por sua vez, quando bem definidos e compreendidos pelo professor, têm o potencial de alavancar as situações de ensino com o que é realmente essencial ao processo - liberdade criativa, trabalho colaborativo, mediação docente, construção autoral -, utilizando os recursos possíveis e/ou acessíveis para potencializar tais situações. São os princípios, então, que dão o tom à intencionalidade pedagógica e fazem o professor entender que há muito mais potencial em situações de aprendizagens que extrapolam o passo a passo (quando constante) e deixam de almejar a perfeição estética, muitas vezes sem atribuição de significado.

Nesse sentido, as contribuições de Bustamante (1996, p.178) a respeito das características esperadas de um professor-facilitador ao se trabalhar com linguagens de programação, mais especificamente com ambiente Logo, vai ao encontro do esperado para o trabalho também com materiais diversos, dentro da perspectiva da Aprendizagem Criativa. Dentre os pontos apresentados pela autora, destacamos os seguintes:

- saber deixar fluir as hipóteses do aluno e levá-lo ao conflito de ideias cuja resolução resulta em novas formas de raciocínio;
- saber aproveitá-las e encaixá-las dentro do contexto do problema em análise;
- saber despertar a verbalização pelo aluno;
- saber colocar perguntas que levem à revisão, à demonstração ou à justificação de encaminhamento do problema;
- valorizar o processo (encaminhamento e estratégias) mais que o conteúdo

expresso.

Assim, quando ousamos defender princípios antes de recursos, não estamos desvalorizando os recursos ou dizendo que os mesmos pouco contribuem para aulas mais significativas, mesmo porque muitos destes estudiosos, como Papert, com o robô tartaruga e a linguagem Logo, e Resnick, com os kits em parceria com a LEGO e o *Scratch*, dedicaram parte da sua vida profissional para a criação de materiais e recursos físicos que viabilizassem as condições necessárias para a construção do conhecimento a partir da estruturação física e/ou programável do pensamento. Estamos apenas enfatizando o que os autores que levantam a bandeira da Aprendizagem Criativa desde a sua origem - Papert; Resnick; Valente; Burd - o fazem exaustivamente, ou seja, dizer ao mundo que o potencial do recurso, seja ele qual for, está na possibilidade de criar, de colaborar, de compartilhar, de despertar novas ideias, de problematizar o mundo e tentar resolvê-lo de forma apaixonante, engajante e envolvente. E que tudo isso se dá pelo respeito aos princípios antes dos recursos em si.

Ensino Por Investigação

O Ensino de ciências e a Alfabetização científica

Historicamente, o ensino de ciências passou por várias formas de alcançar a relação entre ensino e aprendizagem das ciências. De estratégias mais tradicionais às mais práticas e experimentais, podemos observar ações e lugares diferentes para a postura dos alunos perante os conhecimentos, bem como objetivos distintos elencados previamente pela ação docente.

Porém, mesmo quando fazemos um recorte mais acentuado nesse processo histórico e nos detemos apenas para estratégias que tomam as experiências práticas como ponto de partida, ainda é preciso olhar para a intencionalidade que cerca e baseiam tais escolhas. Hodson (1994) reflete sobre os principais fundamentos lógicos que muitas vezes são usados ao se optar por práticas mais experimentais e finaliza seu debate enfatizando que qualquer ação está muito além da escolha simplista entre abordagens que se alinham com “a aprendizagem das ciências, a aprendizagem sobre a natureza da ciência e a prática da ciência - tradução nossa¹⁷” (p.309- 310), mas sim daquelas que possam promover uma interrelação entre tal tríade, tornando uma experiência marcante e frutuosa em investigação científica.

¹⁷ **Texto original:** el aprendizaje de la ciencia, el aprendizaje sobre la naturaleza de la ciencia y la práctica de la ciencia

Considerando os apontamentos pertinentes acerca do debate sobre quem pode fazer ciências (PAVÃO, 2017) e as concepções e visões deformadas sobre elas (CACHAPUZ et al, 2011), firmemente discutidas pelos autores, entendemos que, para além de tais questionamentos, o que salta aos olhos é a necessidade de tornar o ensino de ciências muito mais próximo do fazer científico, desde o início da vida escolar. As vantagens advindas de um ensino de ciências mais acessível, interativo, reflexivo e prático têm reflexos significativos na formação da cidadania como um todo.

Desse modo, a partir de um amplo debate (CHASSOT, 2003; LORENZETTI; DELIZOICOV, 2001; SASSERON; CARVALHO, 2008; 2011; VIECHENESKI, LORENZETTI; CARLETTO, 2012), passa ser a Alfabetização Científica, Educação Científica ou termos relativos e associados ao longo da história (SASSERON; CARVALHO, 2011), a meta de alcance para uma formação plena do cidadão capaz de relacionar-se com o meio, os outros, a tecnologia e os avanços das ciências de forma ativa, consumindo, ressignificando e produzindo a partir de informações e conhecimentos construídos.

Lemke (2006) destaca que a principal meta ou objetivo deva extrapolar as ambições meramente técnicas, que contribuem para a formação de trabalhadores que consomem dados de modo acrítico e manuseiam com destreza ferramentas variadas. O autor aponta ainda que metas mais amplas ao longo da escolarização para uma Educação Científica devem caminhar em consonância com os ciclos da vida escolar, de modo que possa abranger:

- Para crianças pequenas: aprecie e valorize o mundo natural, fortalecido pela compreensão, mas sem eliminar o mistério, a curiosidade e a admiração.
- Para crianças de meia idade: desenvolvendo uma curiosidade mais específica sobre como as tecnologias e o mundo natural funcionam, como projetar e criar objetos e como cuidar das coisas, e uma compreensão básica da saúde humana.
- Para o ensino médio: abra um caminho potencial para carreiras de ciência e tecnologia para todos, forneça informações sobre a cosmovisão científica que é de uso comprovado para muitos cidadãos, comunique alguns aspectos do papel da ciência e da tecnologia na vida social, ajude a desenvolver habilidades complexas de raciocínio lógico e o uso de múltiplas representações. E para quem deseja: a) um caminho menos intensivo que deixa em aberto a opção por uma especialização científica ou tecnológica; b) um caminho mais intensivo para quem já decidiu que deseja segui-lo em direção à universidade ou ao ensino técnico superior. (LEMKE, 2006, p.06 - Tradução nossa)¹⁸

¹⁸ **Texto original:** – Para los niños pequeños: apreciar y valorar el mundo natural, potenciados por la comprensión, pero sin eliminar el misterio, la curiosidad y el asombro. – Para los niños

Tendo em vista tal propósito, a Alfabetização Científica como objetivo de alcance se apresenta como uma “emergência planetária” (BYBEE, 1991 apud CACHAPUZ et al, 2011, p.27), validada pela constante necessidade de se discutir questões que afetam diretamente o cotidiano social, na ordem da compreensão, debate, reflexão e tomada de decisão. Atualmente, saber posicionar-se sobre questões consideradas distantes e inacessíveis, como por exemplo os transgênicos, ultrapassa a linha da especialidade e das técnicas de manipulação de grãos, entrando em patamares mais diretos, desde a pequena produção, a economia que rege o cotidiano, o impacto na sociedade e os reflexos para a saúde de quem os consomem.

Nesse sentido, Jiménez-Aleixandre (2004) sustenta que a Alfabetização Científica se apresenta de forma essencial para a participação ativa na prática social. Dessa forma, Marco-Stiefel (2000, apud CAÑAL, 2004) destaca três níveis complementares para a modalidade geral de alfabetização científica, compreendendo toda sociedade e tornando-se acessível, funcional e pertinente a todos. São eles:

1. Alfabetização científica prática. Permitiria que os sujeitos usassem seus conhecimentos em situações comuns da vida cotidiana.
2. Alfabetização científica cívica. Permitiria aos cidadãos intervir, com um certo critério científico, em decisões políticas, debates sociais etc.
3. Alfabetização científica cultural. Isso tornaria possível para os sujeitos, não apenas ter as possibilidades acima, mas também considerar aspectos como o que é ciência, o que é tecnologia e como as duas estão relacionadas e afetam a configuração e a dinâmica social.¹⁹ (MARCO- STIEFEL, 2004 apud CAÑAL, 2004. p.250. Tradução nossa)

de edad intermedia: desarrollar una curiosidad más específica sobre cómo funcionan las tecnologías y el mundo natural, cómo diseñar y crear objetos y cómo cuidar las cosas, y un conocimiento básico de la salud humana.

– Para la escuela secundaria: abrir para todos un camino potencial hacia las carreras de ciencia y tecnología, proveer información sobre la visión científica del mundo, que es de probada utilidad para muchos ciudadanos, comunicar algunos aspectos del rol de la ciencia y de la tecnología en la vida social, ayudar a desarrollar habilidades de razonamiento lógico complejo y el uso de múltiples representaciones. Y para quienes lo deseen: a) un camino menos intensivo que deje abierta la opción para una especialización científica o tecnológica; b) un camino más intensivo para quienes ya han decidido que quieren seguirlo hacia la universidad o hacia la educación técnica superior.

¹⁹ **Texto original:** 1. Alfabetización científica práctica. Permitiría a los sujetos utilizar sus conocimientos en situaciones comunes de la vida diaria. Alfabetización científica cívica. Permitiría a los ciudadanos intervenir, con cierto criterio científico, en decisiones políticas, debates sociales, etcétera. Alfabetización científica cultural. Haría posible que los sujetos, no sólo tuvieran las posibilidades anteriores, sino que pudieran llegar a plantearse aspectos como qué es la ciencia, qué es la tecnología y como se relacionan e inciden ambas en la configuración y dinámica social

Considerando a importância inquestionável da Alfabetização Científica, nada utópica e de possível alcance de todos, Sasseron e Carvalho (2008, p.35) identificam e organizam, a partir da literatura comum, os três eixos Estruturantes da Alfabetização Científica que se referem à (1) *20* **compreensão básica de termos, conhecimentos e conceitos científicos fundamentais**, (2) **compreensão da natureza da ciência e dos fatores éticos e políticos que circundam sua prática** e (3) **o entendimento das relações existentes entre ciência, tecnologia, sociedade e meio-ambiente**, voltando o olhar para as condições de promoção da mesma, desde o início da escolarização, servindo “de apoio na idealização, planejamento e análise de propostas de ensino que almejam a AC”.

Com o mesmo objetivo, as autoras propõem a organização de competências e mecanismos de fomento da alfabetização científica entre os alunos, observando o alcance de habilidades propícias às práticas sociais participativas e atuantes, a partir de indicadores “que devem ser encontrados durante as aulas de ciências e que podem nos fornecer evidências se o processo de Alfabetização Científica está se desenvolvendo entre estes alunos” (SASSERON E CARVALHO, 2008, p.335).

Baseada nas contribuições das autoras e buscando uma melhor visualização, organizamos, no quadro 7, os indicadores propostos:

Quadro 7: Organização dos indicadores de alfabetização científica a partir de Sasseron e Carvalho

Grupo	Tipo	Ações
1	Tratamento dos dados	seriação de informações; organização de informações; classificação de informações
2	Estruturação do pensamento	raciocínio lógico; raciocínio proporcional
3	Procura do entendimento da situação analisada	levantamento de hipóteses; teste de hipóteses; justificativa; previsão; explicação

Fonte: Baseado em Sasseron e Carvalho (2008, p.338 e 339)

Dessa forma, olhar para o ensino de ciências, tendo como propósito a

²⁰ Grifo do autor

Alfabetização Científica dos alunos, desde a primeira infância, requer estratégias e abordagens que possibilitem tal formação ao longo da vida escolar. Dentre os diversos caminhos, como os destacados por Zompero e Laburú (2011), analisando atividades investigativas e seus aspectos históricos, é possível reconhecer abordagens metodológicas que conversam com tais propósitos e almejam atendê-los, dando sentido historicamente diferentes aos papéis de aluno, professor, recursos e procedimentos no ensino de ciências.

Neste cenário, destacamos as contribuições do Ensino por Investigação (AZEVEDO, 2004; SILVA; PENIDO, 2011) como uma das abordagens pertencentes e alinhadas aos pressupostos das Metodologias Ativas, como o caminho escolhido para fomentar e promover a Alfabetização Científica.

Ensino por Investigação enquanto abordagem didática

Nascido dos princípios fundamentais das metodologias ativas, que almejam promover condições para um processo educativo centrado no aluno, tomando a aprendizagem como foco, o Ensino por Investigação sustenta, entre as suas características, contribuições de grandes teóricos e suas linhas de pensamento, como a motivação intrínseca de Bruner e a aprendizagem autônoma de Dewey, dentre outros. Para Zompero et al (2019, p.231), Dewey sustenta “que propostas pedagógicas que se fundamentam no Ensino por Investigação deveriam preparar os estudantes para desenvolverem habilidades de formular questões e capacidades para o trabalho colaborativo em grupo”.

Historicamente, tanto as ideias de Dewey quanto os princípios do Ensino por Investigação ou *Inquiry* tiveram um forte impacto na visão de Educação Científica em muitos países (ZOMPERO; LABURU, 2011), com objetivos claros de extrapolar a educação bancária e as discussões acerca das diferenças e semelhanças entre as ciências da escola e dos cientistas (MUNFORD; LIMA, 2007). Formar cidadãos capazes de saber questionar e partir em busca de respostas para questões da sociedade e/ou individuais ao longo da vida é uma pretensão de trabalho alinhada a tais pressupostos e pode ser iniciada e largamente trabalhada em sala de aula.

Assim, a literatura (SEDANO; CARVALHO, 2017; ZOMPERO; LABURU, 2011; ZOMPERO et al, 2019; AZEVEDO, 2004; SILVA; PENIDO, 2011; SASSERON, 2015; CACHAPUZ et al, 2005; MUNFORD; LIMA, 2007) apresenta uma gama de possibilidades e estratégias que contribuem para um ensino e aprendizagem mais crítico, significativo e contextualizado. Ainda que a intenção não seja dar corpo ao debate acerca da

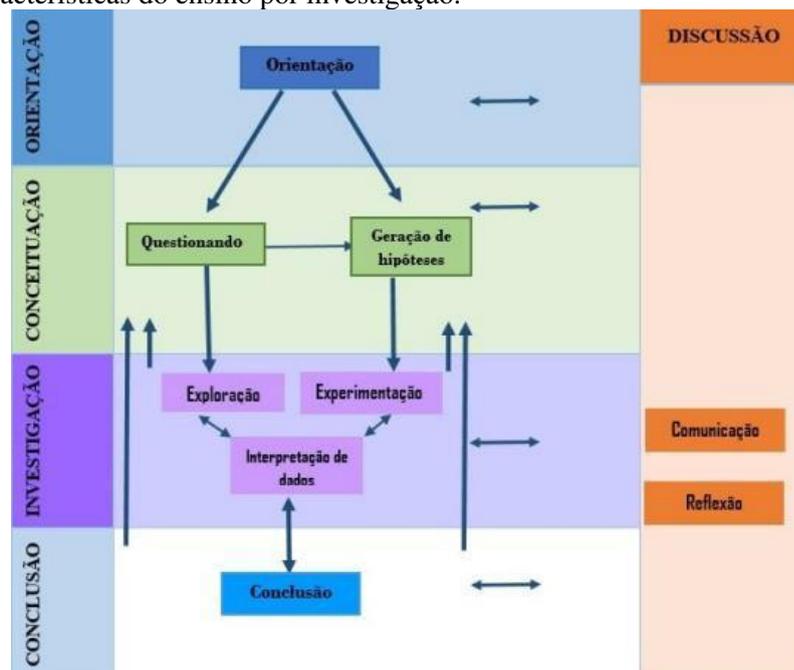
validade da ciência pura ou escolar, Driver et al (1999) afirmam que muitas das práticas dos cientistas precisam e devem ser incorporadas em estratégias mais investigativas ao se trabalhar com o ensino de ciências.

Desta forma, considerando os aspectos inerentes à natureza das ciências e do fazer científico, Guisasola et al. (2006 apud TRIVELATO; TONIDANDEL, 2015, p. 103) destacam os seguintes elementos que podem ser incorporados na estrutura das atividades que caracterizam o ensino por investigação:

- a) os objetivos da ciência (construção de explicações, desenvolvimento de metodologias, contexto sociocultural e caráter imaginativo);
- b) a dimensão epistemológica (desenvolvimento de hipóteses e previsões, utilização de diferentes metodologias de investigação e formas de construção do conhecimento) e;
- c) a dimensão ontológica (uso de teorias e conceitos, articulação de dados obtidos com apoio conceitual).

Ainda nessa perspectiva, a figura 6 apresenta os principais aspectos e características que perfazem propostas a partir do Ensino por Investigação, organizados por Zompero et al (2019), considerando demais contribuições bibliográficas sobre o tema.

Figura 6: Características do ensino por investigação.



Fonte: ZOMPERO et al, 2019, p. 232

Nos estudos compartilhados por Abd-el-khalick et al (2004), as perspectivas internacionais apontam para a necessidade de haver um encontro entre as práticas de ensino e aprendizagem em ciências, as reflexões sobre a natureza da ciência e o papel do currículo nessa articulação. Para além das diferenças reveladas pelo estudo, Duschl (2004) aponta uma série de dicotomias que dão o tom a partir das escolhas que são feitas acerca do ensino de ciências pretendido.

Para o autor, historicamente foi percebido a prevalência de duas abordagens principais que norteiam as escolhas para o ensino de ciências nas salas de aula, uma mais focada no processo do conteúdo e outra na descoberta e investigação. Ainda sobre a temática, Duschl destaca que uma terceira abordagem, segundo seus estudos e colaborações à época, que denominou de *evidence-explanation* (EE - explicando a evidência - tradução nossa), articularia os pontos em destaque das duas primeiras com acréscimo do trabalho por projetos, problemas geradores autênticos, trabalho com dados, uso de tecnologia e outros.

Nessas novas abordagens curriculares de EE, as lições são interligadas para produzir sequências instrucionais coerentes. As tarefas de aprendizagem são diferenciadas, os alunos são designados para trabalhar individualmente e em grupos, e as estratégias de avaliação formativa são frequentemente integradas nas aulas para abordar a dinâmica multidimensional do aprendizado de ciências. O envolvimento na investigação parece exigir o desenvolvimento de pelo menos três, se não mais, bases de conhecimento interconectadas. (DUSCHL, 2004, p.413 - tradução nossa)²¹

Tais contribuições colocam em evidência aspectos do Ensino por Investigação que se destacam ao serem trabalhados curricularmente de forma intencional, pelo alcance de resultados positivos. Entre eles, chamamos a atenção para processos baseados e/ou que visem fomentar a problematização, o levantamento e elaboração de hipóteses, a sustentação da argumentação, a experimentação científica e a conceituação. Esta última, Sasseron (2015) entende mais como um resultado de todo o processo do que como o objetivo principal.

²¹ Texto Original: In these new EE curriculum approaches, lessons are linked together to produce coherent instructional sequences. Learning tasks are differentiated, students are assigned to work individually and in groups, and formative assessment strategies are frequently integrated into lessons to address the multidimensional dynamics of science learning. Engagement in inquiry would seem to require the development of at least three, if not more, interconnected knowledge bases.

[...] assim como a própria construção de conhecimento em ciências, a investigação em sala de aula deve oferecer condições para que os estudantes resolvam problemas e busquem relações causais entre variáveis para explicar o fenômeno em observação, por meio do uso de raciocínios do tipo hipotético-dedutivo, mas deve ir além: deve possibilitar a mudança conceitual, o desenvolvimento de ideias que possam culminar em leis e teorias, bem como a construção de modelos. (SASSERON, 2015, p.58)

A potencialidade dessa abordagem didática, principalmente no tocante aos aspectos mencionados, nos faz olhar para as nuances de cada um, salientando seus pontos fortes para o processo de construção do conhecimento. Uma Sequência de Ensino Investigativa (SEI), como propõe Carvalho (2018), quando bem estruturada, promove um percurso de aprendizagem que engloba em suas estratégias didáticas, condições propícias para o desenvolvimento argumentativo, crítico e criativo.

Para tanto, é necessário que a intencionalidade pedagógica no planejamento e condução das SEI seja o fio condutor para o alcance dos objetivos. Não é o caso de tentar reproduzir o método científico, por razões óbvias, mas de criar condições para que uma cultura científica seja fomentada a partir de aulas bem delineadas, possibilitando cada vez mais a Alfabetização Científica.

Olhando para as características das SEI e para as contribuições de outros autores que experienciam e discorrem sobre o assunto (LEMKE, 2006; LORENZETTI; DELIZOICOV, 2001; BRITO; FIREMAN, 2016; CARVALHO, 2018), destacamos a seguir os pontos fundamentais que contribuem para aulas mais significativas e que promovam a Alfabetização Científica.

Perguntar, questionar, problematizar: o papel da problematização

O papel da questão-problema e da problematização tem um valor para além da formulação de perguntas. Capecchi (2018) descreve essa função como a relação entre a forma que os conceitos e conteúdos serão trabalhados em sala de aula e as questões serão formuladas. Para a autora, ultrapassar o cenário de entrega conceitual inquestionável e finalizada, a partir da compreensão de uma ciência em uma dimensão cultural e historicamente construída, a partir de contextos temporais e passíveis de transformações, é dar acesso ao universo científico já nos primeiros anos da escolarização.

Nesse cenário, o papel da problematização assume uma importância ímpar, tal como o é para o próprio método científico. Saber formular um problema capaz de conduzir um processo de investigação científica não é uma tarefa simples ou espontânea (BACHELARD, 1996), mas se caracteriza como a engrenagem fundamental para mover as demais ferramentas e atores em direção das respostas. No âmbito escolar, tal valor pode mudar o teor da importância, mas não a desvalorizar. A aproximação da *curiosidade ingênua* da *curiosidade epistemológica* (CAPECCHI, 2018) a partir do exercício da problematização é um dos primeiros ganhos no processo.

Outro aspecto de suma importância atribuída a uma problematização bem elaborada se relaciona à promoção de maior envolvimento do grupo, de modo que os alunos se sintam pertencentes à ação investigada e não apenas cumprindo tarefas, além de alavancar a aprendizagem. Conforme aponta Azevedo (2004), “a colocação de uma questão ou problema aberto como ponto de partida é ainda um aspecto fundamental para a criação de um novo conhecimento” (p.03).

Nessa relação de transformação e aprofundamento do conhecimento científico, da significação e envolvimento dos alunos, as ações docentes ganham, cada vez mais, um papel essencial no processo. Distancia-se da ação de entrega e resposta, onde o centro do processo estava na figura do professor e passa a assumir um papel mediador, conduzindo tais processos com foco no aluno. Essa mudança, que antes de tudo é de concepção de educação, atribui valores onde, até então, inexistiam. O silêncio frio e cortante de uma sala de aula, antes tido como termômetro de controle docente e disciplina, dá lugar a um ambiente vivo em curiosidade e argumentação. Assim, problematizar ganha contornos essenciais para que as relações vívidas estabelecidas nas aulas levem à construção do conhecimento e ao aprofundamento científico. Delizoicov (2001) pontua:

1 - a escolha e formulação adequada de problemas, que o aluno não se formula, de modo que permitam a introdução de um novo conhecimento (para o aluno), ou seja, os conceitos, modelos, leis e teorias da Física, sem as quais os problemas formulados não podem ser solucionados. Não se restringe, portanto, apenas a apresentação de problemas a serem resolvidos com a conceituação abordada nas aulas, uma vez que está ainda não foi desenvolvida! São, ao contrário, problemas que devem ter o potencial de gerar no aluno a necessidade de apropriação de um conhecimento que ele ainda não tem e que ainda não foi apresentado pelo professor. É preciso que o problema formulado tenha uma significação para o estudante, de modo a conscientizá-lo que a sua solução exige um conhecimento que, para ele, é inédito;

2 - um processo pelo qual o professor ao mesmo tempo que apreende o conhecimento prévio dos alunos, promove a sua discussão em sala de aula, com a finalidade de localizar as possíveis contradições e limitações dos conhecimentos que vão sendo explicitados pelos estudantes, ou seja, questiona-os também. Se de um lado o professor procura as possíveis inconsistências internas aos conhecimentos emanados das distintas falas dos alunos para problematizá-las, tem, por outro, como referência implícita o problema que será formulado e explicitado para os alunos no momento oportuno bem como o conhecimento que deverá desenvolver como busca de respostas. A intenção é ir tornando significativo, para o aluno, o problema que oportunamente será formulado. (DELIZOICOV, 2001, p.132 e 133)

Nesse contexto, o valor dado para a condução de momentos em que os alunos aprofundam, afinam e qualificam o conhecimento construído, evidencia o papel das perguntas nas aulas de ciências. Mais do que o simples vício da retórica, às vezes vazia, o ato de perguntar quando se considera as suas dimensões epistemológica, discursiva e política social (MACHADO; SASSERON, 2012) torna-se um instrumento que adquire contornos próprios para o ensino por investigação e sua “perspectiva problematizadora”.

Assim, apesar de se apresentar com intencionalidades diferentes entre professor e aluno, a pergunta tem valor para ambos, sendo seu papel no processo de aulas com enfoque investigativo incontestável.

Após identificar os tipos e características das perguntas elaboradas pelos professores, Machado e Sasseron (2012) propõem um instrumento de categorização e análise das perguntas em aula de ciências por investigação (Quadro 7). Sobre sua pertinência, destacam que “permite precisar um objeto analítico para esse tipo de aula oferecendo relações seguras entre o processo de significação dos conceitos científicos e o caminho discursivo adotado pelo professor e pelos alunos em aula” (Machado e Sasseron, 2012, p.43).

Quadro 7: Os tipos de perguntas em aulas investigativas de ciências.

Classificação das perguntas	Descrição	Exemplos
Perguntas de problematização	Remetem-se ao problema estudado ou subjacente a ele na proposta investigativa. Refazem, reformulam de outra maneira, voltam à proposta do problema. Ajudam os alunos a planejar e buscar soluções para um problema e exploram os conhecimentos do aluno antes de eles o resolverem. Levantam as demandas do problema para que os alunos iniciem a organização das informações necessárias para resolvê-lo.	Por que isso acontece? Como explicar esse fenômeno?
Perguntas sobre dados	Abordam os dados envolvidos no problema, evidenciando-os, apresentando-os ou selecionando-os de forma a descartar ou não variáveis. Direcionam o olhar do aluno para as variáveis envolvidas relacionando-as, procurando um grau maior de precisão, comparando ideias, propondo inversões e mudanças.	O que acontece quando você...? O que foi importante para que isso acontecesse? Como isso se compara a...?
Perguntas exploratórias sobre o processo	Buscam que os alunos emitam suas conclusões sobre os fenômenos. Podem demandar hipóteses, justificativas, explicações, conclusões como forma de sistematizar seu pensamento na emissão de uma enunciação própria. Buscam concretizar o aprendizado na situação proposta. Fazem com que o aluno reveja o processo pelo qual ele resolveu o problema, elucide seus passos.	O que você acha disso? Como será que isso funciona? Como chegou a essa conclusão?
Perguntas de sistematização	Buscam que os alunos apliquem o conceito compreendido em outros contextos, prevejam explicações em situações diferentes da apresentada pelo problema. Levam o aluno a raciocinar sobre o assunto e a construir o modelo para explicar o fenômeno estudado.	Você conhece algum outro exemplo para isso? O que disso poderia servir para este outro...? Como você explica o fato?

Fonte: Adaptado de Machado e Sasseron (2012, p.43).

Porém, apesar da incontestável valorização de uma pergunta bem elaborada pelo professor, capaz de provocar a curiosidade e o interesse dos alunos, pouco tem a contribuir

se não for capaz de conduzir situações de ensino e aprendizagem que manipulem os conhecimentos já consolidados e evoquem a necessidade de ampliá-los, aprofundando e transformando processos e conhecimento científico.

A partir das características apresentadas na proposta intitulada *Três momentos pedagógicos* (3MP) - Problematização Inicial, Organização do Conhecimento e Aplicação do Conhecimento - originada da transposição e releitura da concepção de Educação de Paulo Freire, Muenchen e Delizoicov (2013) destacam a importância da ação problematizadora extrapolar a devolução de resposta, mesmo quando correta, e provocar a ânsia por conhecer, aprofundar, intervir no objeto provocador. Nesse sentido, segundo os autores, problematizar se difere de perguntar, simplesmente, apesar da problematização ser conduzida por uma pergunta. O desafio docente é grande, pois se caracteriza na apresentação de “situações reais vividas pelos alunos e que são por eles reconhecidas através de representações codificadas que possibilitam a dialogicidade entre seus conhecimentos e aqueles inéditos, para eles, quais sejam conceitos científicos, veiculados através da mediação docente” (MUENCHEN; DELIZOICOV, 2013, p.2448).

Assim, uma problematização bem concebida, mais do que respostas, levanta hipóteses, promove a argumentação, fomenta a experimentação e ensaia e/ou promove produções/intervenções no objeto problematizado.

Elaboração de hipóteses e o desenvolvimento argumentativo

As práticas argumentativas dentro do ensino de ciências, na perspectiva de um ensino e aprendizagem mais investigativo, se torna um processo e um objetivo de alcance. Ao mesmo tempo que propostas de aulas e atividades, dentro deste contexto, se firmam sobre uma base onde as interações discursivas mediam todo o processo, um dos objetivos é contribuir qualitativamente para a estrutura argumentativa dos alunos. Decerto que, apesar do ensino de ciências se valer das práticas discursivas comuns no desenvolvimento das ciências, entendemos que se configuram situações diferentes. Valle (2014) destaca que ambas possuem finalidades e contextos distintos.

Jiménez-Aleixandre e Brocos (2015) chamam a atenção para os desafios e as controvérsias que cercam a argumentação no ensino de ciências, no tocante à metodologia: o que e como avaliar; quais instrumentos podem contribuir para objetivos distintos e/ou qual a natureza da argumentação pode dificultar ou contribuir para tais processos. São reflexões

pertinentes. Nesse contexto, escolhemos não adentrar tão profundamente em tais aspectos e assumir como suficiente a análise sobre o espaço das interações discursivas em aulas de ciências como mecanismo de qualificação do discurso argumentativo dos alunos. Como sugerem os autores, cabe a nós definir de antemão a intenção de estudo dos “*processos de argumentação*” (p.08) como objetivo de ensino e também de análise.

Dentro da abordagem do Ensino por Investigação, quando a situação de aprendizagem se apresenta de forma problematizadora, o processo de elaboração de hipóteses com os alunos se torna natural e uma etapa essencial de vínculo entre o conhecimento já consolidado e o que será construído. Nesse processo, Zompero e Laburú (2011) refletem sobre o grau de liberdade entre alunos e professor em situações investigativas, através das contribuições de Carvalho (CARVALHO, 2006 apud ZOMPERO; LABURU, 2011), destacando que, desde o grau II, em um quadro crescente que vai do I ao V, o trabalho com formulação e verificação de hipóteses pode/deve ser realizado pelos alunos e mediado pelo professor.

Assim, o potencial presente no trabalho com formulação e levantamento de hipóteses pelos alunos evidencia a sua qualidade e a construção de novos conceitos, teorias e conhecimentos. Sasseron e Carvalho (2008) destacam que, em um dos grupos de indicadores de Alfabetização Científica, o trabalho com hipóteses assume uma relevância considerável neste processo.

O levantamento de hipóteses aponta instantes em que são alçadas suposições acerca de certo tema. Este levantamento de hipóteses pode surgir tanto da forma de uma afirmação como sendo uma pergunta (atitude muito usada entre os cientistas quando se defrontam com um problema). **O teste de hipóteses** concerne nas etapas em que se coloca à prova as suposições anteriormente levantadas. Pode ocorrer tanto diante da manipulação direta de objetos quanto no nível das ideias, quando o teste é feito por meio de atividades de pensamento baseadas em conhecimentos anteriores. A **justificativa** aparece quando em uma afirmação qualquer proferida lança mão de uma garantia para o que é proposto; isso faz com que a afirmação ganhe aval, tornando mais segura. O indicador da **previsão** é explicitado quando se afirma uma ação e/ou fenômeno que sucede associado a certos acontecimentos. A **explicação** surge quando se busca relacionar informações e hipóteses já levantadas. (SASSERON; CARVALHO, 2008, p.339)

Conforme destacado, as hipóteses elaboradas pelos alunos possuem um potencial

ímpar na construção e reconstrução do pensamento, aproximando-se das teorias formuladas cientificamente. Assim como a construção de conceitos e teorias vai ganhando qualidade de acordo com o aprofundamento do conhecimento, a formulação de hipóteses também ganha contornos de melhor estruturação, conforme o ciclo de formulação-análise-refutação-comprovação se torna mais comum e recorrente.

Desta forma, visando olhar para tal qualificação, Lakatos e Marconi (2003) apresentam aspectos relativos à estrutura das hipóteses e suas características de acordo com a estrutura formulada. Para tanto, o instrumento para análise da qualidade estrutural da hipótese construída (Quadro 8) adaptado de Lakatos e Marconi, elaborado por Nunes e Motokane (2015), nos dá indícios deste avanço.

Quadro 8: Análise da qualidade da hipótese construída.

Característica	Descrição	Crítérios de classificação
Plausibilidade e clareza	Se refere a capacidade de a hipótese em ser aceita como lógica pelos demais interlocutores e de possível entendimento do que se propõe incluindo a utilização de observações e conceitos para expressar fatos reais.	<ul style="list-style-type: none"> - Utiliza linguagem própria da ciência; - É coerente em sua proposição; - É lógica em relação ao problema proposto.
Apoio teórico	Se refere à hipótese fundamentada em conhecimentos ou apoios teóricos relacionados à investigação do problema.	<ul style="list-style-type: none"> - Usa conhecimento prévio; - Usa conhecimento científico abordado na aula; - Recorre a apoios teóricos (livros didáticos, texto de apoio da SD etc.).
Relevância e Precisão	A relevância se refere à capacidade de explicar o problema em questão e a precisão caracteriza o quão concisa é uma hipótese. Quanto mais se aproxima da solução do problema, mais relevante e precisa uma hipótese é.	<ul style="list-style-type: none"> - Explica o problema; - Usa dados/teorias para apoiar a hipótese.
Complexidade	Se caracteriza pela quantidade de detalhes atribuídos ao objeto ou fato em observação que deve ser considerado na hipótese. Quanto mais particularidades daquele fato ou fenômeno ao qual se refere o problema é considerado ou descrito, mais complexa é a hipótese.	<ul style="list-style-type: none"> - Descreve detalhes do fato/fenômeno observado; - Usa dados de diferentes naturezas na hipótese.

Fonte: adaptado de Lakatos e Marconi (NUNES; MOTOKANE, 2015)

Em conjunto com os ganhos na formulação das hipóteses, o desenvolvimento argumentativo dos alunos, em aulas de ensino de ciências, é outro aspecto de grande relevância que se alcança nesse processo. Para além das análises de padrões e estruturas propostos por Toulmin (apud SASSERON; CARVALHO, 2013), a construção de argumentos com qualidade é, antes de tudo, um reflexo da constância em propostas investigativas, baseadas na valorização da problematização e do levantamento de hipóteses.

Não é o caso de desconsiderar o percurso construído e sistematizado nos estudos acerca dos padrões e estruturas do argumento, mas de entender que nem sempre o resultado obtido em um argumento muito bem formulado e estruturado representa ideias maduras e sustentáveis. Sasseron e Carvalho (2013) destacam:

O modelo de argumento proposto por Toulmin foi utilizado nesses estudos e nos permitiu analisar a coerência e a coesão de um argumento tendo como foco sua estrutura; no entanto, deparamo-nos com situações em que, embora coerente e coeso internamente, o argumento mostrava-se falacioso, sinalizando-nos a pobreza de sua qualidade em relação ao tema das Ciências Naturais abordado no instante em que foi expresso. (SASSERON; CARVALHO, 2013, p.173 e 174)

Na busca dessa qualificação que extrapola a estruturação ideal ou padronizada, há outros indicadores, dimensões e propósitos que visam refletir sobre os caminhos e, principalmente, sobre os papéis de alunos e professores no contexto de propostas de ensino e aprendizagem. De fato, é um processo que se aprimora na persistência e na rotina, desde as interações discursivas bem planejadas e conduzidas (SASSERON, 2018b) aos demais aspectos já mencionados acerca de aulas investigativas e que almejam o alcance da Alfabetização Científica.

Laboratório Didático: experimentos físicos e remotos

Dentre os principais aspectos que perfazem o Ensino por Investigação, o papel da experimentação e das atividades práticas tem um grande valor. Barberá e Valdés (1996), a partir de uma revisão sobre a incidência e tipos de atividades experimentais ao longo dos anos, apontam o quanto tais atividades se modificaram em relação ao propósito e à estratégia. Longe de desconsiderar tal processo histórico, mas objetivando evidenciar as propostas

pautadas em abordagens mais centradas no aluno, as contribuições de Campos e Nigro (1999), Flores et al (2009), Trivelato e Silva (2017) nos levam a refletir sobre o potencial de atividades práticas e experimentos em estratégias investigativas.

Duschl (2004) destaca que muito se alterou em relação à natureza da investigação científica e conseqüentemente impactou a forma de envolvimento nesta, bem como as relações e as implicações para o papel do laboratório e atividades práticas no ensino. Alterações do tipo “de uma imagem da educação científica para cientistas, à educação científica para todos” (DUSCHL, 2004, p.6 - tradução nossa)²² elevam a um patamar diferenciado as atividades práticas, muito além da ilustração.

Sobre a finalidade e tipos de atividades práticas, Campos e Nigro (1999) as dividem em quatro categorias que atendem ao propósito e, principalmente, à estratégia docente. São elas:

- **Demonstrações práticas:** são realizadas pelo professor, tendo o aluno como observador passivo. Geralmente são utilizados para exemplificar ou demonstrar de forma prática uma teoria ou conceito já existente.
- **Experimentos ilustrativos:** com o mesmo objetivo das demonstrações práticas, as atividades ilustrativas recebem como diferença a realização por parte do aluno, seguindo etapas pré-definidas.
- **Experimentos descritivos:** são atividades abertas, podendo ter pouca ou nenhuma instrução, permitindo a exploração de fenômenos e materiais diferentes. Se difere das atividades investigativas por não trabalhar com hipóteses.
- **Experimentos investigativos:** tendo o aluno como ator principal, possibilita a exploração de uma grande variedade de recursos, instrumentos e fenômenos para atender a validação ou refutação de hipóteses elaboradas. Necessita de uma estrutura que valorize o compartilhamento das ideias, a construção argumentativa e a sistematização das descobertas, se aproximando da investigação científica.

De fato, dependendo da faixa etária, dos materiais disponíveis e do objetivo estipulado pelo professor, cada categoria ganha funcionalidade e pertinência ao conduzir uma proposta prática. A alternância entre momentos e estratégias distintas tem o potencial

²² From an image of science education for scientists, to science education for all - texto original

de enriquecer aulas pouco dinâmicas e centradas em leitura, reprodução e interpretação textual. Porém, nem sempre dinamizar significa qualificar o processo de ensino e aprendizagem. Zancul (2017) destaca:

É necessário observar que, embora as atividades experimentais sejam apropriadas para a área de Ciências e devam ser empregadas num ensino que tenha como objetivo mais do que a transmissão e a memorização de conceitos, a simples realização de experimentos não implica numa melhoria do ensino de Ciências. Mesmo considerada como um elemento essencial nas aulas de ciências, a experimentação, por si só, não garante um bom aprendizado. (ZANCUL, 2017. p. 65)

Assim, considerando tais contribuições, nos deteremos em aprofundar os aspectos inerentes ao uso de espaços, materiais e estratégias práticas que se aproximem da 4ª categoria apresentada pelos autores, ou seja, experimentos investigativos. Trivelato e Silva (2017) salientam que ao proporcionar aos alunos o “envolvimento com uma investigação científica, na qual sejam possibilitadas a formulação de hipóteses, elaboração de métodos para testá-las, análise de resultado, inferências e solução de um problema, os experimentos propostos devem ter caráter investigativo” (p.73).

De fato, atividades investigativas que possibilitam tais etapas requerem muito mais que o experimento em si. Junto com a realização do experimento vêm dúvidas, novas ideias, conceitos pessoais e a necessidade expressa de uma ação docente que medeie a situação, de modo que os alunos se aproximem cada vez mais de explicações e teorias científicas (BIZZO, 2009). Se mostra de suma importância o planejamento de momentos que considerem a apresentação ou a construção da problemática; o espaço da argumentação, o pensamento crítico e o compartilhamento de raciocínio; a experimentação, a exploração do meio, a observação de fenômenos; o manuseio, o tratamento e a sistematização de dados; a construção e a apresentação de resultados, descobertas e solução de problemas.

Dentro dessa perspectiva muito mais ampla, as atividades investigativas se destacam quando o objetivo principal é o alcance da alfabetização científica, como aponta Brito e Fireman (2016).

Nesses termos, o aluno não somente “faz ciência”, mas também aprende “sobre ciências”. O aluno não somente aprende conceitos pela argumentação e pelo exercício da razão, mas aprende a discutir e a emitir juízo de valor aos conteúdos estudados. Em decorrência disso, ele passa a compreender os fenômenos do mundo natural, de

maneira que se torna capaz de fazer uma leitura de mundo mais consciente, isto é, se alfabetiza cientificamente. (BRITO; FIREMAN, 2016. p.129)

Apesar das indiscutíveis vantagens de atividades experimentais investigativas e que considerem demais aspectos no conjunto das propostas, os desafios para a realização de atividades práticas podem ser expressivos. Zancul (2017) observa que essas atividades podem ser de ordem técnica, estrutural e organizacional, quando a dificuldade em realizá-las com um grupo demasiado grande de aluno, os materiais são escassos ou os espaços se tornam não funcionais.

Diante desse cenário, uma das possibilidades acessíveis e condizentes com propostas investigativas são os laboratórios didáticos remotos. Dentre as categorias de laboratórios *web*, os laboratórios remotos se diferem dos ambientes virtuais, com simuladores, devido às suas características reais (CHITUNGO, 2018).

Em ambientes simulados, o experimento possibilita a manipulação de materiais diversos de forma segura e acessível a todos e representa um grande potencial, quando bem articulado curricularmente e conduzido pelo professor (YAMAMOTO; BARBETA, 2001). Porém, a limitação das variáveis predefinidas pode tolher algumas situações investigativas decorrentes de ação do tempo e influência de outros materiais não esperados, mas que poderiam ocorrer em situações reais.

Nos laboratórios remotos, estes aspectos são mantidos e passíveis de serem considerados, pois os experimentos não representam uma simulação, mas um experimento real de acesso on-line e remoto. As mesmas relações de tempo, espaço, temperatura e forma de manipulação que poderiam ser consideradas em experimentos práticos locais podem ocorrer também em experimentos remotos, quando tais variáveis são apresentadas juntamente com o acesso ao mesmo. Faria e Galembeck (2015, p.78) destacam que “os alunos são capazes de observar fenômenos dinâmicos, que são muitas vezes difíceis de explicar através de material escrito, fazendo uma abordagem mais realista para resolver os problemas” a partir de experimentos remotos.

Para Tulha, Carvalho e Coluci (2019), os laboratórios remotos são recursos capazes de estreitar o espaço geográfico, o tempo de aula e, principalmente, a dificuldade em manipular ferramentas, materiais e recursos específicos.

Por meio de plataformas on-line, experimentos reais são disponibilizados, possibilitando a manipulação destes experimentos

e a visualização dos resultados por transmissão de vídeo. Os experimentos existentes em laboratórios remotos ficam disponíveis em tempo integral e seu acesso ocorre de forma individual. Os laboratórios remotos surgem como viabilizadores da realização de atividades práticas sem a necessidade de um laboratório de ciências fisicamente presente na instituição, por exemplo. (TULHA; CARVALHO; COLUCI, 2019, p.197)

Nas últimas décadas, o crescente estudo com laboratórios remotos amplia de modo considerável a quantidade de oferta de espaços virtuais on-line com este fim. Geralmente associados à grupos de pesquisas em departamentos específicos nas universidades, os laboratórios ganham escopo e temática de acordo com a área que os inicia e o interesse de muitos pesquisadores.

Destacamos alguns laboratórios remotos no Brasil que apresentam uma gama de experimentos disponíveis na *web*²³, entre eles:

- **Laboratórios Remotos Táteis:** a partir da parceria entre o LabTEVE da Universidade Federal da Paraíba e o Laboratório de Instrumentação para Medição (LIM) da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, o projeto objetiva possibilitar o acesso remoto aos alunos da Engenharia Mecânica a experimentos que permitam a verificação das leis de Hooke;
- **RexLab:** nascido em 1997 na UFSC, com o propósito de ampliar as possibilidades de acesso tecnológico remoto, o projeto conta atualmente com a parceria e envolvimento de cerca de 12 universidades e uma série de experimentos, entre elétrica, eletrônica, mecânica, microscopia, programação, entre outros.
- **WebDuino:** desenvolvido pelo Grupo de Pesquisa em Ensino de Física da PUC-SP, o projeto visa possibilitar acesso a um laboratório de controle e sensoriamento remoto a partir de prototipagens utilizando o Arduino, tornando-se ferramenta de uso e de estudo ao mesmo tempo.
- **Laboratório de Tecnologia Educacional:** do Instituto de Biologia da Unicamp, o projeto disponibiliza uma série de experimentos voltados à análise microscópica, química e/ou biológica em conjunto com propostas de atividades e interpretação dos resultados.

²³ <http://www.de.ufpb.br/~labteve/projetos/labremoto.html> - <http://relle.ufsc.br/labs> - <http://www4.pucsp.br/webduino/o-que-e-webduino.html> - <https://www.lte.ib.unicamp.br/portal/index.php>

Apesar de haver uma grande concentração de acesso e utilização no ensino superior e no ensino médio, a possibilidade de exploração e utilização na educação básica, desde o ensino fundamental I, não é impossível e nem incomum, apesar dos experimentos terem sido criados para outro público. Muito do tom da utilização, como em qualquer outra proposta prática, será dado pela mediação docente e sua intencionalidade pedagógica. É possível, e por que não, indicado, o uso desses espaços de exploração remota como recurso para teste, observação e coleta de dados em aulas investigativas.

A esse respeito, Camejo e Galembeck (2020) destacam que,

Em relação à abordagem de laboratórios voltados à experimentação remota, eles não apenas representam uma alternativa viável com baixo custo e ampla acessibilidade, mas, de acordo com Marchisio, Lerro e Von Pamel (2011), eles podem ser integrados em estratégias construtivistas para o ensino de ciências, com base na solução de problemas abertos e complexos. (CAMEJO; GALEMBECK, 2020, p.56 - Tradução nossa)²⁴

O baixo custo e o potencial de promoção de resolução de problemas, a partir de uma perspectiva mais investigativa, torna o recurso uma porta aberta para inúmeras possibilidades, a partir do uso dos experimentos existentes e acessíveis on-line. As dificuldades em integrar atividades práticas em sequências didáticas investigativas, até então de ordens estruturais e materiais, perdem espaço para uma gama de possibilidades e estratégias.

Considerando todos os aspectos relacionados acima, no tocante ao fomento da argumentação, da qualificação das hipóteses elaboradas - ora como objetivo, ora como resultado -, da formulação de bons problemas e da elaboração de perguntas engajantes, além do uso de recursos, espaço e ferramentas que possam elevar a experimentação a um nível investigativo, entendemos que as contribuições do Ensino por Investigação para o alcance da Alfabetização Científica é um dos caminhos de sucesso e grande contribuição.

Sua pertinência para tais possibilidades, desde a educação infantil, antes mesmo dos alunos adquirirem fluência letrada no uso de símbolos e códigos alfabéticos, se justifica, principalmente, quando a intenção formativa parte de uma harmonização do aprendizado

²⁴ Sobre el enfoque de laboratorios centrados en experimentación remota, no solo representan una alternativa viable de bajo costo y amplia accesibilidad, sino que de acuerdo con Marchisio, Lerro e Von Pamel (2011) éstos pueden ser integrados a estrategias constructivistas para la enseñanza de las ciencias, basados en la resolución de problemas abiertos y complejos. - Texto original

pautado em objetivos conceituais, epistêmicos e sociais (DUSCHL, 2008). Dessa forma, é preciso eleger metas ambiciosas, porém possíveis de serem alcançadas com tais contribuições.

Lemke (2006) elabora em 15 tópicos essenciais as ações necessárias para nortear e garantir que os aspectos inerentes desta abordagem didática sejam vistos como motivações para mudanças. Destes, destaca-se a seleção abaixo (p.07 e 08):

1) Fazer com que as crianças pequenas experimentem ciência principalmente através de um estudo de naturalização baseado em atividades de campo, trabalhando com animais vivos e lendo ou ouvindo histórias incríveis sobre o mundo natural e avanços tecnológicos.

7) Permitir que estudantes de todas as idades trabalhem e aprendam juntos, quebrando a segregação antinatural por idade e promovendo o aprendizado que reúne estudantes de diferentes idades.

8) Apoiar os alunos para aplicar seus conhecimentos científico e tecnológico para problemas práticos em suas vidas e suas comunidades locais e para que interesse e atuar em relação às preocupações sociais mais extensa para cuja compreensão e resolução a ciência e tecnologia são importantes.

12) Ao mesmo tempo, reconhecer a importância da narrativa como um meio de comunicação e aprendizagem e restaurar o seu lugar de destaque na educação científica.

14) Explorar outras mídias visuais e audiovisuais, como simulações em computador e micromundos tridimensionais, interativos e imersivos ", por seu potencial valor educacional.²⁵ (LEMKE, 2006, p.07 e 08 - Tradução nossa)

Os itens vislumbram uma educação em ciências que almeja uma ação mais próxima do aluno e do seu fazer cotidiano, atribuindo significado à sua aprendizagem. De imediato, requer do professor uma tomada de decisão que perpassa toda a sua ação docente e coloca em evidência, dentre outros destaques, o seu papel mediador, problematizador e orientador do processo. Mas, antes de tudo, considerar as contribuições de Lemke (2006) com suas “metas ambiciosas” e todo o arcabouço teórico que sustenta o Ensino por

²⁵ Textos original: 1) Hacer que los niños pequeños experimenten la ciencia principalmente a través de un estudio de la naturaleza basado en actividades de campo, trabajando con animales vivos y leyendo o escuchando historias asombrosas sobre el mundo natural y los avances tecnológicos.7) Dejar que los estudiantes de todas las edades trabajen y aprendan juntos, rompiendo la segregación antinatural por edad y promoviendo un aprendizaje que reúna a estudiantes de diferentes edades.8) Apoyar a los estudiantes para que apliquen su conocimiento científico y tecnológico a problemas prácticos en sus vidas y sus comunidades locales y para que se interesen y actúen en relación con preocupaciones sociales más amplias para cuya comprensión y resolución la ciencia y la tecnología sean importantes.12) Al mismo tiempo, reconocer la importancia de la narrativa como medio de comunicación y de aprendizaje y restituirle su lugar prominente en la educación científica.14) Explorar otros medios visuales y audiovisuales, tales como las simulaciones por ordenador y micromundos tridimensionales, interactivos e «imersivos», por su potencial valor educativo.

Investigação requer ruptura na forma de pensar o ensino de ciências, desde o seu desenho na BNCC como um referencial norteador para todo o Brasil.

As 3 abordagens como possibilidades para o ensino de ciências e a formação integral

Enxergando as metodologias ativas como uma das possibilidades para tentar suprir as lacunas deixadas pela BNCC, em relação ao ensino de ciências no ensino fundamental I, elegemos as abordagens da Aprendizagem Significativa, Aprendizagem Criativa e do Ensino por Investigação como caminhos promissores nesse desafio. Cada uma das três abordagens citadas apresentou, desde seus contextos históricos até os mecanismos práticos, princípios e estratégias capazes de promover condições para um ensino e aprendizagem que vislumbre a formação integral do cidadão, tal como preconiza o referencial curricular, mas que pouco norteia a execução.

Apesar de apenas o Ensino por Investigação (SASSERON, 2015) voltar-se mais especificamente para o ensino de ciências, mas não exclusivo, as três abordagens escolhidas apresentam condições propícias para potencializar exponencialmente os verbos de ação listados nas habilidades esperadas para o ensino fundamental I (BRASIL, 2017), promovendo ainda condições de acrescentar outros verbos capazes de tirar o aluno do papel de consumo e aceitação das ciências para um patamar mais atuante.

Neste cenário de possibilidades, entendemos que cada abordagem, em equivalência necessária para cumprir o propósito almejado, tende a contribuir com características e condições muito próprias, que ora se misturam no encontro comum das metodologias ativas como base, ora se destacam em especificidades únicas. Porém, o esperado não é demarcar território e sim lançar mão de todas as “ferramentas” possíveis para que as competências gerais da BNCC (BRASIL, 2017) não se tornem uma lista de desejos utópica, principalmente quando emaranhamos o seu interior.

Assim, os capítulos a seguir se voltam para a articulação entre lacunas, caminhos e possibilidades, apresentados teoricamente no capítulo 2, visando criar condições práticas e metodológicas para validar ou refutar as aspirações desenhadas até aqui.

Capítulo 3 - Condições de trabalho

O desenho de um produto de intervenção

Ao assumir a DBR (Pesquisa Baseada no Design) como abordagem metodológica norteadora e que posteriormente será detalhada, juntamente com as demais escolhas teórico-metodológicas, temos a possibilidade de idealizar um cenário educacional como produto esperado para alcance ao final da pesquisa. Apesar de o planejado prever a utilização e integração de uma série de tecnologias, ferramentas e recursos no processo de implementação, o foco de criação se apresenta de outro modo. Dessa forma, diferente de produtos físico-visuais, como tecnologias, recursos e afins, esse estudo se volta para a criação e implementação de um design educacional a partir da composição de um projeto, intitulado “Clube de Programadores”, visando a transformação formativa do grupo envolvido.

Em um movimento contínuo de design, implementação e análise (VERGA GARZÓN, 2017), o modelo ou produto criado e aplicado se constituiu durante o processo, impactando os envolvidos e sendo impactado na sua constituição, a partir do caráter intervencionista, colaborativo, interativo e responsivo (MATTA, SILVA e BOAVENTURA, 2014) que estudos baseados em DBR assumem.

Com vistas na estruturação do design proposto, olhamos para as abordagens escolhidas para fundamentar teoricamente este estudo, como forma de contribuição e embasamento para a elaboração do modelo apresentado. É importante ressaltar que, apesar das ferramentas elaboradas se tornarem funcionais ao desenvolvimento da proposta prática, elas foram construídas ao longo do percurso. A escolha das três abordagens como base antes mesmo do início da pesquisa contribuiu para nortear muitas ações e subsidiou escolhas essenciais, respeitando o caráter cíclico da DBR. A elaboração final materializou nos instrumentos o que se tornou recorrente e evidenciou em resultados impactantes ao processo.

Dessa forma, elegemos a construção de duas ferramentas essenciais para a implementação, almejando sua qualificação ao longo do projeto. A primeira trata-se de um *framework* que norteou o desenvolvimento do projeto e que congrega os pontos primordiais, eleitos para este fim, das abordagens da Aprendizagem Criativa, Aprendizagem Significativa e do Ensino por Investigação. A segunda diz respeito a estrutura mínima planejada no desenvolvimento com base no *framework*, evoluindo de uma ação intencional unicamente docente para tomada de decisões e escolhas discentes equivalentes.

O *framework* e a estrutura planejada como design norteador

Considerar as abordagens da Aprendizagem Criativa, Aprendizagem Significativa e do Ensino por Investigação como possibilidade de alcançar práticas educacionais mais centradas no aluno é olhar para os princípios fundamentais de cada uma como alavanca de transformação. O potencial integrador que ambas apresentam pode propiciar resultados animadores aos processos de ensino e aprendizagem e às lacunas encontradas no cotidiano da escola, quando respeitadas suas especificidades e natureza.

Para Kneubil e Pietrocola (2017, p.04), “a metodologia DBR não se apoia em uma única teoria. Muito pelo contrário, ela pode adotar vários elementos de várias teorias de modo a eleger os princípios de design que irão nortear toda produção, implementação e avaliação”. Assim, a construção de um *framework* baseado nos princípios das abordagens citadas tem por objetivo orientar e nortear escolhas diversas durante o desenvolvimento do design, ajustando seu modo e intensidade de acordo com os avanços e análises constantes. O quadro 9 apresenta o *Framework* utilizado como base para o planejamento e condução do projeto.

Quadro 9: *Framework* construído para nortear o desenvolvimento do projeto implementado.

Abordagem	Princípio/Elemento	Descrição
Aprendizagem Significativa	Conhecimentos prévios	Fomento e valorização dos conhecimentos prévios, de modo compartilhável e funcional.
Aprendizagem Criativa	4 Ps	Estruturação de propostas que propiciem a paixão, projeto, parceria e pensar brincando em seu desenvolvimento, dando condições para que ideias poderosas sejam valorizadas e possibilitem o trânsito entre o contexto e o curricular.
Ensino por Investigação	Problematização	Construção e atribuição de temáticas problematizadas de acordo com o interesse e realidade local, promovendo a motivação pessoal às temáticas comuns.

Aprendizagem Criativa	Espiral da Aprendizagem	Desenvolvimento cíclico e contínuo perante os novos conceitos, procedimentos e desafios, promovendo o aprofundamento constante e o engajamento dos alunos.
Ensino por Investigação	Interações argumentativas	Qualificação de hipóteses elaboradas e estruturas argumentativas socializáveis, de forma voluntária e/ou instigada, no relacionamento entre pares, apresentações interna e externa.
Aprendizagem Significativa	Aprofundamento conceitual	Atribuição de significado pessoal aos novos conteúdos, promovendo contextualização e aprofundamento conceitual.
Aprendizagem Criativa	Liberdade criativa	Compreensão do potencial de criação como meio para sistematização de aprendizagens, a partir de propostas e oportunidades em piso baixo, teto alto e paredes amplas.

Fonte: do autor

A partir da escolha dos princípios de cada abordagem que podem possibilitar o alcance dos objetivos listados, bem como a compreensão da forma como eles podiam conduzir as propostas para o desenvolvimento com o grupo de alunos, partimos para o desenho do cenário e a implementação do projeto.

Assim, entende-se que os pontos destacados auxiliaram na condução e escolha dos padrões de atividades, mediação e organização grupal dos alunos, a bem do planejado. Com base no *framework* norteador, as propostas de condução dos projetos partiram da seguinte premissa para possibilitar o design ideal, conforme apresentado no quadro 10.

Quadro 10: Design ideal projetado (DIP)

Tipo	Organização/Ação	Descrição
1	Tema norteador	Apresentação e/ou eleição de temática relevante como norteadora do projeto, definido no início e resgatado no processo.

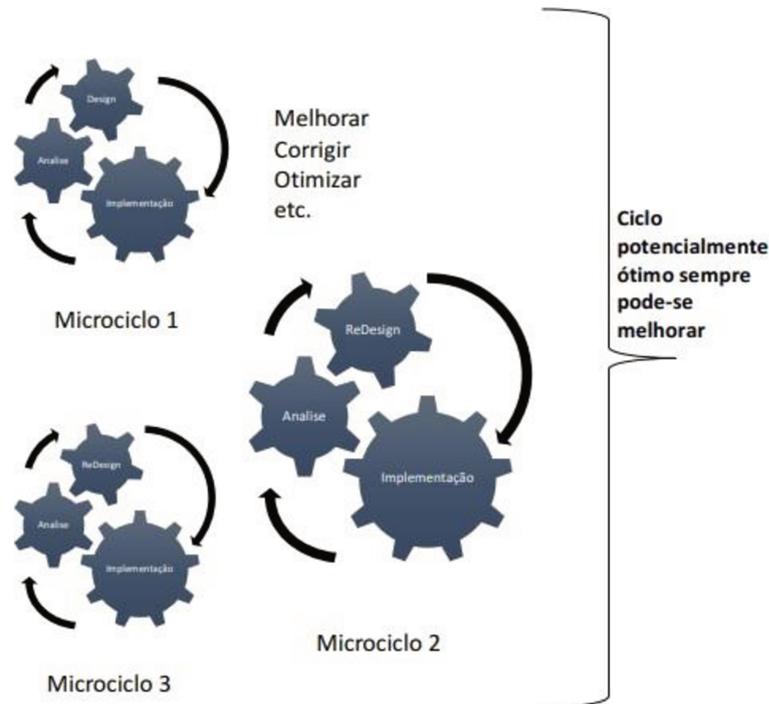
2	Problemática central	Identificação de problemática de interesse coletivo, que possibilite o engajamento e a motivação. Pode ser acessado e redefinido ao longo do processo, de acordo com as modificações do mesmo.
3	Atividades colaborativas	Organizações grupais e/ou em parcerias, voluntárias e indicadas, para desenvolvimento das atividades.
4	Atividades investigativas	Atividades de estrutura investigativas - pesquisa, coleta, seleção, observação, comparação, análise, validação e refutação de dados e descobertas.
5	Atividades discursivas	Atividades de fomento ao compartilhamento de ideias, dúvidas, pontos de vista e levantamento de hipóteses a partir de interações discursivas em agrupamentos, parcerias e estrutura diversas.
6	Diversidade de recursos	Introdução e manipulação de diversidade de ferramentas e recursos de forma integrada e relevante para a temática.
7	Produção autoral	Produções autorais disparadoras e/ou sistematizadoras de conhecimento, de modo significativo e contextualizado.
8	Atividades de socialização e comunicação	Comunicação dos resultados para o grupo, comunidade interna e externa à escola no decorrer e/ou finalização das etapas dos projetos.
9	Relações mediadoras	Atuação horizontal, questionadora, mediando processos e conduzindo propostas entre os alunos.

Fonte: do autor

Com base na estrutura para o design ideal projetado, iniciou-se a organização das aulas, divididas em três projetos distintos. Era esperado que o “projeto 3” traduzisse as aspirações e intenções projetadas para alcance final, de modo orgânico e natural, apresentando as modificações interpessoais, intrapessoais e cognitivas no grupo envolvido. Para tanto, o ciclo de design-implementação-análise-reDesign, constante e contínuo, possibilitado em propostas baseadas em DBR, se tornou essencial.

Para Vega Garzón (2017) as análises dos resultados alcançados em cada microciclo implantado contribuem para planejar o ciclo seguinte, potencialmente ideal, até alcançar as metas projetadas, conforme apresentado na figura 7.

Figura 7 - Ciclo de evolução em Design propostos

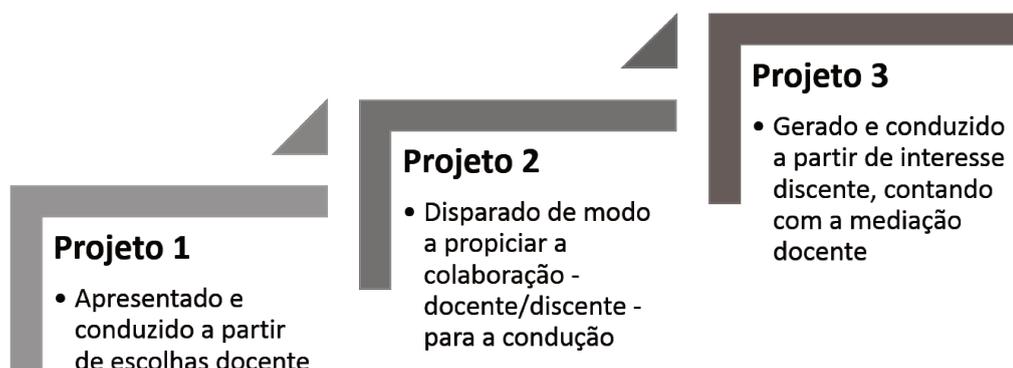


Fonte: Vega Garzón, 2017, p. 17

Assim, compreendemos que, para o alcance dos objetivos listados, seria necessária uma modificação pessoal em cada aluno, que impactasse de algum modo o trabalho grupal e refletisse o almejado. Porém, as intenções e intervenções deveriam ocorrer de modo intencional, mas de âmbito formativo e não corretivo, fazendo sentido a qualificação gradual projetada em cada projeto/tema, compondo todo o processo.

A estrutura na figura 8 representa o esquema planejado para a implementação do projeto, onde o desenho estratégico metodológico ideal se dará a partir de análises e reformulações constantes.

Figura 8: Representação da qualificação da estrutura planejada ao longo do projeto

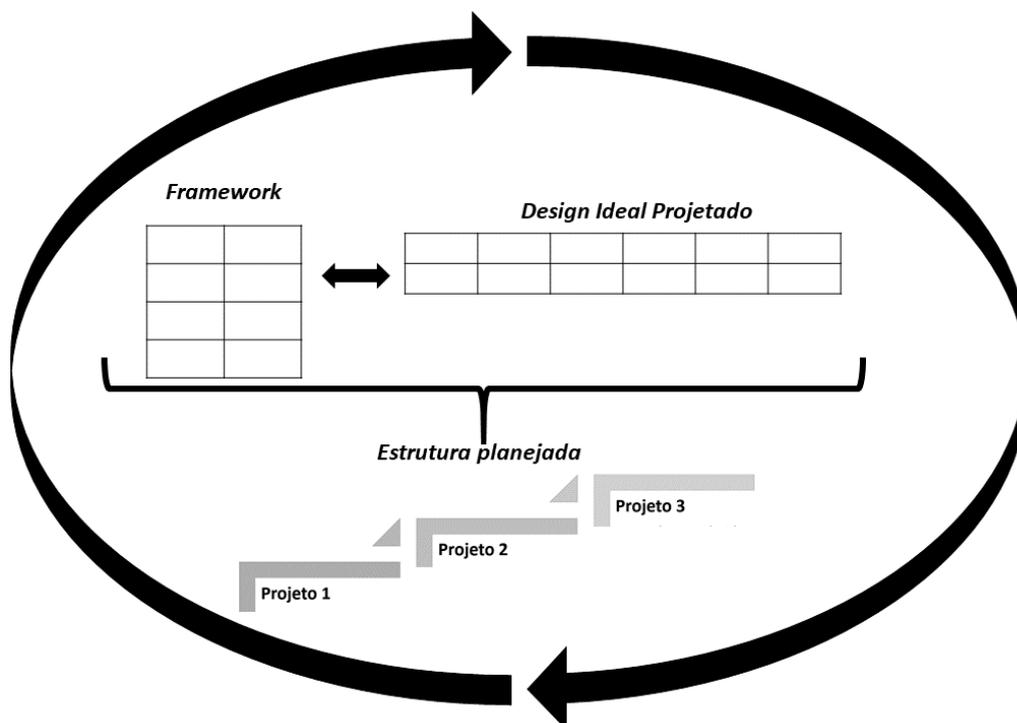


Fonte: Do autor

Tomando como base o *framework* norteador e o design ideal projetado (DIP), partimos para as escolhas que nortearam o desenvolvimento da pesquisa, articulando o embasamento teórico com o caminho metodológico e, principalmente, com o desenvolvimento prático da proposta aplicada com o grupo de alunos. Na prática, o *Framework* alimentava constantemente a estrutura que compunha as estratégias e escolhas do DIP, buscando no embasamento teórico os subsídios necessários, ao passo que a prática contribuía para novas interpretações do arcabouço teórico. Tal movimento sempre teve a intenção de impactar cada projeto, o qualificando ao longo do processo, a cada estrutura planejada previamente.

No todo, o ciclo que envolveu cada aspecto (figura 9) enfatiza o caráter cíclico almejado, não de modo estanque – um processo após o outro –, mas de modo permanente e simultâneo, envolvendo e impactando todos os atores e planejamentos elaborados.

Figura 9: Representação do ciclo completo do processo



Fonte: Do autor

As condições físicas e estruturais para a viabilização do desenho, bem como a escolha do grupo para o desenvolvimento do projeto, como produto construído, são aspectos essenciais que merecem atenção e cuidado.

O ambiente e os recursos

O primeiro passo da investigação é a formalização da mesma nos setores competentes e perante os interessados diretos, como o Comitê de Ética em Pesquisa (CEP)²⁶ e a Secretaria de Educação (SE) do Município de São Bernardo do Campo, rede educacional onde a Unidade Escolar (UE) está inserida. A Unidade Escolar na qual foi desenvolvida a pesquisa prática está situada na região central do município. Sua infraestrutura conta com um prédio de dois andares, acessível por escadas e um elevador restrito aos alunos com dificuldade motora e professores. Em sua estrutura, estão distribuídos:

- 12 salas de aula;
- 1 sala de jogos;
- 1 sala para AEE - DA (Atendimento Educacional Especializado - Deficiência Auditiva);
- 1 sala para Apoio à Aprendizagem;
- 1 ateliê de artes;
- 1 laboratório de informática com 18 computadores;
- 1 biblioteca interativa;
- 1 refeitório com cozinha;
- 1 quadra poliesportiva;
- 1 pátio interno e externo;
- 1 cozinha;
- 1 secretaria de atendimento administrativo;
- Salas de uso específico (sala de professores, direção, coordenação pedagógica);
- Salas de atendimento específico (DI - deficiência intelectual);
- Outros espaços de estoque e armazenagens em geral;
- Dispositivos móveis de uso discente (laptops educacionais).

O trabalho com Aprendizagem Criativa (AC) não possui um espaço próprio devido à limitação estrutural e organização da escola. Os materiais são acondicionados em espaço adaptado no laboratório de informática e trabalhados no mesmo local ou nas salas de aula.

Apesar do regimento interno e do PPP (Projeto Político Pedagógico) da escola serem bastante vivos e funcionais, a Unidade Escolar (UE) segue um padrão de estrutura e atendimento definidos pela rede municipal de SBC, preservando as peculiaridades do bairro

²⁶ [Parecer consubstanciado nº:1.566.189](#)

e comunidade interna e do entorno.

Os espaços comuns são organizados via grade de horário de uma hora para cada aula, uma ou duas vezes na semana, de acordo com a orientação curricular. Alguns espaços abrem para a possibilidade de expansão de uso por agendamento nos horários livres a partir do interesse ou necessidade do professor de cada turma. As atividades desenvolvidas no Laboratório de Informática têm a parceria e acompanhamento da PAPP²⁷ da unidade e pesquisadora.

No ano de 2014, a escola passou a ser considerada polo em deficiência auditiva, acolhendo e concentrando todos os alunos com algum comprometimento auditivo, seja total ou parcial. Isso transformou bastante a unidade escolar, pois ampliou o quadro docente demasiadamente, acolhendo professores com fluência em LIBRAS. O impacto ocorreu também em sala de aula, onde o período vespertino passou a concentrar, nas turmas do regular, um número expressivo de alunos DA em uma ou duas salas por ano/ciclo, agrupando até seis alunos em cada turma. Para o atendimento de tais turmas, foi organizada a estrutura de dupla regência, onde uma professora mediadora em LIBRAS e outra de atendimento regular dividem as responsabilidades pela sala.

Ainda como característica peculiar da UE, o atendimento de grande número de crianças com necessidades educacionais especiais por deficiências variadas, tanto motora quanto intelectual, é bastante diverso. Tal diversidade de atendimento transforma o perfil da comunidade de modo geral, devido principalmente às distâncias variadas de residências e estilos de vida característicos de cada região onde as famílias estão inseridas, além de promover, no grupo de professores que atuam nesta UE, um movimento maior de busca formativa e estabelecimento de parcerias produtivas.

Outra peculiaridade desta unidade escolar foi a implantação e desenvolvimento de um projeto em parceria com a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) e a Universidade Federal do ABC (UFABC), oriundo da finalização do mestrado da pesquisadora, enquadrado no perfil FAPESP Ensino Público e denominado “Perspectivas para a integração das tecnologias na educação básica: ambientes tecnológicos e programação para o ensino de ciências”. Neste projeto, quatro turmas tiveram acesso, por dois anos

²⁷ PAPP (Professor de Apoio aos Projetos Pedagógicos): Esta função é ocupada por professores da rede de SBC em função gratificada e que atuam dentro dos laboratórios de Informática de cada UE, estabelecendo uma relação direta no planejamento, acompanhamento e desenvolvimento de atividades sequenciadas e projetos com o uso das mídias em geral (Laboratório e Laptops). A ação destes profissionais visa atender as necessidades dos professores e acompanhar as aulas com alunos, dando suporte necessário para a autonomia de professores e alunos no uso das NTICs e AC contextualizadas ao currículo.

consecutivos, a recursos tecnológicos (projektor interativo, cinco notebooks, 32 tablets, webcam, câmera fotográficas, impressora, subwoofer, microfone, tela de projeção e acesso à internet exclusiva) de forma constante e imersiva. O objetivo deste projeto foi verificar a mudança na postura de docentes e discentes em relação ao acesso às novas tecnologias de modo irrestrito na sala de aula. Esse dado tem um valor significativo para a atual pesquisa, pois muitos alunos participantes foram alunos regulares de alguma dessas salas.

Para o trabalho com Aprendizagem Criativa (AC), a escola possui materiais, em quantidades suficientes para o trabalho com uma turma inteira em agrupamentos, adquiridos via verba de Associação de Pais e Mestres (APM) ou repasse direto da Secretaria de Educação (SE). Outros materiais foram adquiridos através de doação por campanha com a comunidade escolar e do entorno ou parcerias com empresas de tecnologia. Alguns materiais listados são:

- Kits estruturados da LEGO
 - Caixa - Educação Tecnológica/Máquinas simples
 - Caixa - Motorização e programação simples
 - Caixa Mindstorms e Robótica (RCX)
- Kits estruturados da PETE – Alpha Maker
- Kits de Robótica alternativa (placas de prototipagem – Arduino - sensores, atuadores e outros)
- Kits de baixa condutividade – Makey Makey e Greg Maker
- Kits de ferramentas (alicate, chaves, multímetros, ferro de soldas)
- Componentes eletrônicos (LEDs, baterias, pilhas, suportes, chaves liga-desliga e outros)
- Materiais diversos de papelaria
- Sucata fina (fitas, tecidos, canudos, palitos, linhas, kit de costura, materiais de jardinagem e outros)
- Sucata comum (potes, tampas, caixas, garrafas, latas e outros)
- Sucata eletrônica (CPUs, celulares, fones, monitores, impressora, teclados, mouses e outros)

É importante frisar que, em relação aos materiais utilizados para o trabalho com AC, embora recebam a autorização e o incentivo de aquisição pela SE, cada escola tem autonomia para fazê-lo ou não. Cabe ao PAPP, ao trabalho desenvolvido e ao seu interesse em aprofundar os conhecimentos na abordagem a justificada aquisição dos itens. Como exemplo, temos a aquisição dos kits de condutividade Makey Makey e Greg Maker, sendo essa UE a primeira a adquirir em quantidade suficiente para o trabalho com as turmas. Com

isso, há uma diversidade e variedade de cenários na rede municipal de SBC em relação ao trabalho com Aprendizagem Criativa.

Os participantes da pesquisa

Os participantes da pesquisa são alunos que inicialmente estavam matriculados na UE, fazendo parte do 3º ao 5º ano dos anos iniciais do ensino fundamental, entre oito e 11 anos. No primeiro ano do projeto, foi aberto seleção para a participação de 24 alunos matriculados no período da tarde.

No segundo ano do projeto, houve a necessidade de oferecer uma segunda turma com as mesmas características para os alunos matriculados no período da manhã, pela necessidade de garantir a possibilidade de continuidade de participação no projeto aos alunos que, ao final do 1º ano de desenvolvimento, passaram a integrar o 6º ano na rede Estadual de ensino, mas que manifestaram o interesse em continuar as atividades. Outra necessidade considerada foi a manifestação da comunidade de pais que solicitaram o oferecimento de propostas semelhantes para o período da manhã. Essa segunda turma foi formada com 24 alunos, como a primeira.

Para a participação no projeto, que ocorreu no contraturno das atividades regulares, foi aberto um período de inscrição, tendo como critérios apenas a matrícula nos anos/ciclos e a predisposição e interesse em participar das atividades em período contrário das aulas. Os pais realizaram a inscrição no período estipulado e os alunos participaram de uma seleção onde discorriam, em uma redação, o motivo pelo qual gostariam de fazer parte do mesmo.

Houve um número superior de inscrições em relação às vagas disponíveis, havendo a necessidade de realizar a escolha dos alunos que iriam fazer parte do projeto. A princípio seriam considerados a qualidade textual da produção e o interesse em fazer parte do projeto expresso no texto. Porém, ao perceber a inscrição e o interesse de alguns alunos que apresentavam questões de baixa autoestima, timidez excessiva e indisciplina, foi acordado com a Equipe Gestora (EG) que seria interessante dividir as vagas para os dois perfis, sendo solicitado aos professores, em Horário de Trabalho Pedagógico Coletivo (HTPC), a colaboração para a indicação dos alunos que melhor se beneficiariam com a proposta do projeto.

Para o primeiro ano da turma 1, a divisão seguiu o critério de quantidade. Foram destinadas 10 vagas aos alunos do 4º ano, nove vagas aos do 5º ano e seis vagas aos alunos do 3º ano. A divisão se deu pelo fato de os alunos de 4º ano terem a garantia de permanecerem

por dois anos no projeto, como objetivado, e, no último ano, a experiência e as condições estruturais/cognitivas para aprofundamento dos objetivos. Com a abertura da segunda turma, apesar dos alunos novos não serem computados na pesquisa, houve a possibilidade de permanência dos alunos que finalizaram o 5º ano, trazendo para o grupo as contribuições de alunos mais velhos e a experiência em se relacionarem com um grupo diferente em uma organização escolar nova.

Características do projeto como produto de intervenção

O projeto “Clube de Programadores” nasceu com o objetivo de desenvolver propostas que envolvessem os princípios da Aprendizagem Criativa, Aprendizagem Significativa e do Ensino por Investigação, a partir dos pontos estruturados no *framework* norteador e do design ideal projetado, em temáticas atuais e que despertassem o interesse dos alunos. O nome se baseou no interesse dos alunos por robótica e programação nas aulas do ensino regular, que seria usado explicitamente como o eixo central das propostas, em relação ao uso de artefatos, kits e recursos.

Desde o início, a proposta era desenvolver o projeto por dois anos consecutivos (2016 e 2017), mantendo o mesmo grupo de alunos, visando observar o impacto no desenvolvimento do grupo ao longo do período estipulado, trabalhando com os princípios das abordagens citadas. A intenção era compor um grupo único, em apenas um período de atendimento. Porém, com o interesse da unidade escolar e dos pais do período contrário, foi aberto um outro grupo, que também passou a atender aos alunos do 5º ano que saíram da escola em 2017, mas que permaneceram no projeto.

As aulas aconteceram por duas horas semanais, uma vez na semana, no contraturno do ensino regular. Em alguns momentos, houve a necessidade de ampliar, com a anuência das famílias e da EG, o período de encontros, para finalizar alguma etapa com maior urgência. Como um todo, o projeto ocorreu da seguinte forma (Quadro 11):

Quadro 11: Horário de atendimento do projeto Clube de Programadores

Projeto Clube de Programadores		
Sextas-feiras	2016	2017
Turma 1	10:00 às 12:00	10:00 às 12:00
Turma 2	*****	16:00 às 18:00

Fonte: Do autor

Todos os alunos tiveram interesse em participar do projeto expresso na inscrição e receberam a autorização dos pais²⁸. Apesar dos alunos da segunda turma passarem pelo mesmo processo, com assinatura e anuência de participação, seus dados não foram computados para a pesquisa. Assim, apesar de existirem contribuições e dados valiosos entre os alunos da segunda turma, optou-se por utilizar apenas os registros referentes à turma 1, mais os alunos que originalmente fizeram parte no ano de 2016 e que, em 2017, estavam na turma 2.

Como citado, o grupo de alunos participantes do projeto era composto por integrantes do 3º, 4º e 5º anos do ensino fundamental. Tal escolha, intencional e planejada, baseou-se no propósito de envolver, nas mesmas situações de aprendizagem, alunos que teriam condições e níveis de desenvolvimento diferentes. A este respeito, Lemke (2006) destaca no tópico 7,

7) Permitir que estudantes de todas as idades trabalhem e aprendam juntos, quebrando a segregação antinatural por idade e promovendo o aprendizado que reúne estudantes de diferentes idades. (LEMKE, 2006, p. 08 - tradução nossa)

Em suma, a ideia era preservar o encantamento e a fantasia dos alunos do 3º ano com as ligações e referências mais elaboradas e consistentes dos alunos do 5º ano, tendo os alunos do 4º ano em fase intermediária, validando ambas as possíveis propostas de criação e resolução de problemas. Tal escolha carregava, desde o início, a disposição e a abertura pela conversa, pela valorização de todas as ideias e pelo incentivo ao teste e à criação das propostas consideradas mais improváveis por eles.

²⁸ Autorização na forma do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) preenchido e autorizado pelos responsáveis. A segunda turma não foi contada como sujeito de pesquisa por questões relativas ao CEP. Parecer substanciado CAAE 55920316.1.0000.5404

Capítulo 4 - Caminhar Metodológico

Perspectivas e metodologias

O caminhar metodológico e as escolhas do pesquisador têm o potencial de apresentar uma organização coerente e alinhada com a ação de pesquisar, dando um tom único e compreensível desde o panorama teórico até as considerações finais. Para tanto, é de suma importância que sejam feitas escolhas que possam garantir e apresentar tal sintonia.

Buscando situar a pesquisa, considerando o arcabouço teórico-metodológico necessário para desenhar suas definições, encontrou-se nas características da investigação qualitativa o aporte necessário para tal. Segundo Bogdan e Biklen (1994, p.47-50), pesquisas qualitativas possuem cinco características fundamentais que lhe dão forma. São elas:

1. Na investigação qualitativa, a fonte direta de dados é o ambiente natural, constituindo o investigador como instrumento principal;
2. A investigação qualitativa é descritiva;
3. Os investigadores qualitativos interessam-se mais pelo processo do que simplesmente pelos resultados ou produtos;
4. Os investigadores qualitativos tendem a analisar os seus dados de forma indutiva;
5. O significado é de importância vital na abordagem qualitativa.

Apesar das críticas que visam colocar em xeque o potencial investigativo das pesquisas qualitativas, os autores apontam que a abordagem qualitativa não desqualifica o desenvolvimento da pesquisa e muito menos minimiza os seus padrões e planejamento. Ela apenas atua em uma estrutura própria, onde prevalece o respeito pelo processo, e enxerga na subjetividade uma possibilidade de leitura e interpretação.

Ainda sobre as características, Bogdan e Biklen (1994) destacam que

Os investigadores qualitativos têm um plano, seria enganador negar tal facto. A forma como procedem é baseada em hipóteses teóricas (que o significado e o processo são cruciais: na compreensão do comportamento humano; que os dados descritivos representam os materiais mais importantes a recolher e que a análise de tipo indutivo é a mais eficaz) e nas tradições da recolha de dados (tais como a observação participante, a entrevista não estruturada e a análise (de documentos). Estas fornecem os parâmetros, as ferramentas e uma orientação gerais para os passos seguintes. Não se trata de negar a existência do plano, mas em investigação qualitativa trata-se de um

plano flexível. Os investigadores qualitativos partem para um estudo munidos dos seus conhecimentos e da sua experiência, com hipóteses formuladas com o único objetivo de serem modificadas e reformuladas à medida que vão avançando. (BOGDAN; BIKLEN, 1994, p.83-84)

Assim, as escolhas que contribuíram para o desenvolvimento deste estudo buscaram considerar tais características em todo o processo, valorizando tanto o papel do pesquisador, quanto os alunos como atores da pesquisa/estudo e as construções advindas das interações promovidas.

Ainda como aspecto fundamental da investigação qualitativa, o posicionamento dos fundamentos teóricos da abordagem possui valor tão grande quanto o respeito às suas características. Assim, tendo como eixo norteador a construção do conhecimento como atividade humana desde o seu nascimento, envolvendo as esferas para além do campo educacional, as escolhas de perspectiva epistemológica e teórica seguem o mesmo alinhamento e visão.

Compreendendo o mundo como um campo vasto e propício para a construção de conhecimento, através da interação sujeito-objeto-ambiente, bem como o potencial humano em construir e reconstruir a partir de tais relações, a perspectiva epistemológica que corresponde a essa visão precisa partir de concepções que assegurem tal fidelidade.

Assim, encontra-se, na epistemologia construcionista ou construcionismo ou ainda construcionismo social, base para compreender as relações humanas como fonte e propulsão para a construção de conhecimento, em sua forma mais ampla e de atribuição de significados. A este respeito, Esteban (2010) destaca que

A epistemologia construcionista rejeita a ideia de que existe uma verdade objetiva a ser descoberta. O significado emerge a partir da interação com a realidade; e ele não é descoberto, mas construído pelos seres humanos em sua interação e interpretação com o mundo. (ESTEBAN, 2010, p.51)

Para a pesquisa corrente, a definição epistemológica pelo construcionismo compreende a dimensão macro das relações entre os pares e os objetos mediadores do processo de aprendizagem, da mesma forma que enxerga tal processo único a cada sujeito, dentro de seu espaço/tempo.

Em relação à perspectiva teórica, especificamente na pesquisa socioeducacional, que busca estabelecer as relações entre os “princípios filosóficos e ontológicos”, visando

“fundamentar a cientificidade da pesquisa socioeducativa” (ESTEBAN, 2010, p.52), este estudo se pauta nas contribuições da perspectiva Interpretativista, valorizando o contexto, as relações, o significado atribuído pelos sujeitos e a subjetividade dinâmica no lugar da causalidade estática.

Ainda sobre o interpretativismo, destaca-se, enquanto corrente dessa abordagem, a perspectiva do *interacionismo simbólico* com as contribuições acerca das relações de interação entre os sujeitos, objetos e ambiente. Para tal, a “experiência é o ponto de partida e de chegada de todo conhecimento” (Esteban, 2010, p. 67), mas não de forma simplesmente sensorial, como uma sequência de sensações sem conexões e isoladas, mas como propulsores de aprendizagens, construções individuais e coletivas, passíveis de estudos e interpretações.

Dentre os estudiosos que se voltaram para o estudo desta corrente ou que foram influenciados por tal, destacam-se John Dewey, William James, Anselm Strauss, Norman K. Denzin, Barney Glaser e Howard Becker. Entre precursores, influenciadores e/ou influenciados, pesquisadores como os citados e muitos outros deram corpo e voz ao interacionismo simbólico com suas pesquisas, estudando o papel e as diversas formas interpretáveis que o sujeito assume ao aproximar-se da natureza, das experiências e dos fatos.

Assim, valorizar as aprendizagens que se fazem dentro da subjetividade do sujeito, a partir da compreensão e da interação com um mundo de fenômenos, que deve ser compartilhado e construído na interação, é compreender o entrelaçamento entre a perspectiva teórica e sua corrente destacada.

Abordagens

Respeitando as escolhas acima, onde o contexto, o indivíduo, o processo e a interação assumem papéis de suma importância para delinear a construção do conhecimento em todas as formas, busca-se tal alinhamento a partir da definição afinada de abordagens que contribuirão para planejamento da investigação.

Diante de tais considerações, a escolha pelas características que dão forma à pesquisa qualitativa tece um desenho coeso e sequencial em relação às escolhas epistemológicas e teóricas até então definidas. A amplitude de técnicas e procedimentos no caminhar metodológico em que se enquadra a pesquisa qualitativa dá abertura para explorar sua potencialidade de forma bastante vasta.

Considerando as mesmas características na escolha de métodos e procedimentos

que se enquadram na abordagem, tal pesquisa ganha contornos característicos de Pesquisa Baseada no Design (DBR), como aponta Collins et al (2004), principalmente no tocante a parte prática ilustrada pela teoria, buscando desenvolver soluções aplicáveis. Apesar da DBR não fomentar a dicotomia entre pesquisa qualitativa e quantitativa (MATTA; SILVA; BOAVENTURA, 2014), mas sim evidenciar os destaques positivos em cada uma delas, o seu escopo alinha-se às escolhas realizadas até então.

No tocante a DBR, muitos estudos (WANG E HANNAFIN, 2005; KNEUBIL E PIETROCOLA, 2017; BELL, 2004; MATTA, SILVA; BOAVENTURA, 2014) destacam a preocupação e a intenção de pesquisas em educação contribuírem significativamente para a produção prática em seu meio, além de refletir sobre os processos em si. A este respeito, Ramos, Giannella e Struchiner (2009) apontam que

Em síntese, a DBR se caracteriza não apenas pela intervenção, mas por sua característica peculiar de que estas intervenções incorporam reivindicações teóricas específicas sobre ensinar e aprender. Além disso, elas refletem um compromisso de estabelecer as relações entre teoria, artefatos projetados e a prática educativa. (RAMOS; GIANNELLA; STRUCHINER, 2009, s.p. - grifo do autor)

Tomando como um dos precursores o pensamento de John Dewey, que “indicava ser a educação um conhecimento prático, com estudos e pesquisas voltados para o desenvolvimento de soluções aplicáveis à prática concreta dos ambientes de ensino-aprendizagem” (MATTA; SILVA; BOAVENTURA, 2014, p.25), considera-se as cinco características que retratam investigações a partir das contribuições da DBR:

1. **Teoricamente Orientada:** Investigações em DBR partem da teoria para ilustrar e orientar a aplicação prática planejada, assim como é melhorada e recebe contribuições dos dados oriundos do desenvolvimento;
2. **Intervencionista:** Sejam pelas produções de políticas educacionais, tecnologias, processos pedagógicos, materiais didáticos, produtos pedagógicos, programas educativos (como cursos, aulas, currículos), protocolos de avaliação ou outros, a intenção primária almeja intervir na práxis educativa, instrumentalizando outros atores ao passo que auxilia na reflexão do processo;
3. **Colaborativa:** O envolvimento de todos os atores do processo, seja de forma direta, como pesquisador e pesquisados ou de forma indireta, como a comunidade e demais envolvidos que cercam e dão contexto a investigação, em

uma retroalimentação pedagógica e construtiva;

4. **Fundamentalmente responsiva:** As elaborações advindas de investigações em DBR partem do diálogo entre a teoria e a prática dos participantes envolvidos, em uma constante validação dos avanços e construções;
5. **Interativa:** Apesar de almejar a construção de soluções práticas, a DBR intenciona a continuidade como uma forma de aprimoramento e avanços. Cada conquista significativa tem seu valor reconhecido, mas é considerada uma etapa concluída, dando abertura para a continuidade dos estudos na mesma ou em outra investigação decorrente.

Tomando ainda como base os cenários em que a pesquisa transita, encontra-se no uso, consumo e produção de tecnologias um espaço aberto e propício para o desdobramento da DBR e, no ensino de ciências, um campo fértil e sedento de inovação e práticas transformadoras, como aponta a revisão elaborada por Ramos, Giannella e Struchiner (2009).

Considerando tais características e os principais apontamentos acerca da DBR, a sua escolha para o delineamento da pesquisa em questão almeja, entre outros aspectos, contribuir para a reflexão de procedimentos educacionais a partir da junção de abordagens e teorias até então distantes referencialmente.

Ao pretender aproximar as contribuições do Ensino por Investigação, da Aprendizagem Criativa e da Aprendizagem Significativa em práticas educativas inovadoras e efetivas, tal estudo almeja contribuir, de maneira inicial, para reflexão e desenho de processos educacionais, de forma intervencionista, assim como deixa abertura para a continuidade posterior dos estudos.

Procedimentos de coleta de dados e análise

Um dado é mais que um arquivo ou material recolhido. Ele pode validar o processo, desdobrar novos procedimentos, ampliar a reflexão do pesquisador e seus pares e, no caso da investigação pautada em DBR, tem o potencial de dar prosseguimento ou impulsionar ações inovadoras capazes de somarem-se ao processo.

A subjetividade inerente a este tipo de pesquisa permite alargar o espectro da coleta de dados, abrindo para possibilidades. Ao compreender as especificidades da pesquisa qualitativa, percebe-se o valor que a variedade de dados representa no processo.

A este respeito, Bogdan e Biklen (1994) apontam que

[...]os dados não são apenas aquilo que se recolhe no decurso de um estudo, mas a maneira como as coisas aparecem quando abordadas com um espírito de "investigação". Tomar-se um bom investigador qualitativo é, em parte, aprender esta perspectiva; os detalhes específicos são pistas úteis para a compreensão do mundo dos sujeitos. A investigação qualitativa envolve pegar nos objectos e acontecimentos e levá-los ao instrumento sensível da sua mente de modo a discernir o seu valor como dados. Significa aperceber-se da razão por que os objectos foram produzidos e como isso afecta a sua forma bem como a informação potencial daquilo que está a estudar. Também envolve saber quando descartar certos conjuntos de dados como sendo de valor duvidoso e quando os manter. (BOGDAN; BIKLEN, 1994, p.200)

Dessa forma, de acordo com a estrutura que conduziu a investigação, e considerando as possibilidades variadas, deu-se abertura para a coleta de dados do tipo:

- Diário de observação;
- Registro de audiovisual;
- Produções espontâneas e intencionais (atividades, desenhos e registros escritos);
- Construções e elaborações criativas;
- Entrevistas.

O volume de dados produzidos, bem como sua variedade, diz respeito especificamente ao tempo disposto para a investigação e à estrutura organizativa para sua coleta e trabalho de campo.

Em relação à análise, assumiu-se, a partir das contribuições da pesquisa qualitativa, especialmente em Educação, o caráter indutivo, uma vez que o decorrer do processo investigativo vai dando tom e forma ao seu desenvolvimento. Bogdan e Biklen (1994) destacam que, neste tipo de investigação, o processo de análise se difere bastante da pesquisa quantitativa, principalmente em relação ao método. Para os autores, não se trata apenas de verificar a comprovação ou não da hipótese elaborada, mas sim do fato de que a estrutura, no decorrer do processo, “não se trata de montar um quebra-cabeças cuja forma final conhecemos de antemão. Está-se a construir um quadro que vai ganhando forma à medida que se recolhem e examinam as partes” (p. 50).

Nesse sentido, a análise ganha contornos mais descritivos e reflexivos, possibilitando a análise por observação, teste, acompanhamento e participação, assumindo

um caráter mais interpretativo e ampliando o leque de instrumentos e coleta de dados durante o processo.

Visando ainda a organização dos dados e sua análise, optou-se pela criação de categorias *a priori e a posteriori*, tomando como referência a estruturação inicial pretendida com a análise investigativa. A categorização é uma das formas de auxiliar a organização dos dados e iniciar sua análise, como aponta Teixeira (2003).

As pesquisas de natureza tipicamente qualitativa geram um enorme volume de dados que precisam ser organizados e compreendidos, requerendo assim um processo continuado em que se procura identificar dimensões, categorias, tendências, padrões, relações, desvendando-lhes o significado. (TEIXEIRA, 2003, 194)

Dessa forma, pensou-se na criação de categorias que remetessem ao trabalho desenvolvido e pautadas nos princípios da **Aprendizagem Criativa, Aprendizagem Significativa e Ensino por Investigação**, desenhadas a partir da estruturação do *framework* norteador, buscando evidências que apresentassem o impacto de tais abordagens no processo de ensino e aprendizagem do grupo, bem como evidenciadas pelo caráter cíclico da DBR.

Capítulo 5 - Um produto em aplicação

O projeto “Clube de Programadores”

Com base no elaborado como produto para aplicação, o projeto “Clube de Programadores” passou a ser conduzido considerando a estrutura elaborada para a realização, os participantes selecionados e a estrutura física e material disponível. O planejamento temático e a relação com conteúdos e conceitos foi se desenhando ao longo do processo, conforme muitas características foram se delineando e respeitando a abertura para o re-Design propiciado pela DBR.

Como características fundamentais, o projeto almejava, de forma crescente:

- Discutir temas relacionados ao ensino de ciências;
- Instigar a resolução de problemas;
- Apoiar as discussões e propostas em conhecimentos prévios e situações cotidianas;
- Promover situações de debate contínuo e interações discursivas entre os atores envolvidos;
- Disponibilizar uma gama de recursos e materiais distintos para uso durante as aulas;
- Ofertar condições para atividades investigativas como processo condutor de toda a proposta;
- Apresentar atividades baseadas em aprendizagem criativa de forma exploratória e contextualizada e conceitos baseados em programação e robótica, da exploração simples à produção autoral.

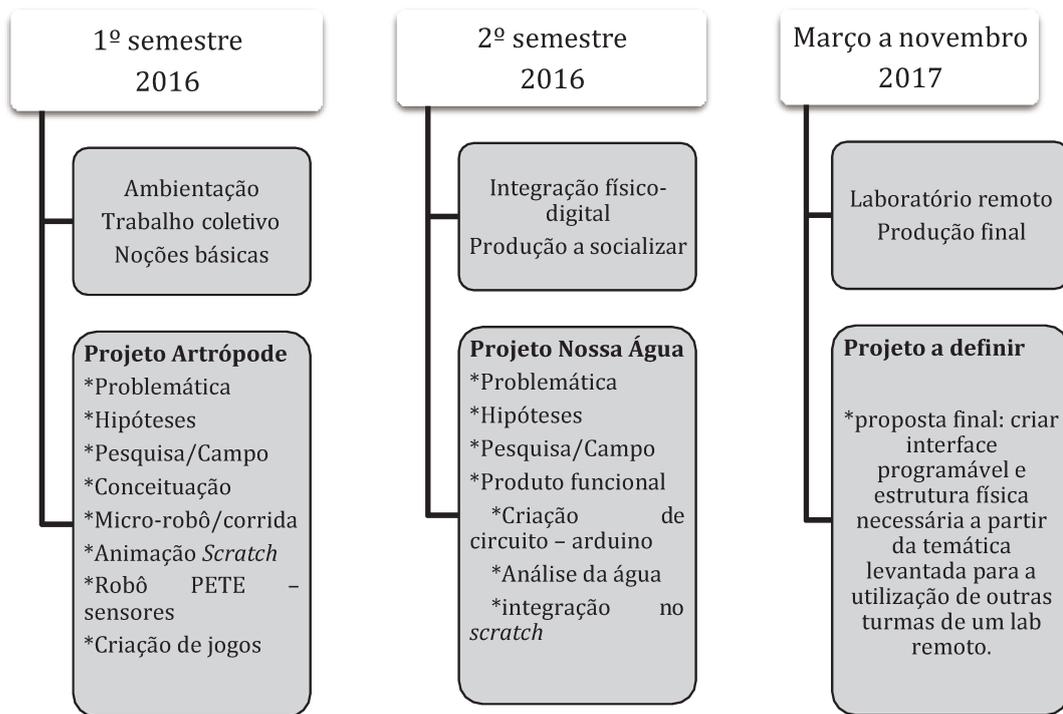
A proposta inicial, estruturada exclusivamente pela pesquisadora, intencionava apresentar duas temáticas diferentes no primeiro ano do projeto (2016), sendo a primeira os “Artrópodes” e a segunda, a “Água”. Para o ano de 2017, a intenção era instigar o levantamento de temática de acordo com o interesse dos alunos ou de alguma problemática que sobressaísse ao grupo.

De acordo com o descrito nas condições de trabalho, apesar de almejar que o projeto 3 tivesse um envolvimento autoral destacado por parte dos alunos, ainda assim um planejamento prévio projetava algumas ações. Entre o planejamento para o projeto 1, de desenho e condução exclusivamente docente, para o projeto 3, de autoria e autonomia discente em destaque, era esperada também uma postura diferenciada frente à utilização de recursos, como os itens voltados à programação e robótica, passando de criação por comando da professora à criação de acordo com a função destacada no projeto e evidenciada

pelos alunos.

A figura 10 apresenta o planejamento previsto para o desenvolvimento do projeto ao longo dos dois anos.

Figura 10: Previsão de planejamento do projeto ao longo de dois anos



Fonte: Do autor

A

distribuição das propostas, apresentadas a seguir, previa o aprofundamento crescente de utilização de recursos e materiais.

1º semestre de 2016

- Apresentação de um tema a partir do desconhecimento e da curiosidade;
- Pesquisa de campo na própria escola;
- Proposta mão na massa a partir da desmontagem de sucata eletrônica e criação guiada por modelo e aberta a customização;
- Apresentação de linguagem de programação para criação de animações e jogos simples;
- Introdução à robótica a partir de kits estruturados, com destaque para a utilização de sensores de forma lúdica.

2º semestre de 2016

- Apresentação de um tema a partir de uma problemática atual;
- Pesquisa de campo em local externo à escola;
- Experimento científico de observação e análise;
- Proposta mão na massa a partir do uso de recursos recicláveis e criação livre;
- Proposta mão na massa coletiva e funcional a ser socializada;
- Apresentação e utilização de recursos do laboratório remoto de modo experimental;
- Utilização de linguagem de programação para programação das placas de prototipagem;
- Utilização de sensores em placas de prototipagem de forma experimental e simples.

2017

- Identificação de problemática de acordo com o interesse do grupo;
- Pesquisa de campo a definir;
- Experimento científico e laboratorial;
- Proposta mão na massa a partir do uso de recursos recicláveis, sucata eletrônica e criação livre;
- Utilização de linguagem de programação para programação de placas de prototipagens na criação de dispositivos de manuseio remoto funcional.

Escolhas e resultados: uma retroalimentação

Os aspectos inerentes à alfabetização científica, como uma postura mais investigativa, impacto e qualificação na elaboração de hipóteses e estruturas argumentativas e fluência nas interações discursivas foram considerados como resultado das condições das estratégias das aulas e aprofundamento crescente dos alunos no manuseio de recursos de forma significativa e funcional.

As temáticas escolhidas para o trabalho nos dois semestres de 2016 levaram em consideração os conteúdos comuns e associáveis aos currículos de cada ano/ciclo. Os artrópodes, embora não aparecesse de forma direta como conteúdo a ser trabalhado, encontrava apoio em temáticas relacionadas, como seres vivos, características dos animais, habitat, reinos e outros. A água, segunda temática, possui uma abrangência ainda maior, pois desde os primeiros anos do ensino fundamental ela é abordada a partir de suas características,

consumo, preservação, entre outros, aprofundando de modo crescente a cada ano.

Dessa forma, o objetivo era trazer temas que pudessem se apoiar em conhecimentos prévios, da vida cotidiana e da escolarização regular, ao mesmo tempo em que, de acordo com as discussões e elaborações durante as propostas, os mesmos pudessem influenciar, de alguma forma, as aprendizagens em sala de aula.

Desde o início, foi definido que a forma de trabalho, tanto na estratégia utilizada, quanto na apresentação de conteúdos, se daria de modo diferente, apoiada no *framework* e no design ideal projetado.

Decerto que era esperado que a conceituação científica de alguns temas se desse de forma natural no decorrer das propostas. A questão não era abordar ou não os conceitos científicos, mas sim buscar de que forma e com qual objetivo eles seriam trabalhados, garantindo que, para a faixa etária do projeto, os alunos pudessem “apreciar e valorizar o mundo natural, fortalecido pela compreensão, mas sem eliminar o mistério, a curiosidade e a admiração” (LEMKE, 2006, p.24 - tradução nossa²⁹).

Para tanto, as ideias e contribuições de Lev Vygotsky acerca da formação conceitual pelas crianças a partir das interações sociais, bem como as contribuições da Aprendizagem Significativa, no tocante ao aprofundamento conceitual, a partir da associação de conhecimentos consolidados com os novos conhecimentos e das práticas epistêmicas fomentadas pelas relações discursivas, alicerçaram o planejamento e a condução das propostas.

A compreensão acerca do que são conceitos espontâneos e científicos se apresentou de suma importância para projetar as ações e a intencionalidade que cercariam cada atividade. Para Melo e Silva (2017), a partir de Vygotsky é possível compreender que os conceitos cotidianos ou espontâneos são “desenvolvidos no momento em que a criança aprende a falar e, a partir de interações com os outros, ela passa a relacionar palavras a objetos específicos. Já os conceitos científicos são desenvolvidos na educação formal, principalmente na escola”(p. 03). Da mesma forma, entender os pressupostos apresentados na visão Interacionista Social da Aprendizagem Significativa contribuiu para a compreensão do relacionamento entre os novos conceitos e o universo escolarizado. Nela, Gowin (1981: 1996) busca, na visão vygotskyana, a relação essencial entre “aluno, professor e materiais didáticos” enquanto tríade fundamental dos “Significados Compartilhados”, envolvendo

²⁹ **Texto original:** apreciar y valorar el mundo natural, potenciados por la comprensión, pero sin eliminar el misterio, la curiosidad y el asombro

contextos, atores e conceitos (MOREIRA, 2006b).

Compreendendo a formação de conceitos como uma relação crescente e dependente entre estruturas espontâneas e científicas, onde “os conceitos científicos crescem descendentemente por meio dos conceitos espontâneos; os conceitos espontâneos crescem ascendentemente por meio dos conceitos científicos” (SCHROEDER, 2007, p. 312), buscou-se meios para que tal relação encontrasse uma manutenção natural e não forçada durante as propostas.

A valorização dos conhecimentos prévios (MOREIRA, 2010) como conceitos espontâneos foi o ponto de partida de toda a estrutura que organizou e conduziu as propostas. A ampliação conceitual e a aproximação com níveis mais científicos eram esperadas de forma natural, como a própria elevação conceitual sugerida por Vygotsky (2005).

A esse respeito, o autor destaca:

A nós parece-nos óbvio que um conceito só pode cair sob a alçada da consciência e do controle deliberado quando faz parte de um sistema. Se a consciência significa generalização, a generalização significa, por seu turno, a formação de um conceito de grau superior que inclui o conceito dado como seu caso particular. Um conceito de grau superior implica a existência de uma série de conceitos subordinados e pressupõe também uma hierarquia de conceitos com diversos níveis de generalidade. (VYGOTSKY, 2005, p. 44)

E

Ao forçarem lentamente o seu caminho ascendente, os conceitos quotidianos abrem caminho para os conceitos científicos e o seu desenvolvimento descendente. Cria uma série de estruturas necessárias para a evolução dos aspectos mais primitivos e elementares de um conceito, que lhe dão corpo e vitalidade. Os conceitos científicos, por seu turno, fornecem estruturas para o desenvolvimento ascendente dos conceitos espontâneos da criança rumo à consciência e à utilização deliberada. Os conceitos científicos desenvolvem-se para baixo, através dos conceitos espontâneos; os conceitos espontâneos desenvolvem-se para cima, através dos conceitos científicos. (VYGOTSKY, 2005, p. 51)

Assim, entre a curiosidade inerente com as descobertas, as associações com o cotidiano e as experiências pessoais compartilhadas e debatidas em grupo, a ânsia em validar e/ou buscar explicações para os conteúdos levantados, através do acesso ao conhecimento sistematizado e disponível em livros, sites profissionais e mediação docente, e o processo hierárquico de evolução entre conceitos científicos e espontâneos eram garantidos, ora de

forma coletiva, ora individual.

Em suma, é fato que, desde o início, almejou-se fazer com que as ações resultassem em novos conhecimentos e, conseqüentemente, novos conceitos definidos pelos alunos e professora. Caso contrário, o foco estaria de modo deliberado no lazer e na exploração simplista, com fim em si mesmo. Porém, é importante frisar que a intencionalidade das ações docentes se projetava na mediação entre a problematização e o fomento à investigação, a valorização dos conhecimentos prévios/conceitos espontâneos e a busca pelo conhecimento historicamente construído, como fonte capaz de contribuir para os processos de elaboração de conceitos científicos de cada um.

Com isso, a organização das atividades propostas ganhou uma liberdade sem tamanho, pois, ao invés de uma lista de conteúdos e conceitos que precisava dar conta até o seu encerramento, ele dispunha de objetivos ancorados no desenvolvimento de uma formação ampla, a partir de atuações baseadas em situações curiosas e problemáticas reais. Os conteúdos e conceitos oriundos deste processo ganharam a valorização, a pertinência e o respeito que o grupo lhe atribuía durante o mesmo, e também as condições necessárias para se ancorar com a dinâmica da sala de aula do regular, a partir de cada ano/ciclo e dinâmica própria.

Organização das aulas

Apesar de o planejamento inicial ter um caminho traçado previamente, muitas atividades foram inseridas no plano de acordo com o desenvolvimento da anterior ou da necessidade de aprofundamento de alguma etapa. Como esse foi um procedimento recorrente e esperado a partir da abertura promovida pela DBR, em seu formato cíclico e qualificador, optou-se por apresentar o quadro de atividades pós desenvolvimento do projeto, contendo o processo final ao invés do planejamento das aulas.

A organização e apresentação foi realizada a partir do desenho e formulação do *Design ideal projetado*, construído na organização de trabalho como instrumento resultante das contribuições do *Framework* norteador que conduziu as escolhas, planejamento e reformulação do processo. Como apresentado, os tipos de atividades do *design ideal projetado* (DIP) estão organizados em (1) Tema norteador; (2) Problematização central; (3) Atividades colaborativas; (4) Atividades investigativas; (5) Atividades discursivas; (6) Diversidades de recursos; (7) Produção autoral; (8) Atividades de socialização e

comunicação; e (9) Relações mediadoras.

O projeto “**Artrópodes**” foi desenvolvido em 11 aulas de duas horas semanais, de abril a julho de 2016, conforme quadro 12.

Quadro 12: Distribuição das aulas e organização do projeto Artrópodes - com base no Design ideal projetado

Os Artrópodes										
		Tipo de ação com base no Design ideal projetado.								
Aula	Proposta da aula	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Apresentação temática, sondagem de conhecimentos e pesquisa conceitual.	X	X			X	X			X
2	Pesquisa de campo e coleta no jardim da escola, observação com lupa e análise das características estruturais, devolução para o jardim e classificação coletiva.			X	X	X	X			X
3	Pesquisa, <i>design</i> e construção do micro robô artrópode. Apresentação da produção para o grupo.		X	X	X	X	X	X	X	
4	Construção da pista e realização de corrida de micro robô. Elaboração de <i>storyboard</i> da animação no <i>Scratch</i> sobre o artrópode escolhido.		X	X			X	X		X
5	Início da construção da animação planejada no <i>Scratch</i> , pesquisa de informações e desenho de personagem artrópode.			X	X	X	X	X		
6	Digitalização e coloração do desenho artrópode, finalização da animação e apresentação para a turma.			X		X	X	X	X	X
7	Apresentação e exploração do kit estruturado <i>Alpha Maker</i> . Desenho do robô artrópode e início da montagem.		X	X			X			
8	**Construção colaborativa da narrativa do jogo coletivo com os robôs. Continuidade na montagem e customização do robô. Início da programação do jogo no <i>Scratch</i> a partir das animações anteriores.			X		X	X	X		X

9	**Finalização da montagem e customização. Continuidade da programação do jogo no <i>Scratch</i> . Testes e ajustes.			X		X	X			
10	**Construção coletiva das arenas do jogo. Momento de lazer: “a disputa dos artrópodes”. Criação de cartazes informativos para divulgar a produção pela escola.			X	X	X	X	X	X	
11	Produção de folder coletivo para a comunidade.			X	X			X	X	X

**Aulas de três horas

Fonte: Do autor

É importante elucidar que os alunos se organizavam, ora por indicação docente, ora de forma autônoma, para a realização das atividades por divisão de tarefas, possibilitando que diferentes etapas pudessem ser realizadas em uma mesma aula de modo concomitante, tornando essa característica de trabalho autônomo um dos objetivos de alcance do projeto. Com a finalização, os robôs criados pelos alunos foram levados para a *Scratch Conference* em 2016 no *MIT Media Lab*, com a proposta de um workshop para docentes e interessados de remixagem dos jogos criados pelos alunos, com a possibilidade de alteração de sensores e desafios na programação.

O projeto “**Nossa água**” tinha por objetivo a realização de etapas que aprofundassem alguns conceitos voltados à programação e robótica, bem como o trabalho com uma temática mais problematizadora a partir de propostas que ampliassem a discussão e a elaboração de hipóteses. No planejamento, a ideia era o desenvolvimento desta etapa em aproximadamente seis meses. Assim, ao somar os resultados obtidos com os dois projetos iniciais, pressupunha-se que os alunos pudessem ser capazes de identificar uma situação problema de interesse da turma e elaborar coletivamente um plano de trabalho e desenvolvimento que pudesse atender à problemática futura.

Porém, conforme o projeto “**Nossa água**” foi sendo desenvolvido, a finalização passou a ficar cada vez mais distante. A cada etapa, os alunos traziam outras demandas em relação ao tema e ampliavam o interesse em aprofundar as descobertas e criações. Visando não tolher o processo criativo e investigativo estruturado pelos alunos, o planejamento foi sendo adaptado em resposta às necessidades que o grupo apontava. Com isso, o período de 2017, destinado para o terceiro projeto, foi utilizado para extensão e finalização do projeto “**Nossa água**”, muito a contragosto da turma, que ainda pedia a extensão e continuidade de

trabalho.

Assim, o projeto “Nossa água” foi desenvolvido em 32 aulas de duas horas semanais (com alguns momentos pontuais de três ou quatro horas semanais), de agosto de 2016 até outubro de 2017.

Quadro 13: Distribuição das aulas do projeto Nossa Água com base no Design ideal projetado

Nossa Água										
		Tipo de ação com base no Design ideal projetado								
Aula	Proposta da aula	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Apresentação da temática, mapeamento da represa e elaboração da situação problema. Aula extra.	X	X	X	X	X	X	X		X
2	Busca, seleção e compartilhamento de informações referentes à água em arquivos e periódicos impressos na biblioteca escolar.			X	X		X			
3	Construção colaborativa de roteiro de observação de pesquisa de campo. Elaboração de hipóteses acerca de experimento. Apresentação e manipulação de kit de pH.		X	X	X	X	X			X
4	Pesquisa de campo na represa Billings. Observação e coleta de dados apontados no roteiro. Análise da água <i>in loco</i> .		X	X	X		X			X
5	Preparo e fixação das garrafas para experimento de observação a longo prazo. Preparo de aquários para observação remota. Elaboração de relatório a partir dos dados anotados nos roteiros de observação. Exploração e manipulação de microscópio (lupa digital) com amostras variadas.			X	X	X	X	X		X
6	Socialização dos relatórios. Análise microscópica de amostras de água da represa em grupos. Levantamento de hipóteses sobre o observado a partir da análise. Discussão sobre microrganismos da água. Início de pesquisa. Observação do experimento das garrafas.			X	X	X	X		X	X

7	Continuação de pesquisa e sistematização em apresentação de slides sobre microrganismos da água, em grupos, de acordo com os diferentes tipos de microrganismos. Análise dos dados de observação remota de amostras da água levada para Unicamp. Apresentação para a turma. Observação do experimento das garrafas.		X	X	X	X		X	X	X
8	**Discussão sobre a diferença da água da represa e da água encanada. Análise microscópica coletiva da água da represa e da água da escola. Análise de pH das amostras das três paradas e da escola em grupos. Compartilhamento de resultados. Vídeo sobre tratamento da água encanada. Observação do experimento das garrafas.		X	X	X	X	X	X	X	X
9	Discussão sobre solução de filtragem. Início de pesquisa, projeto e construção de protótipo de filtragem. Observação do experimento das garrafas.			X	X		X	X		
10	Finalização do projeto e protótipo de filtragem. Apresentação para a turma. Elaboração coletiva de projeto único da turma. Observação do experimento das garrafas.			X		X	X	X	X	X
11	**Construção de filtro coletivo. Análise da água antes da filtragem (microscópio e pH). Filtragem da água da represa. Adaptação do filtro. Observação do experimento das garrafas.		X	X	X	X	X	X		X
12	Análise da água filtrada (microscópio e pH). Separação de amostra para levar à Unicamp. Comparação dos dados observados antes e após filtragem. Observação do experimento das garrafas.			X	X	X	X			
13	**Organização de dúvidas e elaboração de perguntas sobre microrganismos e a saúde. Videoconferência com especialista da universidade. Sistematização em relatório coletivo. Observação do experimento das garrafas.		X	X		X	X	X	X	X

14	Boas-vindas aos alunos novos e compartilhamentos dos projetos e etapas desenvolvidas. Aula Extra. Observação do experimento das garrafas.	X	X	X		X				X
15	Apresentação do filtro construído e avaliação do sistema. Demonstração da utilização do microscópio digital e do kit de pH para os alunos novos. Conversa sobre purificação. Observação do experimento das garrafas.	X	X	X	X	X	X		X	X
16	Retomada das hipóteses elaboradas sobre o experimento das garrafas - validação e refutação. Anotação das novas hipóteses e dúvidas que surgiram no processo para envio ao especialista.			X	X	X				X
17	Retirada das garrafas do sol (experimento). Observação de alterações visuais (cor, sedimentos). Hipóteses sobre o ocorrido. Abertura das garrafas, análise de odor, pH e microscópica.		X	X	X	X	X			X
18	Retomada do registro do roteiro de observação <i>in loco</i> e do relatório. Anotação dos novos dados, comparação e elaboração de novo relatório com hipóteses sobre as alterações.			X	X	X		X		X
19	Finalização e apresentação dos novos relatórios com as alterações dos dados. Compartilhamento das respostas enviadas pelo especialista da Unicamp.			X		X		X	X	X
20	Filtragem da água do experimento para análise posterior. Início da conversa sobre a necessidade de saber se a água é limpa ou suja. Ideias iniciais de soluções e o que verificar. Aula extra.			X		X				X
21	Análise de proliferação de microrganismo em pipetas usadas no experimento. Demonstração de medidores da qualidade da água de aquário pessoal por aluno. Análise da água filtrada e do experimento com os medidores.			X	X	X	X			X

22	Planejamento de projeto para medir temperatura, pH, turbidez e microrganismo. Apresentação das ideias iniciais e materiais necessários.			X		X			X	
23	Construção de narrativa para integração física-digital (<i>storyboard</i>). Seleção de materiais para montagem da estação de análise e o <i>filtro eficaz</i> ³⁰ . Pesquisa sobre sensores programáveis no <i>Scratch</i> .		X	X		X	X	X		X
24	Início da construção das estações com materiais recicláveis. Início da ambientação no <i>Scratch</i> . Pesquisa de dados e informações em mídias variadas.			X	X	X	X	X		X
25	Construção das estações com materiais recicláveis. Ambientação no <i>Scratch</i> . Pesquisa de dados e informações em mídias variadas.			X	X	X	X	X		X
26	Apresentação das ideias e progresso para a turma. Revisão do planejamento e narrativa. Continuidade de construção e ambientação.			X	X	X	X	X	X	X
27	**Chegada dos sensores. Exploração de funcionamento. Inserção dos sensores e Arduino nas estações construídas. Início da programação em ambiente <i>Scratch</i> .			X	X	X	X	X		X
28	Continuidade de construção, programação e ambientação das estações. Testes constantes.			X	X	X	X	X		X
29	**Replanejamento coletivo: conquistas, dificuldades, necessidades de alteração. Continuidade de produção e programação. Mudança da forma de apresentação para a comunidade.		X	X	X		X	X	X	X

³⁰ O *filtro eficaz* foi a solução encontrada pela turma 2, que optou em seguir com o mesmo projeto, porém escolheu criar uma solução diferente. Os alunos chegaram à conclusão de que poderiam criar um processo de filtragem eficaz para filtrarem as amostras desaprovadas pelas estações de análise da turma 1.

30	**Finalização das produções e testes com água filtrada na 2ª tentativa. Início da elaboração do Boletim Informativo para a comunidade (sistematização do percurso, digitação, fotografia).			X	X	X	X	X		X
31	Apresentação para os colegas da turma 2. Pequenos ajustes. Finalização do Boletim Informativo coletivo.			X	X	X	X	X	X	X
32	Apresentação aos pais na reunião com pais final. Explicação do processo, funcionamento das estações e distribuição dos Boletins Informativos.	X	X	X		X	X		X	

**Aulas de 3 horas

Fonte: Do autor

Durante o desenvolvimento do projeto, algumas aulas ou atividades com propostas soltas foram introduzidas. Para os alunos, a ideia era um momento de descontração, como uma aula livre que era realizada sempre que dependíamos da ação do tempo ou da espera de alguma etapa para o prosseguimento. Seguindo o planejamento, as atividades eram escolhidas com o objetivo de subsidiar e oferecer possibilidades para o momento da criação sem indicar de forma direta o que os alunos podiam usar ou fazer.

Quadro 14: Distribuição das aulas esporádicas

Aulas esporádicas		
Atividade	Ferramenta/recurso	Objetivo
Construção de base vibratória com sucata	Aparelhos de celulares, ferramentas, ferro de solda.	Desmontagem de celular e solda de <i>vibracall</i> com jumpers extensores.
Brincando com disco de Newton no Lab Remoto - Relle UFSC	LEGO e acesso remoto ao Lab de física.	Compreensão sobre refração e difração a partir da construção com LEGO e do acesso remoto ao experimento físico.
Brincando com <i>Makey Makey</i>	Computador, placas de <i>makey makey</i> e materiais condutivos.	Explorar a condução elétrica a partir dos testes com materiais diversos.
Criando desenhos iluminados com <i>Paper Circuits</i>	Materiais de papelaria, bateria, fita condutiva e LED.	Entender o funcionamento dos circuitos elétricos e da polaridade a partir da criação em papel.

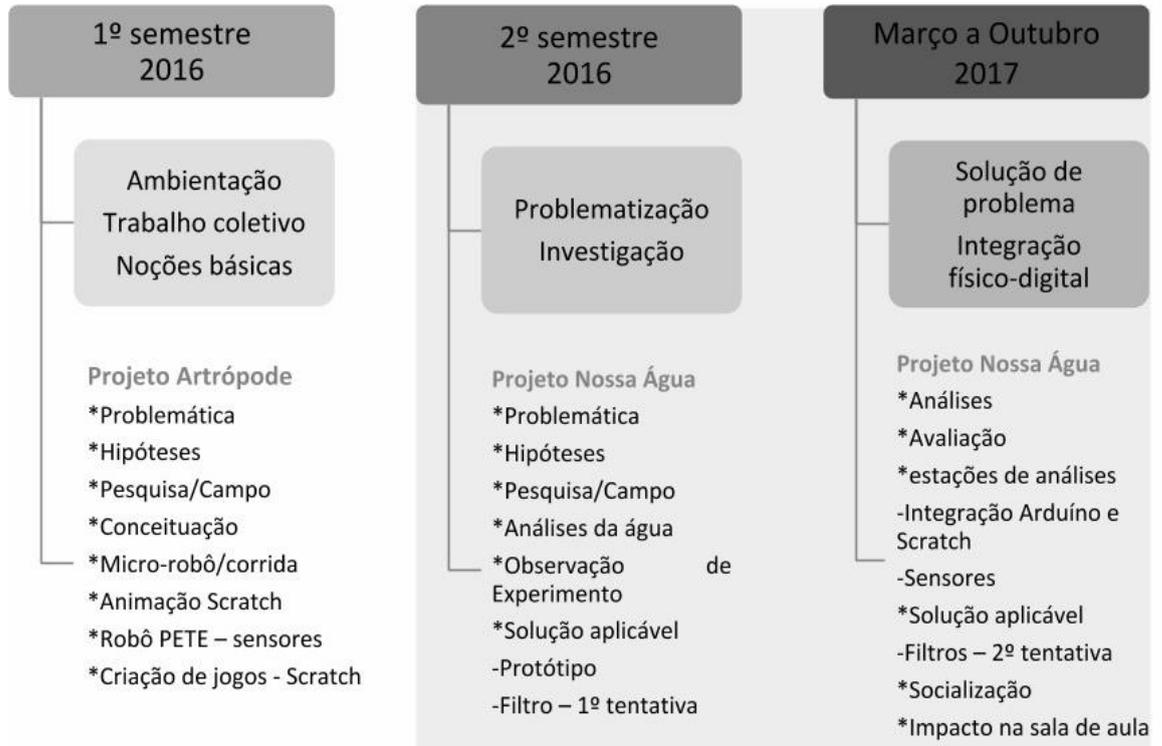
Desmontagem de computador	CPU, kit de ferramenta, ferramentas, lixo eletrônico.	Compreensão do funcionamento do computador e suas peças. Retirada de peças reutilizáveis e sucatas para a criação de novos projetos.
Construção e corrida de carrinho com propulsão a ar	Materiais reutilizáveis e papelaria.	Discussão e compreensão sobre velocidade, propulsão a ar e atrito. Liberdade criativa para atender um tema comum.
Programando LEDs no Arduino	Placas de prototipagem, LEDs, LDR e Computadores.	Compreensão da estrutura e funcionamento de uma placa de prototipagem e sensores. Programação no <i>Scratch</i> .

Fonte: Do autor

O envolvimento dos alunos com o projeto “**Nossa água**” inseriu etapas e atividades não previstas, mas que iam ao encontro do processo investigativo e que respondiam, aos poucos, as dúvidas que o grupo levantava a cada passo. Apesar de o planejamento inicial sofrer uma mudança significativa na terceira etapa prevista, foi observado que, naturalmente, os alunos incorporaram muitas propostas previstas na resolução da situação de interesse.

A problemática também ganhou contornos próprios. A apresentação do tema do projeto “**Nossa água**” partiu da motivação da professora/pesquisadora como uma forma de instigar a curiosidade sobre a represa, seus aspectos e funcionalidade. Porém, a cada descoberta, a problemática se transformava e lhe era atribuída funções e motivações próprias, tanto quanto o esperado para o 3º projeto que não se efetivou.

Figura 11: Estrutura final do projeto após reformulação ao longo do processo



Fonte: Do autor

A figura 11 apresenta a estrutura e a distribuição dos projetos ao longo do período previsto, com a reformulação necessária pelas alterações resultantes da curiosidade e do interesse dos alunos. A indicação das duas tentativas de criação dos filtros, em anos diferentes, diz respeito à criação dos filtros artesanais por grupos distintos. A primeira tentativa foi realizada pelo grupo 1 e computada no quadro de distribuição de atividade. A segunda tentativa foi realizada pelo grupo 2, mas não foi utilizada como dados para esta pesquisa. Porém, foi opção deixar marcada tal intervenção, pois os resultados foram utilizados pelo grupo 1 nas análises finais.

Com isso, a organização das aulas, apesar das alterações, atendeu às expectativas e objetivos iniciais de uma maneira diferente, porém com maior propriedade por parte dos alunos.

Capítulo 6 – Resultados alcançados

Apresentação e análise dos dados

Durante o desenvolvimento do projeto, que ocorreu de abril de 2016 a outubro de 2017, foram utilizados muitos instrumentos de coleta de dados, destacando o registro audiovisual como instrumento recorrente de captura das discussões e reflexões do grupo e os desenhos e pequenas produções como recurso sistematizador das mesmas.

Visando iniciar uma discussão que envolvesse em um raciocínio lógico e coerente o arcabouço teórico-metodológico, essa seção de apresentação e análise dos dados foi organizada em três partes distintas, denominadas:

- **Momento 1 - o ciclo:** Evidências do aspecto cíclico do desenvolvimento do *Design Ideal projetado* previsto com a DBR
- **Momento 2 – a unidade:** Identificação da coexistência das 3 abordagens selecionadas
- **Momento 3 – o mergulho:** Estruturação das categorias de análise a partir do *Framework* e evidências de alcance

No momento 1 – o ciclo, foram identificados episódios destacados entre o projeto “Artrópodes” e o “Nossa Água” que evidenciassem o processo cíclico que contribuiu para a qualificação dos projetos, segundo o almejado pelo *Design Ideal Projetado* e pelo *framework*. De imediato, a inexistência do projeto 3 e o replanejamento constante do projeto 2, devido o interesse e imersão dos alunos, já se configuram como um amadurecimento antecipado do grupo e uma mudança de propósito dos projetos. A maioria dos dados utilizados para a análise do momento 1 serão apresentados com maior detalhamento no momento 3, onde a apresentação do Framework dará um corpo mais aprofundado a partir das categorias.

No momento 2 – a unidade, optou-se por olhar para um mesmo episódio à luz das 3 abordagens escolhidas, com o objetivo de pontuar que, em nenhum momento, as aulas foram planejadas para atender especificamente determinada abordagem. É possível destacar aspectos bem delineados de cada abordagem no desenvolvimento do projeto, da mesma

forma que é bastante recorrente que um mesmo momento ou dado tenha interpretações próprias em cada uma das 3 abordagens escolhidas para iluminar essa pesquisa. Tal recorrência não descaracteriza o desenvolvimento do estudo, pelo contrário, evidencia o caráter agregador de cada uma e aponta uma sintonia complementar para o estudo.

No momento 3 – o mergulho, para a realização das análises, foi utilizado como instrumento norteador para a organização das categorias o *Framework* criado para a construção do design ideal projetado. A identificação de evidências mínimas de alcance de cada item do *Framework* contribui para uma avaliação positiva do design utilizado. São categorias de análises, baseados no *Framework*, os itens (1) Conhecimentos prévios; (2) 4 Ps; (3) Problematização; (4) Espiral da Aprendizagem; (5) Interações argumentativas; (6) Aprofundamento conceitual; e (7) Liberdade criativa.

Momento 1 – o ciclo

Nesse processo de desenvolvimento e aplicação do produto de intervenção criado, as ações que permeavam cada etapa do projeto, antes de tudo, tinham por objetivo a aprendizagem e não apenas a constatação. Dessa forma, as escolhas e o planejamento visavam o aprimoramento, o desenvolvimento e a qualificação constantes, principalmente em relação aos aspectos que se apresentavam carentes de intervenção e mediação. Tais ações só foram possíveis diante da abertura que a DBR possibilita, ou seja, a possibilidade de investigar e impactar a população investigada, de acordo com seu caráter intervencionista e colaborativo (MATTA; SILVA; BOAVENTURA, 2015).

O *Design Ideal Projetado* intencionava, desde a sua criação, uma modificação estrutural crescente dos projetos em execução, evidenciada a partir do desenvolvimento da qualificação da estrutura planejada, com vistas no desenvolvimento dos alunos, principalmente em relação à autonomia em ações, interação grupal, criação e utilização de recursos físicos para execução dos projetos.

Alguns episódios, localizados no projeto 1 (Artrópodes) e no início e fim do projeto 2 (Nossa Água), contribuem para tal interpretação, uma vez que o projeto 3, ideal de alcance no planejamento, foi trocado pela reformulação e extensão do projeto 2, conforme se apresenta no quadro 16. As propostas selecionadas, visam representar o perfil estrutural planejado em cada projeto da estrutura projetada, que orientou o processo de desenvolvimento de cada etapa, principalmente no tocante à forma de conduzir e mediar cada ação.

Como apresentado, o *Design* da estrutura planejada foi organizada e prevista da seguinte forma:

Projeto 1: Apresentado a partir de escolhas docente

Projeto 2: Disparado de modo a propiciar a colaboração docente/discente para a condução

Projeto 3: Gerado e conduzido a partir de interesse discente, contando com a mediação docente

Com isso, o esperado era que o projeto 1 alicerçar-se os alunos, repertoriando-os de possibilidades que seriam aprofundadas e abertas à maior autonomia no projeto 2, para alcançar a autonomia plena, em relação às escolhas e imersão, no projeto 3. O movimento proposto se aproxima das etapas apresentadas por Plomp (2010, p.29), descritas como pesquisa preliminar, estágio de prototipagem e fase de avaliação (tradução nossa³¹). Tal abertura é possibilitada pelo caráter intervencionista da DBR, que permite a revisão, replanejamento e intervenção constante, na articulação entre a aplicação prática e a base teórica.

Os exemplos apresentados no quadro 16 trazem evidências da evolução esperada para a estrutura planejada. Tomando o item “uso de materiais no processo criativo” de forma integrada aos projetos, como recurso sistematizador ou de solução para a temática trabalhada, percebemos tal evolução.

Quadro 16: Evolução de aspectos comuns nas três fases dos projetos

	Projeto 1	Projeto 2 - início	Projeto 2 - fim
Uso de materiais no processo criativo	Proposta de criação de Artrópode com kit de robótica estruturada	Proposta de construção de solução de filtragem com materiais abertos	Identificação da necessidade de construção de estações de análises da água e seleção de materiais

Fonte: do autor

No projeto 1 (Artrópodes), o kit de robótica estruturado utilizado foi apresentado aos alunos como material a ser utilizado para criar os robôs artrópodes, planejados desde o início. Os alunos tiveram a liberdade de escolher qual artrópode iriam construir (figura 12) e de desenvolver a narrativa do jogo no *Scratch* e na arena, fazendo uso dos sensores disponíveis no kit (figura 13).

³¹ Texto original: Preliminary research, Prototyping stage and Assessment phase

Figura 12: Robôs Artrópodes criados pelos alunos (Escorpião, joaninha e aranha)



Fonte: do autor

Figura 13: Tela de pontuação, narrativa no *Scratch* e arenas de batalha dos robôs Artrópodes



Fonte: do autor

Apesar de ser uma proposta planejada previamente, com propósitos claros, os alunos estiveram envolvidos do início ao fim e tomavam à frente das atividades em momentos abertos à autoria, como a escolha do que montar e como integrar todos os robôs criados em uma mesma proposta interativa. O jogo “Batalha dos Artrópodes” manipulou uma grande quantidade de informações e descobertas sobre cadeia alimentar, habitat, características e condições de sobrevivência, trabalhados até aquele momento, a partir da sistematização de conhecimento para criar as regras e a narrativa do jogo. No *Scratch*, trabalharam com o conceito de variáveis ao programar os sensores externos, pontuação, tempo regressivo e outros. Mesmo com tamanha abertura e imersão dos alunos, a proposta em si partiu de duas definições prévias: usar o kit estrutural específico e criar um robô artrópode.

Na primeira parte do projeto 2 (Nossa Água), que possuía uma estrutura mais aberta à colaboração dos alunos, a intenção de proporcionar momentos de criação a partir da exploração livre de materiais, no estilo mão na massa, era clara, porém sem um fim determinado. A necessidade de prototipar uma solução de filtragem (mais bem desenvolvida no momento 3, com a categoria dos 4P - Pares) apresentou a oportunidade necessária para tal proposta, onde a motivação partiu de um desconforto da turma em purificar a água da represa. Entre a ideia e a solução real, a prototipação se mostrou a melhor estratégia para

ampliar a discussão com os alunos. Ainda nessa etapa, mesmo tendo um planejamento a curto prazo, a necessidade de um rápido replanejamento se fez necessária para o alcance de objetivos específicos inerente ao relacionamento interpessoal, desenvolvido posteriormente.

A figura 14 apresenta os protótipos de filtros criados para atender à problemática construída ao longo do processo investigativo, com a água coletada na represa. Diferente do projeto 1, que o material e comanda já estavam dados, no projeto 2 (início) os materiais foram arrecadados para serem utilizados em um momento oportuno não estipulado e a comanda surgiu de uma problemática real, que atendia à necessidade de encontrar uma solução proposta pela turma. A ação docente se deu na atribuição de intencionalidade pedagógica das oportunidades criadas, articulando recursos possíveis e motivação, na comanda da aula.

Figura 14: Protótipos de filtros artesanais.



Fonte: do autor

Na segunda parte do projeto 2 (etapas finais), após os alunos passarem por um processo de cerca de 16 meses interagindo com materiais diversos, de modo contextualizado aos projetos ou soltos em aulas extras, ampliando o repertório de diversidade, funcionalidade e motivação de uso, a relação com os mesmos era outra. No momento em que perceberam que havia microrganismos na água, alguns benéficos à saúde e outros não, os alunos elaboraram, colaborativamente, a necessidade de criar uma forma de analisar amostras de água para a comunidade interessada. A figura 15 apresenta um exemplo das produções das estações de análise da água, como resultado final do projeto 2.

Figura 15: Processo de criação da estação de análise da turbidez



Fonte: do autor

O levantamento de possibilidades de criação a partir do que já conheciam, como o *Scratch* e a placa Arduino, serviram como base para iniciarem as ideias, assim como a associação entre os sensores utilizados no projeto 1 e nos demonstrados pela aluna AG algumas aulas anteriores, e possibilitou aos alunos construírem coletivamente a ideia das estações, mesmo não possuindo todos os materiais necessários à mão para a criação. Nessa etapa, a necessidade de criação antecedeu o interesse de uso de recursos, dando a eles funcionalidade real.

Quando olhamos para os três momentos de criação apresentados, percebemos muitas diferenças e uma evolução progressiva dos alunos frente ao uso de recursos materiais. Do projeto 1, onde a utilização do kit estruturado tinha uma conotação bastante lúdica, apesar de sistematizar os conhecimentos referentes aos artrópodes, ao projeto 2 - etapa final, onde a necessidade de criar independia de ter ou não os materiais disponíveis, mas de atender a uma necessidade real, a evolução é evidente. O recurso em si deixou de ser a única fonte de interesse, passando a ser visto como o nome se propõe, ou seja, um recurso para atingir algo, alcançar um objetivo funcional.

Ao planejar a estrutura inicial em três projetos distintos, com níveis de apropriação e imersão crescente entre os alunos, a partir da organização de estratégias didáticas e mediação docente propícias, a intenção de alcance pedagógico estava estipulada. Era sabido o lugar que se queria chegar e, para tanto, quais etapas eram necessárias. No delineamento desse projeto de intervenção, com tais definições prévias, a abertura gradativa para a atuação mais ativa dos alunos permitiu o *re-design* de um projeto para o outro, como preconiza metodologias com base em DBR (KNEUBIL; PIETROCOLA, 2017), além da

abertura para o replanejamento constante.

Nesse sentido, com base nos exemplos de dados apresentados, tanto a aula para a prototipagem de uma solução de filtragem, replanejada a partir de uma necessidade com a turma, tanto o projeto 3, que cedeu lugar para a extensão do projeto 2, porém com o alcance dos objetivos previstos para o final, evidenciam a evolução e o aprofundamento previstos com o desenvolvimento da estrutura planejada e a eficácia da mesma. O replanejar constante, a bem do objetivo fim, corresponde ao movimento cíclico de aplicação ↔ análise, avaliação, validação (MATTA; SILVA; BOAVENTURA, 2014) no curto prazo e de re-design no longo prazo. Para tanto, a ação docente, no caso, a ação da pesquisadora como parte atuante no desenvolvimento dos projetos, foi de suma importância na elaboração de estratégias de aplicação, de identificação de oportunidades e de replanejamento e/ou avanço das etapas, possibilitadas pelo caráter intervencionista da DBR.

Aspectos referentes à participação dos alunos, à interação grupal, ao trabalho colaborativo, entre outros, também apresentaram dados animadores de evolução e aprofundamento entre uma sequência e outra durante o desenvolvimento do projeto de intervenção.

Momento 2 – a unidade

Visando enquadrar os dados recortados em um contexto próprio da pesquisa, dando fluência e continuidade, optou-se por descrever a seguir as primeiras aulas que dispararam a temática, bem como a apropriação por parte dos alunos. A escolha de tais episódios de forma anterior a apresentação das categorias mencionadas se apoia no entendimento de que é possível enxergar as três abordagens escolhidas para ilustrar essa pesquisa, comungando de contribuições e leituras valiosas sobre o mesmo momento.

Aula 1

Episódio: Apresentação da problemática aos alunos e mapeamento

Na primeira aula do projeto, a roda de conversa buscou identificar o que cada um conhecia sobre o local. A intenção inicial já era estudar a represa para utilizar os sensores e placas de prototipagens (robótica educacional) de uma forma mais livre, uma vez que, com o projeto anterior, os artrópodes, os alunos já haviam utilizado a interação por sensores,

porém em kits estruturados.

A ideia era apenas utilizar os recursos que a escola já dispunha, como placas de Arduino, LED e LDR para avançar nas habilidades voltadas ao uso das tecnologias de forma autoral ao final, a partir de uma temática das ciências naturais. Para isso, a conversa se fazia necessária para que os alunos enxergassem sentido na proposta.

Porém, logo no início da conversa, a discussão começou a criar o conflito que originou a questão de investigação e que transformou substancialmente o planejamento inicial.

Professora: O nosso próximo projeto que começa hoje é sobre a água. Eu sei que vocês já estudaram muito sobre a água...

CL: Estados da água, né? Tipo, líquido... Assim... Vamos estudar isso?
[Manifestações de desagrado dos alunos que estavam no quinto ano]

Professora: Não, não tinha pensado nisso, mas podemos ver... [provocando o grupo]

FB: *Pelamor*, isso é chato.

Professora: Então teremos que repensar. Brincadeira. Achei que podíamos estudar a água da nossa represa, ver como ela é....

Ainda em roda no chão, a professora dispôs no meio algumas imagens impressas da represa, apresentando situações e condições diferentes. Os alunos olharam algumas imagens, porém pouco se envolveram com as fotos. Após algumas manifestações das possibilidades de estudos com a água e do convite em criar algo com sensores diferentes dos já utilizados, o que provocou o furor da turma, a discordância surge.

Professora: Então, podemos fazer tudo isso com a água da nossa represa. Falando nisso, qual o nome da represa? Guarapiranga?

GU: Se é a que fica perto da minha casa é a Billings

EY: Aff, lugar horrível, fedorento.

GU: Claro que não, tá louca? Deve ser outro lugar que você conhece...

Diante das manifestações tumultuadas e fervorosas, a professora organizou o momento em roda para que ambos pudessem falar.

Professora: Só escuto gritos e eu que não moro perto da represa, não consigo entender o que vocês estão me contando.

AN: Você não mora em São Bernardo, prô?

GU: Então prô, minha casa fica bem pertinho da represa e no fim de semana meu pai me leva para pescar e nadar na represa.

CL: E se tem peixe a água não é fedorenta como ela disse

Professora: Calma, vamos ouvir a EY.

EY: No final da minha rua tem a represa, mas tem muito lixo nela, tipo garrafa de “refri”, roupa velha, pneu. A água tem cheiro ruim, muito ruim, dá até vontade de vomitar...

A discussão a seguir foi considerada como se fosse um momento de testemunhos

em um julgamento. Cada aluno tomou partido de um dos dois alunos protagonistas e buscavam respaldo no que conheciam ou tinham ouvido falar da represa para defendê-los. Estando na metade da aula e tendo o tempo a favor, a professora achou por bem que considerar e valorizar a situação parecia muito mais frutífero do que apenas retornar ao planejamento inicial, quebrando a curiosidade dos alunos.

Após a aluna AN refazer a pergunta sobre o local onde a professora morava, a mesma respondeu e perguntou aos dois alunos, que informaram seus bairros de moradia. Mentalmente, a professora já havia localizado geograficamente os pontos informados, mas preferiu usar outra estratégia para que os alunos chegassem à mesma informação.

Professora: Agora eu fiquei com uma pulga atrás da orelha, será que esses bairros são vizinhos? Porque tem a mesma represa perto...

MAC: Mas quando eu vou para a praia a gente passa perto da represa e ela é muito grande, prô.

Professora: E tem partes limpa e suja, com lixo?

MAC: Ééé... Não, nunca vi.

Professora: Estranho. Acho que precisaríamos saber onde são esses bairros.

PD: A gente pesquisa, igual a gente fez dos artrópodes, lembra? A gente queria saber quem tinha mais veneno, o escorpião ou a aranha, e você disse que era para descobrir, a gente pesquisou e descobriu.

VN: Naquela aula da minha turma a gente usou o mapa do Google para ver as regiões do Brasil, aqui no lab, lembra prô? Tem até nome de rua e vai ficando pequeno até aparecer o mapa do Brasil.

Professora: Uau, ótima ideia VN, é o Google Maps. Podemos fazer assim, enquanto vocês pesquisam o local em que moram e se está perto da represa, eu vou imprimir um mapa bem grande e colar na parede, assim o que descobrirmos de importante podemos colocar no mapa.

A proposta apresentada foi conduzida com muita animação e os alunos se organizaram, ainda, em grupos a favor e contra a ideia de represa limpa ou suja. A imagem (figura 16) abaixo apresenta parte do processo e o resultado final da atividade.

Figura 16: Momentos da atividade de mapeamento do local



Fonte: Do autor

Apesar da comanda ser bastante clara – localizar o ponto de moradia em São Bernardo e sua proximidade com a represa –, os alunos foram muito além. Após explorarem a ferramenta do *Google*, alguns grupos começaram a levar até a professora informações que estavam descobrindo em pesquisas mais abertas na Internet, como a construção de uma hidrelétrica na serra do mar, pontos de captação de água pela Sabesp e outros. Aproveitando a curiosidade do grupo e as descobertas, a professora instruiu os alunos a colocarem esses dados também no mapa, o que requeria localizar geograficamente e no fim criar uma legenda correspondente, como é demonstrado na figura 17.

Figura 17: Mapa da represa com intervenções dos alunos



Fonte: Do autor

A professora já tinha ouvido falar sobre o tempo em que havia o retorno das águas do Rio Pinheiros para a represa em ocasiões de enchentes na cidade de São Paulo e compartilhou com um grupinho mais ocioso essa informação para que pudessem ajudá-la a inserir no mapa de forma correta. A atividade que surgiu da necessidade do grupo em responder as questões próprias e por indicação de uma aluna, jogou luz para a criação da situação problema do grupo. O objetivo já não era analisar a água da represa para poder usar os recursos tecnológicos, e sim descobrir como em uma mesma represa tinha o retorno de um rio poluído e a captação de águas pela Sabesp.

A proposta contribuiu significativamente para o desenvolvimento das etapas posteriores, pois o produto gerado, mapa com marcações de interesse, ficou afixado na parede da sala até a finalização do projeto, servindo de suporte para outras atividades.

Seguindo a mesma lógica, outras produções originadas de aulas coletivas e/ou discussões do grupo ganhavam um lugar acessível para a turma, sendo retomadas de forma intencional ou voluntária sempre que necessário.

Ainda que o problema central de toda a investigação não tenha sido definido nesta aula inicial, sabemos que foi a partir dela e na retomada dos dados levantados para uma reflexão coletiva que ele se desenhou. Ao resgatar as descobertas da primeira aula, os alunos concluíram que a represa era muito grande e que havia trechos mais sujos que outros. Um dado muito claro que contribuiu para tal conclusão foi a imagem vista de cima do local, onde os dois lados (figura 18), separados pela rodovia Anchieta, se apresentam visualmente diferentes em coloração.

Figura 18: Imagem dos lados da represa Billings separados pela rodovia Anchieta



Fonte: Folha de S. Paulo

A princípio, alguns alunos contentaram-se em saber que um lado era limpo e o outro era sujo, porém, ao repassar as informações do mapa, identificou-se que, do lado considerado “sujo”, havia um braço de rio que a Sabesp captava água, o que intrigou o grupo. Outra informação que contribuiu foi a reportagem³² indicada pela aluna LS, que assistiu ao noticiário no início da semana reportando o “esverdeamento” das águas da represa como um fenômeno incomum. A aluna chegou na aula comentando e pediu para a professora mostrar aos amigos, contribuindo para o conflito pela segunda vez e gerando o questionamento se a

³² Link da reportagem: <http://g1.globo.com/sao-paulo/noticia/2016/08/poluicao-deixa-agua-da-represa-billings-verde-no-abc.html>

parte limpa também estava esverdeada.

Com isso, foi formulada a questão de investigação que impulsionou a turma durante todo o projeto, pois o grupo queria saber: *“afinal, a água da represa é limpa ou suja?”*.

Olhando sob a perspectiva do Ensino por Investigação, é possível associar esta primeira atividade do projeto ao que Sasseron e Carvalho (2008) apontaram, partindo dos indicadores de investigação científica, como sendo os indicadores do grupo 1, referente ao tratamento das informações. Ao partir de informações pessoais, como a vivência no local de moradia, os alunos levantaram dados suficientes para sentirem a necessidade de aprofundamento. Os dados obtidos a partir das pesquisas dos grupos e na construção do mapeamento se apoiaram diretamente nas etapas elencadas pelas autoras, como seriação, organização e classificação.

Quando consideramos os aspectos das propostas pautadas no ensino por investigação, reconhecemos que tais indicadores desempenham um papel fundamental neste processo, como é evidenciado no seguinte trecho:

Estes três indicadores são altamente importantes quando há um problema a ser investigado, pois é por meio deles que se torna possível conhecer as variáveis envolvidas no fenômeno mesmo que, neste momento, o trabalho com elas ainda não esteja centralizado em encontrar relações entre elas e o porquê de o fenômeno ter ocorrido tal como se pôde observar. (SASSERON & CARVALHO, 2008, p. 338)

Da mesma forma, considerando a Aprendizagem Significativa, parte-se das contribuições relativas aos conhecimentos prévios, evidenciados nesse trecho de aula, como propulsores das ações seguintes e que deram corpo à pesquisa. Trazer para o debate na aula o que cada aluno sabia sobre o reservatório foi fundamental para instigar a curiosidade e delinear o problema de investigação do grupo. Mesmo havendo leituras distintas e experiências diferentes em relação à represa, o compartilhamento e a socialização entre os alunos possibilitaram condições para a que busca de novas informações pudessem propiciar novos conhecimentos, de forma gradativa.

Nesse sentido, é incontestável o quanto a consideração dos conhecimentos dos alunos norteou o trabalho, atribuindo a identidade do grupo. Moreira (2012) destaca:

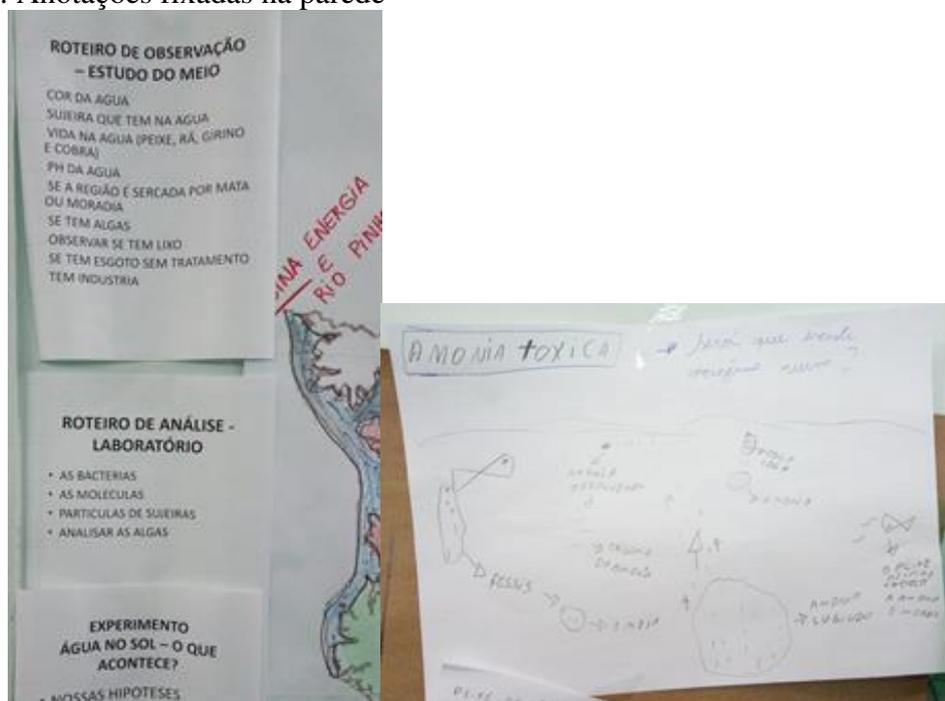
O conhecimento prévio é, na visão de Ausubel, a variável isolada mais importante para a aprendizagem significativa de novos

conhecimentos. Isto é, se fosse possível isolar uma única variável como sendo a que mais influencia novas aprendizagens, esta variável seria o conhecimento prévio, os subsunçores já existentes na estrutura cognitiva do sujeito que aprende. (MOREIRA, 2012 p.07)

Seguindo e tomando a Aprendizagem Criativa como base, encontramos nas contribuições de Resnick (2014), acerca do trabalho a partir de projetos, um dos 4 Ps da Aprendizagem Criativa, fundamentos para compreender a valorização atribuída pelos alunos às atividades desenvolvidas e que geravam tais produções, como o mapa e demais materiais de suporte. Em suma, elas expressavam a materialização dos projetos pessoais que cada um havia criado diante da problemática levantada.

A prática em discutir coletivamente e sistematizar as dúvidas, hipóteses e descobertas em anotações que eram afixadas na parede (figura 19), ao lado do mapa da represa, logo se tornou rotina apropriada pelos alunos. No decorrer das aulas, muitos deles passaram a trazer suas próprias motivações e inquietações para compor a parede, com autonomia, expressando de forma clara o quanto haviam criado seus próprios projetos de investigação dentro da problemática do grupo.

Figura 19: Anotações fixadas na parede



Fonte: Do autor

As aulas escolhidas acima demonstram como o planejamento do projeto, prévio ou revisto a cada necessidade, buscava articular os elementos fundamentais de cada

abordagem, que serviram como base para a construção do *Design Ideal Projetado*, a bem de fazê-las coexistir de forma natural a cada etapa. De fato, em alguns momentos, um ou outro aspecto mais próprio de uma determinada abordagem era evidenciado, pois a necessidade era inerente e as condições propícias, mas em nenhum deles a intenção era demarcar territórios, levantando a bandeira da abordagem frente à necessidade da estratégia.

Momento 3 – o mergulho

A utilização do *Framework* elaborado a partir das características e princípios das três abordagens selecionadas norteou o desenvolvimento do *Design Ideal projetado* e conduziu toda a construção e desenvolvimento das ações do projeto, como projeto de intervenção. Dessa forma, olhar para os dados à luz de categorias criadas a partir do *Framework* se apresentou como uma escolha completa para a compreensão dos impactos e aprofundamentos resultantes dessa estrutura. Com vistas nessa compreensão, optou-se pela apresentação de tal análise, tomando como base apenas o projeto “**Nossa Água**”, a bem de enxergar evidências em um todo e possibilitar o trânsito e a apropriação dos alunos no projeto.

É importante salientar que a ordem de apresentação dos dados seguiu a lógica da estrutura das categorias e não a ordem cronológica de execução do projeto.

Categoria 1: Conhecimentos Prévios

Tendo os conhecimentos prévios como foco desta seção, retomou-se as considerações de Moreira e Masini (2001) acerca das condições essenciais para a efetivação da Aprendizagem Significativa, principalmente em relação ao material (temática) proposto e à predisposição do aprendiz em relacionar o novo material com suas estruturas consolidadas. Ao dar continuidade à sequência de aulas motivadas pela questão de investigação formulada pela turma, destacou-se alguns trechos e participações de alunos que contribuíram para a compreensão de tais aspectos.

Dentre as ações possíveis de se realizar na busca de respostas para a questão levantada pela turma, a visita à represa foi a que mais instigou o grupo. Imaginou-se que, com a coleta de água para análise posterior, poderíamos encontrar explicações e, para tanto, seria preciso organizar o estudo.

Ainda de forma coletiva, foi definida a necessidade de escolher três pontos

distintos para a coleta, sendo dois deles bastante conhecidos por muitos alunos como área de lazer (prainha e parque Estoril) e que ficavam em lados opostos da divisão criada pela rodovia Anchieta e mostrada na figura 18. O outro ponto, mais próximo da casa do aluno que se manifestou primeiro, tinha o cenário residencial como um diferencial em relação aos outros dois.

Os pais autorizaram a visita de campo e foram consultados sobre o interesse e disponibilidade em acompanhar a professora com a turma, havendo três manifestações que se mantiveram no dia da atividade.

Aula 03

Episódio – Elaboração do Roteiro de observação

Para organizar e orientar o estudo, a professora elaborou, coletivamente, um roteiro de observação (figura 10) e dividiu o grupo em três partes, atribuindo responsabilidades de acordo com cada ponto de coleta.

Professora: Vamos fazer um roteiro para a gente observar na visita. Quem pode me ajudar digitando?
 [muitas manifestações]
 Professora: Vai lá LR, ela levantou a mão primeiro. Nós vamos fazer três paradas lá na... Na represa, certo? Correto? Vocês viram lá que vamos fazer três paradas. Nós vamos fazer a parada de um lado e do outro da represa, o lado da prainha e o lado do Estoril. Será que nós vamos observar coisas diferentes ali? O que que a gente viu no nosso mapa que tem de um lado e do outro?
 [Manifestações dos alunos sobre a diferença entre os dois lados da represa e a menção sobre a imagem]
 Professora: O que que é interessante observar naquela, naquela região, pra identificar porque que é mais sujo, por que que é mais limpo?
 GU.: A cor da água... FB: A sujeira...
 Professora: A sujeira que tem na água...
 RM: As bactérias?
 Professora: Dá pra gente observar as bactérias assim, lá na, na...
 RM.: No microscópio.
 Professora: Mas a gente vai ter um microscópio lá?
 RM: Não sei, vai que tem no Estoril...
 Professora: Hã?
 RM: Não sei, o Estoril não é um museu?

Percebeu-se que o aluno tinha uma visão distorcida de um dos pontos de coleta, o que era muito comum em diversos momentos, em que a turma jogava com possibilidades para verificar se estavam certos ou não. Porém, a ideia de analisar as bactérias, pautada na crença de que o parque Estoril era um museu, revelava o que o aluno sabia de museus e que foi usado para subsidiar a sua dica de investigar as bactérias. Em nenhum momento ele joga a informação de forma alheia e desconexa à discussão, mas junta as informações apresentadas

pelo vídeo compartilhado pela colega, algumas aulas antes, com seu conhecimento sobre museus e recursos que neles existem. Posteriormente, essa “deixa” foi utilizada como critério de análise junto aos demais.

Após a professora identificar o desconhecimento do aluno e levantar, junto à turma, o que realmente era o Parque Estoril, retomou-se a criação do roteiro com as diversas contribuições dos alunos e, em coletivo, sistematizaram as elaborações.

Professora: Então, vamos lá. A cor da água, as sujeiras na água...

C: Num sei, se tem peixe ou... Num sei...

Professora: Vida? Se tem vida na água? Peixes... O que tem mais na água doce?

[Outras manifestações anotadas pela aluna escriba, como sapo, girino, cobra d'água...]

No trecho a seguir, destaca-se a participação dos alunos FB, LR e GU, que desenvolveram um raciocínio coletivo bem estruturado, com base em suas vivências e experiências no local e com o que construíram a partir das aulas anteriores.

Professora: Tem alguma coisa da região que vai influenciar na água?

FB: Ah, aaaas mata em volta, pode cair alguma coisa e deixar as águas sujas.

Professora: Se tem mata? Será que se tem mata em volta deixa a água suja?

FB: Não, é que se tem a mata e muito vento as folhas caem na água e deixa ela suja.

GU: Sujeira nada, sujeira de natureza... Nem conta...

Professora: Tá, anota aí LR, se é cercada por mata ou... Quando não tiver mata...

FB: Prô, casas?

Professora: Boa. Se a região é cercada por mata ou moradia. Será que tem diferença na água se for cercada por mata ou moradia?

RM: Oh prô, lembra daquele vídeo que a água tava amarela?

Professora: Amarela?

FB.: Oxi, cê é b****? Tava verde, não lembra, por causa das... Ahhhh, as algas prô, se tem algas!

Professora: Isso, anota... Se tem algas.... Isso. E tem outra coisa importante que vocês esqueceram. Falaram da água, mas esqueceram de olhar o entorno.

GB: Que é entorno?

Professora: [risos] Em volta da represa.

EY: Lixo

Professora: Isso!

EY: Casa e lixo, igual onde eu moro...

Professora: Além do lixo, outra coisa pior que cai na água...

FB: Entulho... Chorume?

Professora: Sim, lixo acumulado gera chorume, mas ainda não é isso. Uma coisa que sai das casas e que polui muito...

AG: Acho que é a cianobactéria.

Professora: Vocês gostaram da cianobactéria né... [risos] Deve ter, mas ela se alimenta de tudo isso. Se tem moradia...

FB: Os humanos?

Professora: Os humanos produzem...

FB: Xixi e cocô [risos]

Professora: Isso, FB. O esgoto. Não é só xixi e cocô, mas tem também. Anota, se tem esgoto sem tratamento, porque ele volta para a represa.

FB: Então dá para saber, se a parte que está suja fica perto das casas é por isso.

GU: Oh prô, no mapa dá para ver que a parte verde fica do lado da prainha e que

tem um monte de casas. Mas... Eu também moro daquele lado, e não tá verde...
 LY: Cê deve tá acostumado. Prô, minha casa fica longe da prainha, lembra (puxando pela memória quando mostrou no Google Maps que morava em outro bairro mais distante), mas tem lixo, muito lixo e no barranco a gente vê um monte de cano que joga água suja e fedida... Esgoto então.
 Professora: É sem tratamento
 EY: Ema judiação
 FB: Traz sua água também pra gente colocar junto...
 EY: Tá doído...nunca mais ponho o pé lá.

A sequência demonstra uma manifestação clara de que os conhecimentos prévios dos alunos têm muito mais a contribuir com as estratégias de ensino mais ativas do que o simples valor ilustrativo que era lhe atribuído. Ficou evidente o item destacado por Moreira e Masini (2001):

a) o material a ser aprendido seja potencialmente significativo para o aprendiz, ou seja, relacionável a sua estrutura de conhecimento de forma não-arbitrária e não-literal (substantiva). (MOREIRA e MASINI, 2001, p. 23)

A contribuição dos alunos que apresentavam o olhar experiente acerca do local ou faziam perguntas fundamentadas, nessas vivências, fazia a discussão se desenrolar de modo fluente e colaborativo. Os demais alunos da turma participaram da discussão contribuindo com aspectos que se relacionavam com o seu dia a dia, apontando para a necessidade de observação que lhes faziam sentido ou que chamava atenção a partir da contribuição daqueles que conheciam o local. Quando é sugerido para a aluna EY levar uma amostra de água da sua comunidade para que pudessem testar, fica evidente o quanto o significado para um, fazendo sentido, pode promover o interesse de outros alunos, desde que a temática seja significativa e esteja em condições de se relacionar com os conhecimentos de todos.

Porém, o nível de significado é extremamente pessoal, apesar da aula envolver todos os alunos. Percebeu-se também que muitos outros alunos especularam com participações pontuais, mas que pouco se mantinham ou se desdobravam em contribuições efetivas. A esse respeito, Moreira (2012) destaca, ao discutir as condições para a Aprendizagem Significativa, que a primeira condição revela a necessidade de uma relação entre o material (recurso, aula, discurso) e o aluno, ou seja, que o “material seja relacionável à estrutura cognitiva” do aluno. Porém,

É importante enfatizar aqui que o material só pode ser potencialmente significativo, não significativo: não existe livro

significativo, nem aula significativa, nem problema significativo, ..., pois o significado está nas pessoas, não nos materiais. (MOREIRA, 2012, p.08)

Assim, retoma-se o segundo item apontado por Moreira e Masini (2001) acerca das condições adversas.

b) o aprendiz manifeste uma disposição de relacionar o novo material de maneira substantiva e não-arbitrária a sua estrutura cognitiva. (MOREIRA e MASINI, 2001, p. 23)

Fica evidente o quanto valoroso se torna os conhecimentos prévios e as condições cognitivas ideais para articular novos conhecimentos. Porém, tais condições estão muito mais no aluno do que no material. Nesse sentido, ousamos afirmar que o trabalho com os conhecimentos prévios dos alunos, de modo que mexa com sua predisposição em aprender novos conhecimentos/conteúdos, deva extrapolar o simples jogo de perguntas do tipo “quem conhece isso ou aquilo” para alcançar níveis de articulação com o contexto e cotidiano do aluno, de algum modo, nem que seja para provocar a curiosidade sobre o que não se sabe, mas que faz sentido conhecer.

Refletindo ainda acerca do potencial dos conhecimentos, porém no tocante à valorização efetiva e à sua funcionalidade para o aluno e o restante da turma, destaca-se a continuidade do episódio de formulação do roteiro, no trecho recortado a seguir. Este momento se tornou marcante para o desenvolvimento de outras etapas devido à participação de uma aluna durante a construção coletiva. Em tempo, é fundamental pontuar que a professora tinha a posse de um kit para ensiná-los a medir o índice de pH, mas estava guardando o mesmo para uma ocasião mais oportuna, como a análise da água coletada na escola. Ainda não havia mencionado sobre o kit para turma em nenhum momento, mas a participação da aluna alterou os planos.

Professora: Então vamos lá... A cor da água, sujeira na água... De repente tem sujeira lá por cima né...

AG: Professora, o pH...

Professora: Como?... É... Muito bem... [reação de surpresa e espanto]

RM.: O que é pH?

AG.: pH. É que tem um pH ácido e um pH alcalino. Os, aaa, os peixes de lagoa (inaudível) vive no de pH ácido... Os peixe de pH alcalino vive em água doce... Ehhh... Salgada.

RM: Eu não entendi nada, mas tudo bem

AG: O meu pai cria um monte de peixe e me ensinou tudo

Professora: Ah é? E como o seu pai mede o pH?

AG: Ele comprou um negocinho chamado pH tropical, cê pega a água bota um pinguinho, pega a água num potinho, bota três pinguinho deeee... Um líquido eee vê que cor que ele vai ficar e vêêê qual que é no guia se é 7.6, 7.8... O normal do nosso aquário é 7, mas às vezes dá 7.2 ou menos...

[A professora se dirige ao armário, pega o kit e o mostra para a turma]

Professora: Então, a AG vai ensinar vocês a fazer isso aqui ó

AG.: Ahhhhhhh, não acredito... Esse eu sei!

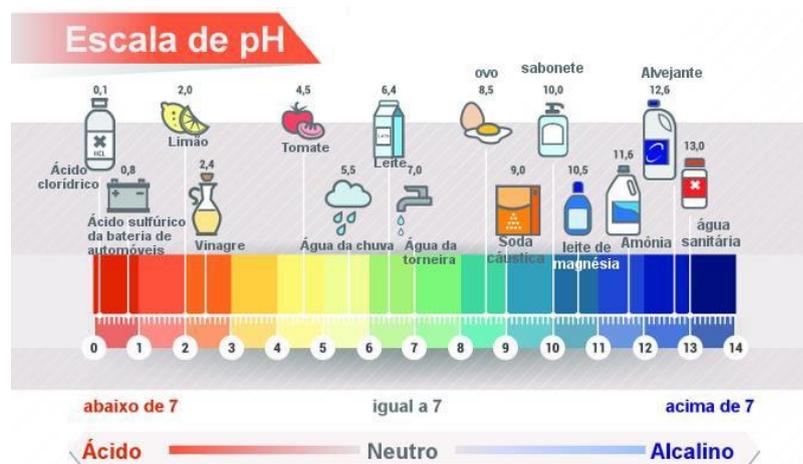
Como é apresentado na imagem (figura 20), a aluna foi convidada a mostrar aos colegas como utilizava o kit e usou a tampa do mesmo, juntamente com a projeção da tabela (figura 21), com os valores de pH e com as substâncias de exemplo, para levantar informações conceituais que tinha a partir de sua experiência cotidiana.

Figura 20: Explicação sobre pH e a forma de medição pela aluna.



Fonte: Do autor.

Figura 21: Escala de pH projetada



Fonte: <https://mundoeducacao.bol.uol.com.br/quimica/conceito-ph-poh.htm>

De posse do material, antes de demonstrar como se realizava a medição do índice, a aluna se colocou em uma posição bastante destoante do seu comportamento até aquele momento e que perpetuou até a finalização do projeto. Ela explicou, exemplificou e buscou sanar dúvidas dos colegas, mesmo quando não eram destinadas a ela, se sentindo na responsabilidade de contribuir com seus conhecimentos, como segue:

FB: Ô professora, e se... Minha água estiver neutra e e eu colocar dois peixes de, de tipo ácido e alcalino? Os dois conseguem viver?

AG: Sim, porque eles vão tá no... No hab... No habitat alcalino e também no ácido ao mesmo tempo... [inaudível]

RM: Tipo, que acontece... Se misturar os dois?

AG: Misturar os dois peixes no neutro?... Também eles podem brigar...

Vários alunos: Nãoooo... As duas água.

AG: As duas águas? A do pH ácido e alcalino? [baixa o tom da voz demonstrando hesitação] Eles vão virar o pH neutro... Acho, né?

Professora: Muito bem AG

RM: Ai, que dá hora... Vamo fazer isso?

Após esse momento de explicação e demonstração, os alunos puderam explorar o kit e sua aplicação (figura 22), cheirando, comparando, realizando o teste, trocando as amostras de água e criando especulações paralelas.

Figura 22: Exploração do kit de pH



Fonte: Do autor

No encerramento da aula, a professora iniciou o processo de retomada dos últimos acontecimentos para, em seguida, dar os próximos passos em relação à atividade finalizada.

Professora: Então, ó... Eu vou deixar aqui para eu fotografar, pra gente guardar a análise da água da escola...

AG: Quero tirar foto...

Professora: Porque nós vamos fazer a análise da represa lá na represa.

AG: Ihuuuu!!! Professora eu vou levar o meu que meu pai comprou

Professora: E ó, olha que legal, a gente pode fazer a análise da água que vamos deixar no sol... Será que vai mudar?

AN: Podemos fazer antes e depois...

Professora: Podemos fazer antes e depois e comparar, boa. Então até a semana que vem, quem vai sozinho pode ir lá para a frente...

[Em conversas paralelas próximo a câmera enquanto a professora se despede dos alunos na porta:]

PH: E se fizer o pH da água da privada, vai ser igual da pia do banheiro?

AG: Já bebeu xixi?

LS: Affff, nojenta

AG: Sério, num é igual água. Será ácido ou alcalino?

LS: Num é neutro...

A conversa dos alunos após a finalização da aula demonstra o quanto a atividade mexeu com a predisposição de alguns em investigar e aprender, principalmente ao partir da experiência e dos conhecimentos prévios de alguns que se destacaram durante a mesma. Em relação à aluna AG, foi perceptível o seu trânsito entre os conhecimentos que ela já havia consolidado internamente, seu relacionamento entre o conceito formal e a aplicação prática em sua rotina, bem como a sua aproximação com o conteúdo da aula, validando ou refutando possibilidades novas.

Categoria 2: os 4 Ps

Para essa categoria, optou-se por olhar para algumas aulas sob a perspectiva dos 4Ps da Aprendizagem Criativa, destacando alguns deles e usando, como instrumento norteador, a rubrica proposta por Rodeghiero, Sperotto e Ávila (2018). A este respeito, cabe ressaltar que, apesar de almejar que as atividades promovam os 4Ps de forma conjunta e que cheguem cada vez mais nos níveis avançados de cada um deles, entende-se que cada proposta pode atuar de forma diferenciada em cada aluno, evidenciando-se em uns mais que em outros. Entende-se também que um caminho frutuoso é destacar o nível máximo de alcance em cada P pelos alunos e evidenciá-los, de forma que eles percebam a qualidade daquele

momento/criação e que o professor os identifique como boas práticas a serem consideradas ou ainda como uma necessidade de intervenção quando o nível inicial é identificado.

Dessa forma, optou-se por apresentar trechos de aulas que potencialmente revelam, com resultados de atividades, interações ou produções dos alunos, os níveis mais avançados de cada P proposto por Resnick (2017). Sempre que possível, serão apresentados indícios de enquadramentos em níveis distintos dentro de uma mesma atividade, evidenciando que o nivelamento proposto pela rubrica corresponde ao desenvolvimento pessoal do indivíduo, apesar de haver as mesmas condições de propostas e estratégias.

P de Pares

Para se tornar compreensível, é necessário informar que a sequência a seguir parte de um conjunto de aulas anteriores, bem como apresentar os trechos que propiciaram a proposta da atividade de modo a contextualizar o cenário.

Para chegar nessa discussão, os alunos já haviam realizado: análise da água da represa no microscópio simples (Lupa Digital); análise da água da represa através das filmagens e manuseio do microscópio remoto (localizado na Unicamp); pesquisa na Internet sobre os tipos de microrganismos da água; levantamento de hipóteses e dúvidas sobre as informações lidas nas imagens dos microscópios e as levantadas na Internet; apresentação oral das conclusões dos grupos; exibição de vídeo sobre tratamento da água por empresas especializadas (Sabesp); análise da água da escola e da casa de uma das alunas que morava em uma cidade vizinha; análise de amostra de água da casa de uma professora, que lembrou do projeto do Clube ao perceber que a água, em sua casa, estava chegando amarela e com sedimentos.

Aula 09

Episódio: Solução de filtragem

Ao final dessa sequência, os alunos perceberam que era preciso realizar alguma intervenção, visto que a água da torneira apresentava alguns microrganismos e, por isso, tinham dúvidas se podiam consumi-la. Algumas falas isoladas já diziam que era preciso limpar a água, o que abria a possibilidade de pensar em criações.

Após jogar para os alunos a questão sobre a possibilidade de realizar alguma ação doméstica, ouviu-se pequenas discussões acerca da utilização de cloro, como nos tanques de tratamento e nas piscinas, da preocupação com a saúde, em como reproduzir o

mesmo sistema da Sabesp em casa ou sobre a possibilidade de apenas ferver a água. Sempre com contrapontos e questionamentos bastante pertinentes, os alunos começaram, a partir da discussão, a pensar na probabilidade de criar algo.

FB: Ô prô, ô prô... Eu vi, tem um copo que ele fica assim [mostra com o dedo] batendo a água sem parar, aí pensei... Tudo que pensei mesmo, não sei *coisar*. Será que dá para a gente trocar esse negócio que bate a água por algo que filtra a água? Que, vamos supor, ela mexe na água e puxa as sujeiras, suga... Um sugador da água, não sei...

Professora: Hum, olha o que o FB está falando [repete a sugestão com acréscimo do aluno] Parece algo portátil, será que pode dar certo?

[Opiniões variadas e ao mesmo tempo, até que uma chama atenção]

Professora: Gente, gente... Olha que legal, olha o que a AN está falando. Fala para todo mundo ouvir.

AN: É que uma vez eu vi que tinha um negócio para a água ficar limpa que era um funil e tinha areia embaixo, só que não lembro o resto...

Professora: [retoma a fala da aluna] Será que se a água passar pela areia ela fica limpa?

FB: Ô prô, tem duas, tem duas, como é o nome... Hipóteses.

Professora: Hã...

FB: Assim, se ela passar pela areia, os germes e os micróbios podem ficar lá, mas também tem a hipótese de que se ela passar por lá os micróbios da areia podem ir para ela.

Professora: É uma hipótese né... Olha lá, a VN tem dúvidas.

A sequência da conversa resultou em dúvidas e discussões sobre como realizar um experimento parecido com o citado, a partir do compartilhamento de experiência da aluna EY, que havia realizado algo semelhante em uma aula, “filtrando” água com sedimentos sólidos com sucesso, levando os alunos à conclusão de que precisariam filtrar a água. Junto com ela, uma pequena confusão pela aceitação das ideias, hipóteses e sugestões contrárias impossibilitou o planejamento coletivo de uma solução única naquele momento. Diante do impasse e do pouco tempo de aula, a professora reorganizou o que seria feito de modo colaborativo, com responsabilidades diferentes para cada grupo, visando uma única solução, mudando para ações independentes e aproveitando a atividade para evidenciar tais dificuldades de trabalho colaborativo, já apresentado em outras situações.

Professora: Nós vamos lá em cima ver as garrafas e quando descer vamos nos dividir em pequenos grupos. Menores do que eu havia pensado. Cada grupo vai pesquisar uma solução, vai registrar com um desenho, como cada grupo faria, inspirado na pesquisa, se já existe algo ou não, se vão criar algo novo. Nós vamos... Eu trouxe algumas sucatas para outro trabalho, vou pegar outras coisas, alguns papéis... Vocês vão com essas sucatas tentar fazer um protótipo. Vocês sabem o que é um protótipo?

[tumulto]

Professora: Isso ó... O GRY falou que é meio que um projeto...

CO: Só que não precisa ser idêntico...

Professora: Não precisa ser idêntico, muito bem. Fala FB

FB: Professora, meio que um protótipo é a base de um projeto
 Professora: Iiiiisso... Muito bem. Então vocês vão fazer a pesquisa, o desenho, tentar colocar esse desenho no protótipo. Não vamos terminar hoje e o que faltar vocês podem trazer de casa, combinar... E aí nós vamos ver qual é o protótipo... Vão apresentar para os demais grupos qual foi o tipo de filtragem que descobriram, qual é o protótipo que vocês fizeram e como seria esse filtro. Apresentado, nós vamos escolher a melhor ideia para ver se dá para fazer o nosso filtro coletivo aqui. Para testar se funciona né... Para testar de verdade tem que sair do protótipo.

O final da aula corrente e a aula seguinte foram destinados para a tarefa proposta. Os alunos se agruparam, tendo a liberdade de escolha, usando apenas o critério da quantidade como orientação, ou seja, agrupamentos com três integrantes. Apesar de perceber que os “projetos” estavam ficando muito parecidos, devido à estratégia e resultado das pesquisas realizadas, e que apresentavam poucas características autorais, expressando a liberdade criativa, o olhar estava voltado, naquele momento, ao relacionamento grupal durante a atividade e, principalmente, para o momento da apresentação.

Aula 10

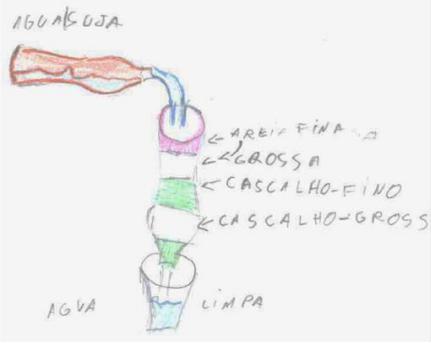
Episódio: Apresentação do projeto - solução de filtragem

Durante a apresentação coletiva, a professora orientou que, ao final, os alunos poderiam fazer perguntas para os grupos sobre ideias, funcionamento e viabilidade de criação real, mas que deveria haver respeito tanto para perguntar quanto para responder. Falou também da valorização do trabalho do outro e que precisávamos enxergar o que há de melhor e sugerir sempre que possível. Cada grupo se colocou à frente, expôs a pesquisa, apresentou o desenho e dedicou um tempo maior mostrando o protótipo.

Tomando como instrumento norteador a rubrica proposta por Rodeghiero, Sperotto e Ávila (2018), dois grupos se destacaram. Eles apresentaram indícios de estarem em níveis distintos, tendo como parâmetro trechos da apresentação do protótipo e do momento de perguntas dos colegas.

Quadro 16: Exemplos de nível 1 e 3 do P de Pares

Pares		
	Nível 1	Nível 3
	Os sujeitos trabalham o projeto individualmente ou dialogando com seus “pares” de forma hierárquica.	Os sujeitos trabalham juntos no projeto objetivando a criação de algo por meio de interesses em comum do grupo de sujeitos.

Integrantes	GB, PR e AG (na apresentação, PR faltou)	PH, CE e VN
Ordem	1º grupo a apresentar	4º grupo a apresentar
Registro		
Protótipo		
Trechos da apresentação	<p>[Após a apresentação] Professora: Muito bem, boa apresentação, mas vejo um probleminha aí. GB: Ih... A gente não pintou o desenho... Professora: Hummm, teria ficado melhor, pois nem enxergo. Mas ainda não é esse o problema que eu identifiquei. [após especulações da turma] Muito bem MC, porque tem dois... Vocês trabalharam em quê? [silêncio da dupla] Vocês trabalharam em... AG: Grupo Professora: Vocês trabalharam em grupo né, tudo bem que hoje faltou um, mas era em grupo... É por que tem dois... Dois protótipos? AG: Porque eu peguei um e o GB com PR já tinham começado fazer um... Daí eu peguei... Professora: Então, mas por que eles já tinham começado a fazer e você não ajudou? AG: Porque eu estava pesquisando e não queria fazer do jeito deles, queria colocar o reservatório do pH. Professora: É uma questão de divisão de tarefas, né? Se você estava pesquisando e eles executando, ou vocês entravam num</p>	<p>[Após a apresentação, muitos colegas pedem a palavra] Professora: Calma gente [risos], deixem eles acabarem de apresentar para perguntar. PH: Então prô, a gente tinha percebido agora como a gente ia tirar a água daqui. Tem no projeto né, e esquecemos aqui. Daí eu tava pensando em cortar aqui [aponta] e fazer que nem o deles... Fazer meio que uma torneira. Professora: Entendi... RM: Só porque eu ia perguntar isso... [um dos integrantes do grupo vira de costas para os alunos e de frente para os outros dois e começam a conversar mexendo no protótipo] Professora: Tudo bem aí, grupo? CE: É que no projeto tem um copo e não uma torneira. Então a gente tem que fazer um furo aqui embaixo e colocar um copo. Já tem até a marca do furo aqui. Professora: Para colocar o copo? Então agora é com vocês, o que vão fazer de melhor. VN: Prô, vai que sei lá, o</p>

	<p>acordo justamente para dividir as tarefas, ou entram num acordo para fazer as coisas cada uma no seu tempo, pesquisar juntos, decidir juntos, escolher o que desenhar juntos, fazer o protótipo juntos... Certo? Ok, vamos conhecer cada um desses protótipos. [momento de dúvidas e perguntas da turma]</p> <p>Professora: Olha só... Já pensou essas duas ideias juntas? Tirando isso, que eu quero que vocês pensem para a próxima atividade de grupo... Trabalho em grupo, produção coletiva. O trabalho ficou muito bom. Parabéns. [aplausos]</p>	<p>copo vai transbordando... Professora: Pode transbordar, né? [inicia outra discussão a respeito da ordem dos materiais de filtragem] Professora: Última pergunta. AN: Vocês, hãã... Eu tô com dúvida, os dois querem a torneira e ele quer o copo... E aí? CE: Oxi, isso interessa? A gente vai conversar... Professora: E entrar em um acordo? VN: Sim prô.</p>
--	---	--

Fonte: Do autor

Os dois grupos apresentados expressam as diferenças de níveis dos alunos dentro de uma mesma categoria, com propostas, estratégias e materiais ofertados em igualdade, porém respeitando o tempo e o amadurecimento de cada um.

No grupo 1, a aluna AG se destaca em muitos aspectos, principalmente na contribuição de exemplos práticos relativos à sua experiência pessoal, nas discussões que envolvem elaboração de hipóteses e abstrações para a mesma e na socialização a partir de estratégias orais, o que já seria uma contribuição ímpar para o grupo, considerando que são aptidões e habilidades distintas que podem se somar (RESNICK, 2017). Porém, ela apresenta demasiada dificuldade em trabalhar em grupo, quando a sua ideia não é aceita, além de pouca abertura dos demais integrantes.

Como apresentado, o grupo trabalhou junto até certo ponto, sendo que as duas produções do grupo 1 se apresentam interessantes, respeitam o mesmo tema e partem de um projeto desenhado de forma grupal, mas, ao encontrar uma resistência na execução do protótipo, foi preferível separar o grupo no lugar de promoverem a discussão para chegar num consenso.

O grupo 4 apresenta características do nível 3 em dois momentos distintos. O primeiro, logo após a apresentação do projeto, onde um dos integrantes compartilha que o grupo já havia identificado falhas no protótipo e que a solução poderia ser partir de uma inspiração compartilhada pelo grupo anterior e que chamou a atenção de muitos alunos, pois esse propôs uma intervenção autoral em um protótipo muito semelhante ao que pesquisaram na Internet. A esse respeito, Resnick (2017) destaca a ideia da Comunidade de Aprendizagem, onde Papert se encanta com as escolas de samba brasileiras pelo seu potencial de aprendizagem, de integração de habilidades e competências, pelo objetivo final único e

pela valorização do outro e de suas produções.

Outro aspecto de destaque na apresentação do grupo foi a postura colaborativa, mesmo diante de um conflito de ideias. Ainda com a aluna alheia ao grupo chamando a atenção para um problema eminente que eles tinham, a resposta apresentou com clareza como o grupo se relacionou durante o processo de elaboração do projeto e de criação do protótipo.

Ao final das apresentações, como combinado, os alunos iriam decidir qual dos projetos e protótipos serviriam de base para a construção de uma solução de filtragem real. A resposta do grupo, porém, surpreende, como segue:

Professora: Ok, vamos lá. Agora vamos decidir qual projeto iremos construir para a filtragem.

VN: Ih, isso não vai dar certo.

Professora: Pessoal, escuta... Olha o que a VN está falando. Por que não vai dar certo?

VN: Tipo, eu gostei da ideia da torneira e da AG que quer fazer o tanque de pH, mas o GB vai falar que a dele é melhor...

GB: Nada a ver

AN: Eu acho que o grupo 2 tem mais coisas para filtrar

Professora: Camadas?

AN: É, vai sair mais limpo.

Professora: Hummm... Temos um impasse aqui

PH: Não prô, a gente pode pegar as melhores ideias, não pode?

Professora: Um filtro Frankenstein [risos] Vocês que mandam. Então vamos organizar, preciso de alguém no telão, ou melhor, no computador, para anotar. Isso, vai lá MC, põe um novo slide na apresentação... O que não podemos esquecer?

A decisão de juntar as ideias que mais tinham gostado nas apresentações, como inspiração para uma única produção, correspondia ao planejado desde o início, mas que havia sido inviabilizado pela postura extremamente competitiva do grupo. Foi necessário retroceder no planejamento e utilizar estratégias que pudessem fomentar situações de valorização e respeito mútuo, para que a turma percebesse que o trabalho em parceria podia ser feito de várias formas, desde a divisão de tarefas distintas até a execução conjunta dos membros. Mas o que precisava ser evidenciado e ficar marcado era que todos tinham algo a contribuir, um conhecimento a compartilhar e uma habilidade em destaque.

Uma vez alcançado esse objetivo pontual, foi compartilhado com os alunos, de maneira implícita, a intenção deliberada do trabalho colaborativo através da proposta, assim como sondadas as impressões sobre a mesma.

Professora: Tem que ser bem rápido tá, primeiro eu quero escutar de vocês como que foi fazer tudo isso, e agora apresentar para os colegas e escutar opiniões e

perguntas. Que que vocês acharam desse processo?
 VN: Acho que é assim, eles propôs o que a gente nem tinha pensado, tipo na hora de tirar água, a gente não pensou nisso. [aluno CE fala junto]
 Professora: Então foi válido?
 CE: A gente se preocupou tanto em limpar a água que a gente se esqueceu de fazer como ia sair a água.
 [VN: tirar, isso]
 GU: Professora, eu acho que foi bom também, por causa que a gente errou algumas coisas e eles falaram algumas ideias boas pra gente fazer. Então a gente aprendeu errando como cê tinha falado.
 Professora: Muito bem
 AN: Professora. Só que acho que mesmo que a gente tem errado alguma coisa, a gente, a gente tem que, pegar e correr atrás para fazer e ten... Tentar dar certo.
 Professora: Então escutar a opinião dos colegas é bom ou é ruim?
 Vários alunos: “BOM” [tumulto]
 CO: Bom, se às vezes a gente pode ter não ter percebido uma coisa e ele fala.
 Professora: Fala GB
 GB: Eu acho que, eu acho que a gente... A AG, eu e a AG devia ter trabalhado junto porque esse aqui [levanta os dois protótipos discretamente] dava para limpar a água e melhorar o pH
 Professora: Então para um próximo trabalho [...]

As conclusões dos alunos, mais especificamente do aluno GB, avaliando a sua participação e da parceira AG durante o processo, foram o maior ganho desta etapa do projeto.

P de Paixão

Os níveis escaláveis proposto por Rodeghiero, Sperotto e Ávila (2018), em relação ao P da Paixão, especificamente, representa um trânsito frutuoso e interessante na rubrica. Juntando a intencionalidade docente, na diversificação do ensino, com a aprendizagem como objetivo central, entende-se que, considerando a representação de cada nível, é interessante e produtivo possibilitar condições variadas de experiências neles, extrapolando a evolução etapa a etapa. Ou seja, cada um dos quatro níveis no P da Paixão tem o seu valor, da mesma forma que alcançar o último nível não impede que o primeiro seja necessário em um dado momento posterior.

Dito isto, foi escolha deste estudo apresentar, em seguida, atividades, seja com a intencionalidade do ensino ou com a evidência da aprendizagem, em cada um dos quatro níveis.

Aula Extra

Episódio: Programando LEDs no Arduino

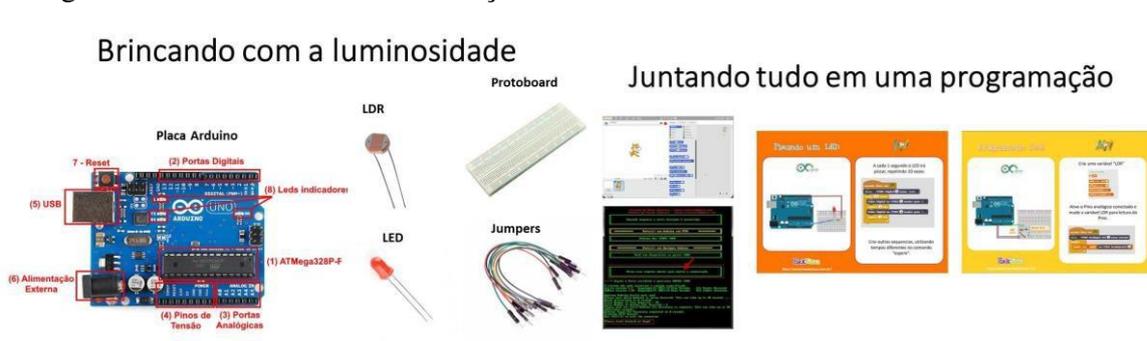
- **Nível 1:** Paixões impulsionadas pelo desejo e curiosidade na elaboração da atividade - aprender com nova tecnologia ou construir novo projeto.

Considerando oportunidades em “piso baixo”.

Uma vez que os alunos decidiram pela criação de algo que pudesse analisar a água em vários aspectos, a partir da apresentação da aluna AG, que levou para a escola diversos sensores que o pai utiliza no tratamento do aquário e demonstrou o funcionamento para a turma, enxergou-se a oportunidade de retomar a ideia inicial da utilização da robótica alternativa com as placas de prototipagem e sensores como recursos de criação.

Dessa forma, foi utilizada uma das “aulas esporádicas” (quadro 07) para apresentar a placa de Arduino, de uma forma dirigida, porém com uma abertura para a exploração. Foi realizada uma aula onde a placa foi apresentada, juntamente com os demais itens que seriam utilizados (figura 23) e uma programação simples no *Scratch* 2.0 através da interface *HackEduca Conecta*³³ e das fichas criadas por Sobreira (2017). A explicação foi bastante genérica, em forma de curiosidade, e uma demonstração foi realizada no coletivo.

Figura 23: Telas da aula de introdução ao Arduino



Fonte: Do autor

Os alunos receberam um kit semelhante para reproduzirem as ligações em grupo. Apesar das fichas serem um recurso que eles já usavam com autonomia para acrescentar alguns comandos específicos em animações e jogos no *Scratch*, por ela não estar impressa e sim projetada, a maioria preferiu se basear na montagem exemplo em relação a parte física da programação. A programação base, que acendia e apagava o LED de acordo com a intensidade de luminosidade, também já estava posta e testada com o grupo.

³³ Suíte de aplicativos para a integração física de placas, sensores e atuadores ao *Scratch*. Saiba mais: https://www.hackeduca.com.br/hackeduca_conecta/

Figura 24: Explorando o Arduino



Fonte: Do autor

Durante a montagem, o aluno RM demonstrou um interesse maior que os demais, possibilitando a compreensão do que eram portas - digitais e analógicas -, trilha positiva e negativa, a relação da *protoboard* com placa e outros detalhes que haviam sido explicados na apresentação e na montagem coletiva e que, aos demais, surtia apenas como informações gerais. Isso fez com que ele permanecesse diante da montagem exemplo o tempo todo, ajudando os outros grupos, sem que ninguém houvesse pedido oficialmente.

AY: Isso é para colocar na mesma fileira né?

RM: Isso, mas tem que ser... É, mas tem que ver... Tem que ter três casinhas... Colocar...

AY: Em três casas... No meio de três casas. Mas tem que ser na mesma, na mesma fileira?

PH: Tem, não sei por que

RM: Tem que ser na mesma fileira assim em pé. Tá vendo? Isso é o mais importante, tem a perna maior do LED em cima do burquinho de uma perna do LD... R?

PH: Acho que é

EY: Vocês não vão sair? É a nossa vez.

[os alunos PH, RL e AY levantam para dar espaço para outro grupo, mas o AY volta]

AY: Olha... Tá certo RM?

IB: Não entendi esse GND

RM: Negativo, põe o fio azul igual da prô

RF: Não é fio é jam... Jam, como é?

RM: Ah, sei lá... Só sei que um lado dele vai no GND e o outro no burquinho que em cima tem a perna curta do LED, a prô disse que é a negativa. GND negativo,

perna do LED negativo...

RF: Negativo com negativo e positivo com positivo, igual o cartão de LED

Além da desenvoltura do aluno que permaneceu diante da montagem tirando dúvidas, outro destaque é em relação a outra aula esporádica, de Circuitos de Papel, que a aluna RF utilizou como link para compreender as polaridades. Como citado, essas aulas eram utilizadas pelos alunos como um “respiro” no meio do projeto, onde brincavam livremente e conheciam algo novo. Porém, a intencionalidade velada objetivava repertoriar os alunos de possibilidades que poderiam ou não ser úteis no decorrer do projeto.

Em relação à utilização de uma orientação passo a passo, conforme aponta a rubrica, a etapa citada foi de fundamental importância para que os alunos pudessem compreender o funcionamento dos novos recursos e aplicá-los com autonomia posteriormente. Mas, nem por isso a imersão e o envolvimento foram menores que a exploração livre. Considerar que existe a necessidade de um norte e/ou uma inspiração para disparar certas atividades foi o que Papert (RESNICK, 2017) considerou por “piso baixo”, acessível para que o aluno possa iniciar, seja pela facilidade da nova tecnologia apresentada, seja pelos recursos e estratégias que propiciam tais condições.

- **Nível 2:** Trabalho em projetos relacionados a interesses pessoais ou hobbies, considerando oportunidades de desenvolvimento em “piso baixo” e “teto alto”.

Dando sequência à mesma aula, após realizarem as ligações físicas e conseguirem executar a tarefa proposta, ou seja, piscar um LED com a programação - liga/desliga - e intensidade de luz (LDR), os alunos foram desafiados a inserir as novas informações em produções autorais no *Scratch*, de acordo com o interesse do grupo.

Foram produções simples, rápidas e aleatórias, porém que expressaram a compreensão da proposta e a relação com a luminosidade. Em muitas delas, a proposta era de um único integrante, aceita pelos demais. Os alunos mostraram suas produções entre os grupos e uns aos outros, porém, devido um problema de rede, as mesmas não foram salvas, ficando apenas os registros durante a atividade (figura 25).

Figura 25: Criação no *Scratch*, integrando o Arduino



Fonte: Do autor

A abertura promovida com a liberdade de criação a partir das novas aprendizagens expressa o descrito no nível 2 da rubrica, ou seja, parte-se do piso baixo, acessível e seguro aos alunos, mas possibilita um “teto alto” que não limita o processo criativo, encaixando-o em padrões e modelos fixos e predefinidos. Neste caso, o enquadramento no nível 2 se deu pela desconexão das produções com o projeto coletivo em andamento, prezando a criação voltada aos interesses pessoais ou do grupo - como planejado.

É importante salientar que a escolha pela apresentação destes dois momentos, representando os níveis 1 e 2 da rubrica na mesma aula, se deu pela importância de se articular o “piso baixo com teto alto”, ou melhor, pela clareza de compreender que não há problema algum em utilizar recursos e/ou estratégias que se voltem para orientações mais direcionadas. Afinal, a leitura e a compreensão de textos instrucionais (manuais, receitas, bulas) estão presentes no nosso dia a dia e devem ser trabalhadas com a mesma naturalidade com que são usadas. Só há problema quando tal gênero textual ou estratégia de atividade se torna uma constante ou único meio de ensino, tolhendo o processo criativo e impossibilitando o acesso a “tetos cada vez mais altos”.

Aula 11

Episódio: Montagem do Filtro Coletivo

- **Nível 3:** Construir algo relacionado a experiência pessoal e/ou interpessoal com indivíduos ou grupos com os quais mantêm laços, se apropriando do desenvolvimento em “piso baixo” e “teto alto”.

A construção do filtro coletivo, após a definição de como ele seria, e a compra ou junção de materiais pela escola podem expressar o nível 3 da rubrica proposta por Rodeghiero, Sperotto e Ávila (2018). Foi um dos poucos momentos em que a turma toda

trabalhou em uma única produção, de forma integral, colaborativa e harmoniosa.

Pode-se dizer que o “piso baixo” está garantido a partir de todo o trabalho de pesquisa, desenho, discussões e definições desenvolvidas nas aulas anteriores, até chegar ao modelo definido e aceito pelo grupo como todo.

Figura 26: Construindo o filtro coletivo



Fonte: Do autor

Apesar de não haver liberdade criativa na elaboração final do produto como todo, pois a intenção era dar forma ao que haviam definido, pode-se aceitar como teto alto o fato de o mesmo ser resultado da criatividade de cada aluno envolvido. A definição coletiva, na aula 14, acolheu cada ideia significativa e validada pelos grupos, expressadas nas apresentações dos projetos e protótipos das equipes. Ainda assim, durante a montagem, os alunos decidiram que, já que o recipiente utilizado (composteira) tinha três repartições com espaços sobrando, deveriam fazer uma intervenção nas camadas, adicionando mais algodão para garantir uma melhor filtragem.

Outro aspecto de relevância diz respeito à expectativa dos alunos. O extrapolar, nessa atividade, não fazia referência à ornamentação do filtro, um modelo diferente ou se seria bonito ou mágico, mas sim à sua função real. Iria realmente filtrar? Faria diferença ao pH? Daria conta de eliminar os microrganismos?

As atividades desencadeadas após a construção do filtro expressam o

extrapolamento da atividade em si. A expectativa era tão grande, porém tão baseada em investigação, comprovação e validação, que a ânsia por ver a criação funcionando foi controlada pela necessidade de gerar dados comparáveis. Afinal, para o grupo, a filtragem não era o simples processo de mudar a aparência da amostra após passar pelas camadas.

Na aula 13, quando o projeto do filtro coletivo estava sendo desenhado, os alunos chegaram a seguinte alternativa:

Professora: Ok, esses são os itens de filtragem? [sim] Vocês viram com a pesquisa que a água passando por esse filtro, ela é purificada? Será que a gente consegue eliminar todos aqueles microrganismos que observamos?

[várias colocações simultâneas] Será? Todas eu não sei. Todas acho que não. Acho que temos que ferver...

VN: Mas não é normal ter microrganismo?... Não é?

Professora: Pessoal, olha o que a VN está falando. Ela acha que todos não, pois é normal ter microrganismo na água.

VN: Tipo, alguns faz bem

PH: A gente devia filtrar... Hãã... Fazer o filtro, filtrar e depois olhar no microscópio.

Professora: Olha, é uma ótima ideia PH

GB: Olha antes e depois

AG: E vê o pH.

Dessa forma, assim que o filtro foi construído e a euforia do processo havia baixado, a turma lembrou-se da ideia e pediu para realizar testes antes da filtragem. Para a faixa etária, o aguardo para verificar o funcionamento da “obra” é um diferencial.

Figura 27: Analisando a água antes da filtragem



Fonte: Do autor

Em seguida, as duas amostras de água foram colocadas no filtro. Apesar da ansiedade, o processo era demorado e culminou com o fim da aula. A atividade teve que ser encerrada devido ao horário.

Figura 28: Filtragem da amostra de água



Fonte: Do autor

Ao retornarem no período da aula regular, alguns alunos foram até o laboratório para verificar se o processo de filtragem já havia iniciado. Era aula de outro professor no espaço, sem a presença da PAPP que atendia outro projeto em sala de aula. O grupo mobilizou o restante dos alunos do projeto, pedindo licença para cada professor de turma, e, ao retornar ao laboratório, 13 dos 17 alunos presentes na construção do filtro estavam à porta, bastante agitados, pois notaram que a água estava escorrendo para fora do filtro.

Seria a torneira mal encaixada? Será que ficou aberta? O recipiente estava quebrado? Foi preciso abrir espaço na aula que estava em andamento do outro professor, pois o grupo estava agitado demais e muito preocupado em perder a amostra de água que havia selecionado e analisado previamente. Momentos depois, dois alunos perceberam que o recipiente possuía diversos buracos nas duas partes superiores (próprio de uma composteira). Algumas hipóteses de intervenção, uma pequena discussão e uma alternativa para testar: tapar os furos com fita adesiva. Resultado positivo.

Figura 29: Filtro com intervenção



Fonte: Do autor

Além da menção de formas de extrapolação da atividade a partir de outras propostas agregadoras, a sequência final citada acima apresenta indícios de outras características muito próprias da Aprendizagem Criativa, da Espiral da Aprendizagem, que será discutida posteriormente, e da necessidade de ampliação dos 4Ps, incluindo o P do Propósito, que está em processo. É notável que, quando o propósito de criação está alicerçado em situações reais e significativas aos alunos, esses extrapolam as divisões espaço/tempo e aula/disciplina e se apropriam do projeto de forma integral.

- **Nível 4:** Criar um projeto integrando a experiência pessoal e interesse do grupo, com possibilidade de expandir o processo de criação para as oportunidades de “paredes largas”.

Quando Mitchel Resnick (2017) propôs, juntamente com seu grupo de pesquisa, ampliar as ideias de Seymour Papert sobre “piso baixo e teto alto”, acrescentando as “paredes largas”, ele visava a intenção de possibilitar caminhos distintos, como pontua:

Oferecer um único caminho do piso baixo ao teto alto não basta; é importante fornecer vários caminhos. Por quê? Queremos que todas as crianças trabalhem em projetos baseados em suas próprias paixões e interesses pessoais, e como crianças diferentes têm paixões diferentes, precisamos de tecnologias compatíveis com vários tipos de projetos. Assim, todas as crianças podem trabalhar em projetos que sejam pessoalmente relevantes para elas. (RESNICK, 2017, p. 03³⁴)

Considerando o compartilhado por Resnick e o que se espera enquanto propostas enquadradas no nível 4 da rubrica, entende-se que o próprio projeto “Nossa água” possa ser considerado no nível mais alto do P da Paixão. A tomada de controle por parte dos alunos, adicionando etapas, recursos, questões de investigação e necessidade de criação em muitos momentos, expressa o que o Resnick (2020) aponta sobre a variedade de caminhos e a atribuição de valor pessoal ao projeto desenvolvido.

³⁴ Excerto do capítulo 3, traduzido e disponibilizado por: <https://learn.media.mit.edu/lcl/resources/readings/chapter3-excerpt.pt.pdf>

É nítido, em muitos momentos, que os alunos possuem interesses que, ora se alinham com o que todo o grupo espera, ora trazem interesses ou vivências particulares, mas que contribuem significativamente para a qualificação das atividades do projeto.

P de Projeto

O P de projeto diz respeito à imersão, por parte do aluno, ao projeto em questão, seja ele um castelinho de cartas ou areia ou um projeto maior, que envolve etapas e integrantes diversos. Nesse sentido, continuamos a considerar o projeto “Nossa água” como a representação mais fidedigna de envolvimento e imersão por parte do grupo.

Assim, é possível vislumbrar o mesmo, do início ao fim (a contragosto dos alunos), já enquadrado no nível 4 proposto pela rubrica:

Nível 4: O projeto é desenvolvido, testado, discutido, experimentado e admirado pelos autores e/ou outras pessoas.

Todos os dados já apresentados e os que ainda serão validam, em conjunto, as características esperadas para o mais alto nível desta categoria. Porém, entendendo que, mesmo havendo um envolvimento coletivo por parte do grupo durante os 14 meses do projeto, é sabido que as etapas finais, de criação das estações de análises em grupo, promoveram um envolvimento diferenciado em cada grupo com a sua responsabilidade. É sabido ainda que houve alunos que sobressaíram durante o processo, criando ramificações ao projeto central e atribuindo um valor pessoal, porém alinhado à temática do mesmo.

Considera-se que esses alunos criaram seus próprios projetos dentro do projeto maior e trabalharam paralelamente para responder aos seus problemas investigativos próprios. Dessa forma, foi escolhida desse estudo apresentar os indícios de atribuição de projeto pessoal, enquadrado no nível 4 da rubrica, de um aluno em específico.

Aluna AG

A aluna AG iniciou o projeto demonstrando certo interesse na temática, como os demais alunos, porém, a partir da aula 5, onde compartilhou com o grupo seus conhecimentos acerca do pH, sua participação tomou uma forma completamente diferente. O primeiro

aspecto notado foi sua disciplina e comprometimento em relação às atividades. Até então, a aluna apresentava um comportamento típico de uma criança de nove anos, acentuado pelas brincadeiras constantes e por sua afinidade maior com o grupo de meninos, que colaborava para, muitas vezes, se dispersar das propostas da turma.

Após a sua participação frente à manipulação do kit de análise de pH e explicação, foi percebida uma maior concentração e participação nas atividades orais e investigativas. Além desses observáveis implícitos, algumas investidas autônomas demonstraram o quanto a aluna se apropriou do seu próprio projeto e problema a ser investigado dentro do projeto maior. Outra grande contribuição foi o período de férias que a aluna passou com o pai e a madrasta. Segundo eles, ela despertou o interesse pela ajuda no trato dos aquários de uma forma diferente, fazendo perguntas e comentando momentos das aulas. Dois episódios em especial, destacam o descrito.

Aula 17

Episódio: Compartilhamento - Amônia Tóxica

O retorno do projeto em 2017 contou com a entrada de novos alunos, como já citado. As duas primeiras aulas foram de ambientação, levantamento de expectativas, interesses do grupo e atividades esporádicas como forma de conhecimento. Na terceira aula, os alunos antigos foram divididos em grupos para compartilhar com os novos o que era o projeto “Nossa Água” e o que já tinham feito. No momento da socialização coletiva, a aluna AG destaca uma preocupação.

RM: Ô prô, a AG também ensinou uma coisa nova, a Amônia Tóxica.

Professora: O que é isso AG? Fala alto

RM: É as fezes do peixe

Professora: Deixa ela falar RM

AG: Amônia tóxica, é tipo... Sujeira que cai na... Tipo, se derrubar guaraná, essas coisa na água e também as fezes do peixe. Ele desce lá no fundo, vira um coisinho branco que dá para ver, depois ele sobe para a superfície de novo, o coisinho branco, se dissolve lá e vira como um oxigênio. Aí quando o peixe vem e suga esse oxigênio, ele morre, por que é um oxigênio tóxico.

Professora: É um oxigênio tóxico... É uma substância na verdade.

[muitos alunos chamando]

Professora: Você fez um desenho? [pega o primeiro rascunho da aluna] Onde você viu isso AG?

AG: O meu pai me falou

Professora: Então o pai da AG explicou para ela que os peixes se alimentam das sujeiras...

AG: Nãooo

Professora: Não?

AG: O peixe... Tipo, se derrubar a sujeira na água e os peixes fazem as fezes, aí vão lá para o fundo...

Professora: Junta as fezes com a sujeira, é isso?

AG: É... Não... É... Fezes, sujeiras, tudo que cai na água desce lá pro fundo, lá no fundo ela vira um negocinho branco, chamado amônia, aí depois de um tempo, depois que esse processo já acabou, ela sobe até a superfície, ela vai se dissolvendo e vai virando um oxigênio, se o peixe vem e respira esse tipo de oxigênio, ele morre, porque é como se fosse um oxigênio tóxico.

Professora: Hummm... Entendi... Entenderam? [alunos: sim] Ficou dúvida? [alunos: não] Sério? Eu fiquei cheia de dúvidas que eu quero perguntar para a AG, mas prefiro deixar para pesquisar depois [alunos insistem em saber das dúvidas]. É oxigênio mesmo que chama? Mas o oxigênio que a gente e peixe respira não mata.

[alunos ajudando a AG: É tipo um... Como se fosse uma coisa química]

AG: É um oxigênio só para peixe, entendeu? Até na água que a gente bebe tem amônia... Que é sujeira.

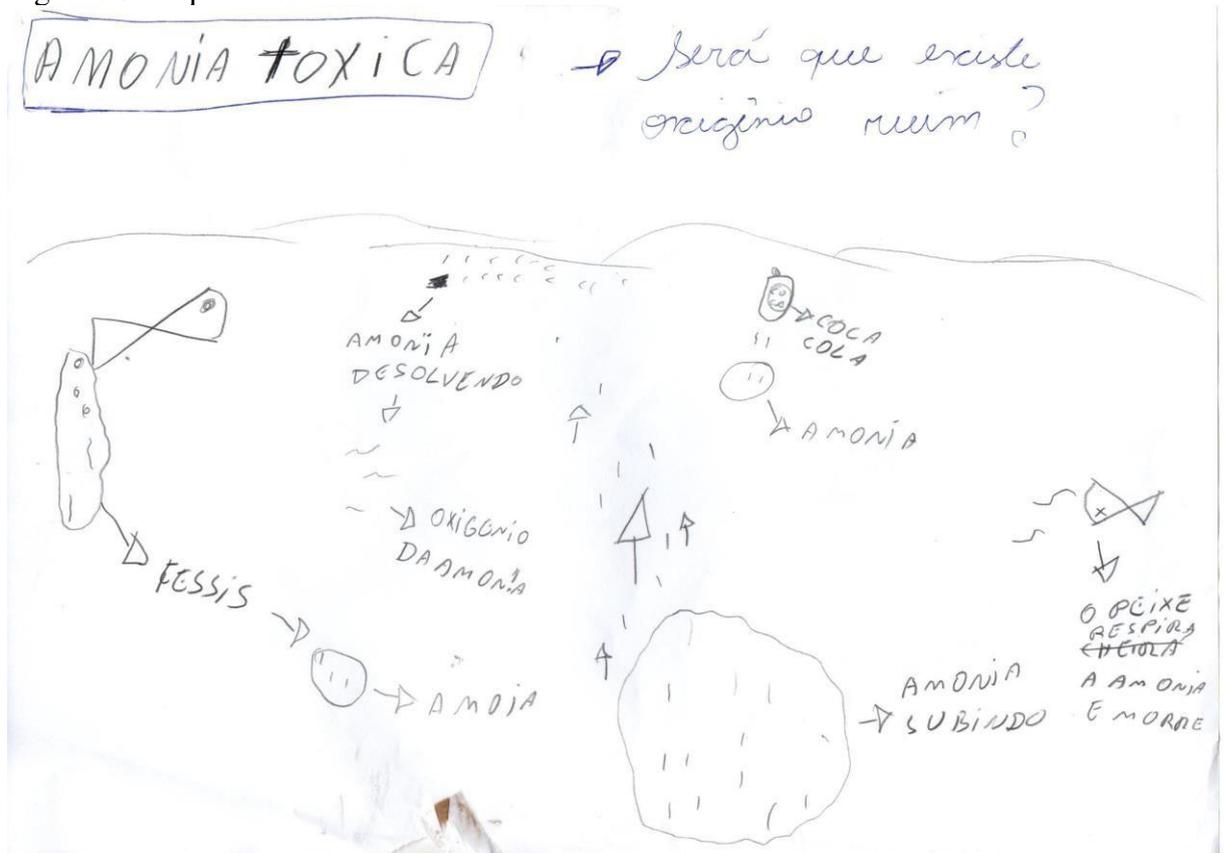
Professora: Hã... É oxigênio?

AG: Que só mata os peixes

Professora: ... Sem chance, continuo na dúvida.

Na aula seguinte, a aluna levou o desenho que ela havia rascunhado, com mais informações no esquema, e prega na parede, junto com os outros registros coletivos da turma que ficavam afixado para consulta. A dúvida sobre a existência de um “oxigênio ruim” é anotada no mesmo esquema pela professora, o que a deixa em dúvida também.

Figura 30: Esquema sobre Amônia Tóxica



Fonte: Do autor

Por diversas vezes, entre uma atividade e outra, a aluna foi flagrada realizando

algumas pesquisas na Internet ou discutindo com seus colegas mais próximos. Semanas depois, ela pediu autorização para levar para a aula alguns sensores e substâncias que o pai usava para o trato dos aquários, com a autorização dele.

Aula 21

Episódio: Sensores e substância para água

Com a autorização para a aluna levar os materiais para a aula, foi reservado um momento para que a mesma pudesse mostrar aos colegas a função e o funcionamento de cada, sendo:

- Caneta TDS: mede a quantidade de sódio e a condutividade elétrica;
- Caneta medidora de pH: mede o índice de pH na água;
- Labcon Test Alcon Amônia Tóxica: mede o índice de amônia;
- Refratômetro Salinidade: mede a concentração de sais na água.

Figuras 31: Demonstração de sensores e substâncias



Fonte: Do autor

Em meio à demonstração, a aluna acrescentou:

AG: Eu descobri uma coisa, que a amônia gera de peixe morto, peixe que se decompõem na água, cocô, xixi, essas coisa... Muita amônia, menos oxigênio e aí o peixe respira a amônia e morre.

Professora: Então não tem oxigênio ruim?

AG: Não, mas se tem muito peixe, tem muita amônia, aí precisa de bactérias para ajudar.

[espanto da turma]

E assim a aluna encerra um projeto pessoal, dentro do projeto “Nossa Água”, e inicia outro, na criação de hipótese relacionada ao experimento das garrafas no sol e que será discutido posteriormente.

O trabalho por Projetos, o primeiro P da Aprendizagem Criativa, e que aqui está em ordem inversa, aparenta ser o cerne de tais princípios. De fato, há muito a educação orienta o trabalho por projetos, mas tal proposta está além de tais orientações, extrapola os esquemas estruturais que um projeto “precisa” ter (objetivos, justificativa, metodologia, avaliação etc.) e foca no que se destaca disso tudo, o projeto como propósito para aprendizagem. Resnick (2017) afirma o quanto as pessoas aprendem e se desenvolvem quando trabalham em projetos pessoalmente significativos a elas e que resultam em novas habilidades, estratégias e ideias.

Nesse sentido, entende-se que o esperado vai além do projeto como ferramenta de ensino, como estratégia docente. Este tem o seu valor organizacional, de intencionalidade pedagógica, e deve sim ser considerado e planejado com responsabilidade e comprometimento. Porém, é essencial que seja organizado de forma a possibilitar a apropriação por parte dos alunos, a ponto de se tornar seus projetos pessoais e/ou dar condições para que eles criem trilhas, individuais ou coletivas, dando diversos tons, caras e propósitos distintos, dentro de um mesmo projeto.

Outros aspectos relacionados ao P de Projeto se destacam dos dados coletados, entre eles, outros alunos que criaram suas próprias trilhas, os projetos rápidos criados nas aulas esporádicas e, como citado, a própria criação das estações.

P de Pensar brincando

Quando pensamos no P do Pensar Brincando, logo imaginamos que o mesmo diz respeito, unicamente, ao lado lúdico e prazeroso da aprendizagem, ou que deveria ser. De certo modo, essas características por si só já se tornam válidas em um processo de educação

centrado no aluno, onde o mesmo encontra uma identificação com o aprendizado. Mas, para esta análise, escolhemos olhar para os aspectos referentes à liberdade de errar e aprender com o mesmo, mas, acima de tudo, muito além do aprender com o erro, o quanto essa liberdade de encarar o erro como “normal” ao processo possibilita uma maior imersão na proposta. Nesse cenário, todas as ideias são válidas, todas as propostas são passíveis de tentativas e todas as incertezas são colocadas à prova, sem medo de julgamento ou um feedback com um simples “certo ou errado”.

Aula 23

Episódio: Elaboração de *Storyboard* de projeto

Na segunda aula do planejamento e elaboração do *storyboard* para a construção das estações de análise, a professora organizou um momento para passar de grupo em grupo e ouvir deles o que estavam planejando e realizando, a fim de mediar e contribuir. Os grupos já haviam tomado por rotina, a cada formação grupal para uma etapa mais longa, atribuir um nome ao grupo para facilitar a identificação dos materiais e registros que usavam. Para a elaboração do *storyboard*, os alunos receberam uma folha com uma tabela para organizarem as primeiras ideias, antes de iniciarem uma animação ou jogo no *Scratch*. Esse procedimento já era comum em outras aulas que trabalhavam com a linguagem de programação em grupo, mesmo no ensino regular, e se tornava um registro bastante vivo, onde anotavam, riscavam e comentavam durante todo o processo. A estratégia nunca teve a intenção de avaliação ou entrega para o professor, mas de organização, tornando-se funcional ao grupo, que usava quando fazia sentido.

As duas horas da aula estavam destinadas para revisão do planejamento, do desenho do protótipo, seleção de materiais que julgassem interessantes e customização da caixa em que cada grupo iria guardar todo o material de uma aula para a outra. Os grupos se organizavam como achavam melhor para executar toda a comanda, alguns se dividindo nas tarefas, outros realizando por etapas de modo coletivo.

No grupo “*Calipso*”, composto pelos alunos CH, EY, LD, RF, AN e IL, responsáveis pela estação de análise da temperatura, a atividade acontecia com alguns alunos no *Scratch*, iniciando a programação, alguns pesquisando na Internet e outros rabiscando no planejamento ao mesmo tempo que separavam os materiais. A conversa sobre as possibilidades de construção para explicar para a professora se deu da seguinte forma:

Professora: Deixa eu ver o que vocês já pensaram aqui. Já tem planejamento? Olha, já tem bastante coisa. Me contem

IL: Colocamos um personagem falando a temperatura, quando a água tiver quente

vai sair fumaça e quando estiver frio vai aparecer um bloco de gelo... É se estiver, como é? Fria, muito fria...

RF: Não é um bloco de gelo. Quando estiver... Boa, mas não é boa

Professora: Ideal

IL: É, ideal. Quando estiver fria ele vai dizer o ideal, vai, ele poderia dizer assim, 41° por exemplo, e o ideal é 10°, entendeu?

Professora: Ah tá. E o ideal para quê? É interessante essa informação.

IL: O ideal para...

RF: O consumo Grupo: É... Isso

LD: O consumo mesmo, porque se tiver muito quente a pessoa não vai poder beber a água

EY: Que pode dar dor de barriga

Professora: Ou para criar alguma coisa, peixe por exemplo, se a água estiver muito quente vira ensopado [risos] Água ideal para quê é muito importante.

LD: Olha aqui... “qual a temperatura ideal para o consumo da água?” [ele digita no Google]

Professora: Isso mesmo, busquem as informações, vamos precisar trabalhar com os valores.

AN: Nos sensores né?

IL: Mas a gente não está encontrando quando é gelada, quando é muito quente...

Professora: Continuem, vocês vão achar. Mas a ideia está ótima. E o restante? Já tem ideia de personagens?

IL: Sim, um sol e uma gota também

RF: não tem no *Scratch*

IL: A gente baixa

AN: Ou desenha

Professora: Isso, pode baixar, pode desenhar, o que acharem melhor

IS: E também a gente vai fazer o bloco de gelo e um café soltando fumaça

EY: Aí podia sair fumaça se a temperatura tiver mais alta que o ideal

IS: E cair neve se estiver muito fria...

AN: E pode aparecer a temperatura embaixo que o sensor vai mostrar

Professora: Caramba, que máximo. Lista essas ideias para não se perderem para a próxima aula. O que precisam providenciar... Desenhar ou baixar. Vai ter cenário? Som?

LD: Pode ser o quê?

IS: Pode ser num rio

RF: Ou no céu

IS: Céu? O que tem a ver água com céu?

RF: Oxi, e a água, a chuva vem da onde?

IS: É, do céu, mas é esquisito esse cenário

CH: Olha aqui - a água para consumo humano deve ter uma temperatura ajustada (para de ler do site e faz um som de enrolação) Não fala qual

Professora: Não fala né?

AN: Pode medir com o termômetro a água do ambiente, como fala?

Professora: Temperatura ambiente?

RF: Ué, mas se tiver calor a temperatura ambiente é mais alta que quando tá frio. Qual a ideal pra beber?

Professora: Vocês têm cada observação. Não me olhem, também não sei. Se descobrirem me contem

EY: Prô, e o som? A gente pode trocar o café por água borbulhando...

IL: E colocar o som de borbulha (reproduz com a boca)

Grupo: Risos

AN: Se não tiver no *scratch*, a IL grava (risos)

O prazer e o envolvimento do grupo no planejamento da programação da sua estação eram visíveis e incontestáveis. Todos imersos na proposta, fazendo coisas distintas, mas que agregavam informações ao projeto. Resnick (2020) faz uma distinção entre brincadeira e ludicidade ao ser inspirado pelas ideias de Dewey onde, segundo o autor, a

ludicidade é uma manifestação externa da atitude mental. De certo modo, a proposta em que os alunos trabalhavam os envolviam ludicamente, pois os instigavam a criar, manipulando materiais, tecnologias e informações.

Ao observar um aluno de uma escola primária em Boston interagindo com kits da LEGO, Resnick (2020) concluiu que o processo de exploração a qual “Nicky” passava para concluir seu projeto lhe proporcionava situações próprias de um explorador, como *aproveitar o lado bom do inesperado; usar experiências pessoais; usar materiais familiares de formas não familiares.*

Ele destaca:

Esse tipo de exploração livre ou lúdica, conhecido em inglês como *tinkering*, não é algo novo. Desde que os humanos mais antigos começaram a criar e usar ferramentas, tem sido uma estratégia valiosa para fazer coisas, mas, no mundo de hoje, em constante mudança, esse processo se tornou ainda mais importante. Os *tinkerers*, ou “exploradores”, sabem como improvisar, adaptar e tentar novamente, para que nunca dependam de planos antigos quando surgirem situações novas. “Explorar”, nesse sentido, incentiva a criatividade. (RESNICK, 2020, p.125-126)

Da mesma forma, os alunos desse grupo em específico e dos demais estavam explorando as possibilidades de criação para atender a uma necessidade real, eleita por eles. Ainda no planejamento, os alunos já brincavam com tudo o que tinham a dispor, de materiais a ideias, sem o rigor ou a pressão de acertar, mas colocando o erro em um patamar especial que os proporcionava condições de testar, averiguar e observar até chegar ao ideal, que os atendessem naquela etapa.

O P de Pensar Brincando é mais do que garantir diversão ou brincadeira, mas promover condições para que os alunos se sintam exploradores, como sugeriu Resnick (2020), e tais condições foram bem evidenciadas nessa e em outras aulas. É possível possibilitar aulas em que os alunos possam *tinkerar*³⁵ e criar, integrando temas relevantes, criando pontes seguras e confiáveis com o currículo, sem cair nos extremos do “ou deixo a livre exploração ou assumo o controle com atividades formatadas e controladas”.

Categoria 3: Problematização

³⁵ Em uma tradução aproximada, o *tinkering* significa explorar a partir da manipulação inusitada de materiais e ideias

Apesar da problematização perfazer o processo das aulas investigativas, contribuindo para o desenvolvimento da qualificação argumentativa ao longo do mesmo, foi escolha desse estudo olhar para as características da problematização sob a lente dos alunos, visando enxergar alterações substanciais na formulação de questões propícias ao aprofundamento e demais relações. Tal escolha se justifica principalmente pelo objetivo inicial de prover condições aos alunos a partir do design da aula ideal, para conseguirem conduzir um projeto de interesse, iniciando pela escolha temática e pela problematização.

Delizoicov (2001) discute acerca do potencial problematizador na elaboração de perguntas e atribui um valor ímpar em relação à construção do conhecimento e ao aprofundamento científico, apresentando retornos significativos, tanto ao aluno quanto ao docente. Entendendo que problematizar é muito mais que formular perguntas, mas que perguntas bem elaboradas estruturalmente, manejando dados, conceitos e experiências, podem contribuir para a estruturação de boas problematizações (Machado e Sasseron, 2012), partimos para as situações em que o fomento à elaboração de perguntas pode apresentar indícios para tal afirmação.

Dessa forma, utilizando as mesmas sequências de aulas destinadas ao levantamento e análise de hipóteses acerca do experimento das garrafas de água, destacamos as perguntas elaboradas na condução da aula pelos alunos. Neste cenário, a formulação de hipóteses e a elaboração de perguntas ocorre de modo natural, em uma relação quase indissociável que se retroalimenta contribuindo para o avanço e a qualificação de ambas. Com o propósito de conseguir identificar modificações significativas na estrutura das perguntas elaboradas pelos alunos, utilizamos o instrumento criado por Machado e Sasseron (2012) com objetivo de analisar as perguntas docentes. Assim, considerando as adaptações necessárias, devido à diferença de público fim, o instrumento foi utilizado nos dois episódios distintos, já discriminado anteriormente.

Aula 3

Episódio: Elaboração de hipóteses sobre o experimento das garrafas - sobre o que ocorrerá

A partir da elaboração da hipótese inicial pela aluna AG, alguns alunos tentaram compreendê-la levantando algumas perguntas que logo se perderam, os fazendo aceitar a hipótese.

GU: Se o sol vai matar as bactérias, por que ele não mata direto nas represas? Bate sol em tudo...

AG: Porque o sol não esquenta tudo aquilo ali não, fessora. Tem que esquentar tudo, ficar quentinha.

GU: E na garrafa vai ficar fechada, criar vapor

FB: O prô, nesta hipótese da AG, ela falou que não pega o (inaudível) inteiro, mas por que na praia pega o mar inteiro? E o oceano é gigante

Professora: A água da praia esquenta?

FB: Não... Esquenta... E também na praia pega a praia inteira que é grandona, por que não pegaria na represa?

Professora: Gente, a água do mar esquenta ou não?

FB: Mais ou menos...

RM: E as águas de Caldas Novas? São quentes. É o que dizem, né.

Com base no instrumento de Machado e Sasseron (2012), é possível identificar as primeiras perguntas elaboradas pelos alunos GU e FB como perguntas de problematização, pois tinham como objetivo entender “como o sol iria matar as bactérias ao esquentar a água”. Os alunos citados ou outros não trouxeram dados ou evidências para a discussão, apenas queriam problematizar a hipótese elaborada, quase que contestando a mesma. Nenhuma outra pergunta desse episódio apresentou características diferentes destas, mesmo diante de uma pergunta com potencial para um aprofundamento interessante, como a formulada pelo aluno RM sobre as águas termais de Caldas Novas.

Tal como nas análises de perguntas dos professores, realizada pelos autores, as perguntas de problematização remetem a um estágio inicial das aulas investigativas, bastante baseada no levantamento de conhecimentos prévios e na construção de uma problematização real para o grupo.

Aula 17

Episódio: Retomada e elaboração de novas hipóteses sobre o experimento das garrafas - sobre o que ocorreu

A sequência de perguntas dessa aula, diferente da anterior, antecedeu o momento de formulação da hipótese construída pelos alunos. Como segue:

PH: Aaahhhh... Porque, porque... É assim, aqui nesta garrafa tem as sujeiras laranjas e aqui tem as sujeiras brancas. Por que isso? Eu tô com dúvida, eu tô com muita dúvida

Professora: Qual a diferença destas duas garrafas?

PH: Ó, se eu chacoalhar aqui (e chacoalha uma das garrafas)

ART: Não chacoalha a outra... (pois eles haviam equilibrado de ponta cabeça para ver os sedimentos esverdeados caírem)

PH: Ó, dá para ver que tem umas sujeiras laranjas aqui...

AG: ... E vermelhas

PH: ... E vermelhas, laranjas. E nesta outra garrafa, verde. Por quê?

Professora: Tá. É uma pergunta muito boa! Pra começar a responder... Pra começar a responder a sua pergunta... Porque eu não sei a resposta, hein. Pra gente afinar aí...

PH: Será que é da coloração da água? Porque...

ART: Lá tá mais laranja e a outra mais verde...

Professora: Olha o que o PH tá falando. Será que é da coloração da água?

Coletivo: “acho que não”, “será?”

RM: Ô professora, eu acho que pegaram em cantos diferentes, em cada canto tá mais sujo que o outro.

Professora: Será pessoal? Será que é por causa disso?

LR: Ou pode ser porque uma ficou aqui dentro e a outra ficou lá fora?

[Após uma discussão sobre se a questão era o local de coleta e a professora mostrar que todas as garrafas que estavam analisando eram referentes a mesma parada, os alunos continuam]

GU: Pode ser o sol prô...

AG: Pode ser dois tipos de bactérias né?

Apesar de não haver a mesma qualidade e estrutura na formulação das perguntas em relação aos exemplos dos professores analisados por Machado e Sasseron (2012), é possível identificar três das quatro categorias do instrumento proposto pelos autores.

Além da permanência da pergunta de problematização realizada pelo aluno PH no início do episódio, identificamos também perguntas sobre dados e exploratórias sobre o processo. O mesmo aluno, ao questionar se as diferenças das amostras se devem às condições locais de cada uma, traz na sua formulação informações que classifica sua pergunta na categoria “sobre dados”. A experiência em ter vivenciado o processo de coleta das amostras *in loco* e as análises posteriores que realizaram em cada uma das “paradas”, apresentando certos resultados diferentes, contribuem para a formulação de uma pergunta carregada de informações implícitas e que foi rapidamente compreendida pelo grupo. O mesmo ocorre quando a aluna AG questiona se a alteração pode ser resultado de bactérias diferentes, reportando às aulas anteriores. Machado e Sasseron (2012, p.43) explicam que “essa categoria expõe a seleção de dados, eliminação de variáveis, acurácia em medidas ou melhor conhecimento dos fatores relevantes ao problema”, como o ocorrido, salvo as restrições próprias da idade.

Outra categoria evidenciada nesse episódio diz respeito à exploração sobre o processo. Nele, os autores comentam que tais perguntas têm por objetivo estimular e “relacionar ideias com dados e observações, criando hipóteses, refutando e debatendo” (MACHADO; SASSERON, 2012, p.43). Quando a aluna LR pergunta se a possibilidade de estarem em locais diferentes, com condições diferentes, poderia ter alguma influência, ela articula o que já foi debatido pelo grupo, como a problematização do interesse de todos, os dados levantados em questões de outros colegas e a experiência vivenciada com a observação do experimento, e dá condições para que o grupo desenvolva melhor a construção coletiva,

levando à elaboração da hipótese das bactérias diferentes.

Como dito, em relação à qualificação estrutural das relações argumentativas, o processo de formulação de perguntas gera condições para a problematização em aulas investigativas, ao passo que tais aulas contribuem significativamente para a qualidade e aprimoramento das perguntas criadas pelos alunos, dando condições para atuarem cada vez mais à frente do processo de construção do conhecimento.

Categoria 4: Espiral da Aprendizagem Criativa

Perceber e registrar os momentos em que podemos destacar a Espiral da Aprendizagem Criativa é relativamente fácil quando a proposta coloca os alunos em uma posição de autores e exploradores. Na mesma aula em que o recorte anterior foi em relação ao P de Pensar Brincando, o grupo ao lado apresentou *flashes* que podemos atribuir aos níveis da espiral.

Aula 23

Episódio: Elaboração de *Storyboard* de projeto

O grupo “*Fogo Sábio*”, composto pelos alunos PH, RM, ART, CE e PD, estava trabalhando na programação em *Scratch* e na separação dos materiais para a montagem da estação. Os alunos PH e RM estavam à frente das duas propostas, liderando os demais que auxiliavam. Em dado momento, resolveram trocar informações sobre o que estavam fazendo.

PH: Olha. Peraí. Quando alguém tocar... Em... Hãããã (para de falar e continua programando). Isso. Olha.

RM: E vai ficar mais ou menos assim, ó? Ei (cutuca o colega PH) vai ficar assim (mostra as embalagens selecionadas, dispostas na ordem que desenharam a estação) Após acenar positivamente com a cabeça, PH olha de novo e fala

PH: Não, não... Não é assim não. A professora falou que tem que passar a luz do infravermelho, igual o teste do celular... (ele pausa e pensa) Vai passar aqui no meio e chegar no outro negócio

ART: LDM

PD: Não é isso. (grita para a professora do outro lado da sala) Ô prô, o sensor que vai receber a luz é LDM?

Professora: Tem na ficha na mão do RM

RM: Há, é LDR, na minha cara. Ele vai ler a luz igual no teste

PD: Então, isso daqui e isso daqui (mostra as embalagens de cores escuras) tá fora

RM: Tudo fora. É porque a luz não vai passar? É escuro?

PD: Isso mesmo, tudo fora

[A aluna EY, do grupo ao lado, se aproxima com dois copos transparentes de acrílico que achou na caixa de sucatas e estava levando para o seu grupo]

EY: Tem que ser assim, quer?

RM: Perfeito, nossa não vi lá.
 PD: Não são muito grande? Não vai caber na bandeja.
 RM: É... Mas tem que ser assim. Vamos mudar, acho que tenho uma ideia
 PH: Ô ART, se esse não funcionar quando clicar na bandeira, tem outro jeito né...
 A gente podia desenhar um copo igual e colocar aqui... Você desenha e eu mudo aqui
 ART: Tá certo

Em poucos minutos, o grupo passou pelas etapas de criar a partir de um planejamento que imaginaram e construíram, de forma prazerosa, promovendo o brincar, e compartilharam os sucessos e as dúvidas entre os parceiros, percebendo a necessidade de realizar alterações e logo iniciando o processo novamente. Porém, o mesmo só foi possível devido ao alto grau de liberdade e autonomia que a proposta promovia.

Este exemplo nos mostra que considerar a Espiral da Aprendizagem Criativa no planejamento das aulas não significa que há a necessidade de se reservar uma etapa para imaginar, outra para criar e assim sucessivamente, mas propiciar condições para que a mesma aconteça o tempo todo, na ordem que for funcional àquele processo. Há momentos em que o compartilhar vem logo depois do imaginar, quando as ideias são o melhor produto elaborado e que precisa ser validado ou modificado entre os pares para ganhar forma. Há momento em que o criar já traz consigo o brincar e este impulsiona o refletir e tudo começa de novo.

Quando Resnick (2020) afirma que a Espiral da Aprendizagem Criativa é o motor do pensamento criativo, ele joga luz ao processo de aprendizagem e da vida à exploração e ao protagonismo do aluno. Toda criatividade dos alunos dá forma ao que estão construindo, ao passo que tal processo contribui para aprimorar o pensamento criativo, tirando as amarras que atividades mais instrucionais colocam.

Infelizmente, após o jardim de infância, a maioria das escolas se distancia da Espiral da aprendizagem criativa. Os alunos passam uma grande parte do tempo sentados em suas cadeiras, preenchendo planilhas e ouvindo as lições, seja de um professor na sala de aula, seja de um vídeo no computador. Na maioria das vezes, as escolas enfatizam a transmissão de instruções e informações, em vez de auxiliar os estudantes no processo de aprendizagem criativa. (RESNICK, 2020, p.12-13)

Papert (2002) trouxe a expressão “diversão pesada³⁶” (tradução nossa) para explicar o quanto atividades desafiadoras e a princípio difíceis (mas não impossíveis) tem

³⁶ Hard Fun

esse poder de envolver, de manipular muitos conhecimentos, habilidades e recursos de forma divertida, fazendo a Espiral da Aprendizagem acontecer em um “loop” graciosamente desordenado e constante.

De modo geral, podemos dizer que o projeto “Nossa Água”, como um todo, passou por grandes etapas da Espiral da Aprendizagem Criativa, principalmente ao considerarmos que o mesmo tinha um planejamento finito, no espaço/tempo e um objetivo claro. Porém, conforme os alunos iam se envolvendo, se engajando e atribuindo motivações e significados pessoais ao mesmo, o projeto, como já dito, ganhou ramificações, problematizações e uma extensão de prazo, não muito diferente de como Resnick descreveu para relatar o processo de *Design* no Media Lab, onde os “alunos desenvolvem protótipos rapidamente, brincam com eles, os compartilham com outros alunos e refletem sobre o que aprenderam. Então, chega o momento de imaginar a próxima versão do protótipo, e eles voltam à espiral, repetidas vezes” (2020, p.13).

Se o prazo de finalização não tivesse sido, a contragosto dos alunos, definido pela professora, ele ultrapassaria, mais uma vez, o período estipulado, com as outras ideias que chegavam a cada nova aula.

Categoria 5: Interações argumentativas

Durante todo o período de desenvolvimento do projeto, os alunos foram instigados a conversar, opinar, apresentar dúvidas, hipóteses, validação ou refutação de algo. Tais momentos de interações discursivas têm um grande potencial para a qualificação argumentativa, que pode avançar de estruturas apoiadas em suposições pessoais ao manejo e utilização de dados e informações conceituais e científicas.

Como escolhido, a análise tem como foco olhar para os processos de argumentação (JIMÉNEZ-ALEIXANDRE; BROCOS, 2015), prezando para a qualificação e não para suas estruturas analíticas que requerem instrumentos de análises que se voltam para tais objetivos.

Entendendo a qualificação e sustentação argumentativa como um processo que se forma na persistência e na rotina de atividades de fomento investigativo, escolhemos a característica da hipótese elaborada, um dos indicadores da alfabetização científica, para identificar possíveis modificações significativas. A formulação de hipóteses, baseadas em conhecimentos prévios e antecipação de acontecimentos, era um constante desde a primeira

aula do projeto “Artrópode”. A atribuição do nome correto, nesses momentos argumentativos, também era uma preocupação. Assim, desde o início, os alunos eram convidados a elaborar hipóteses, anotá-las para validar ou refutar posteriormente, trabalhando com esses termos.

Para tal, foi utilizado o instrumento proposto por Nunes e Motokane (2015) para analisar as hipóteses elaboradas pelos alunos, buscando evidências de qualificação. Apesar de haver uma grande quantidade de dados que podem ilustrar os aspectos intencionados, foram selecionados dois episódios distintos, separados no espaço/tempo, mas que propunha a mesma comanda como mediadora da aula e que diz respeito ao experimento das garrafas.

O experimento proposto se constituiu em três fases distintas:

1. Análise da água coletada na represa e fixação das garrafas em ambiente aberto para ação do tempo;
2. Observação das garrafas ao longo de cinco meses, identificando alterações relacionadas aos aspectos visuais;
3. Retirada das garrafas do ambiente aberto e análises laboratoriais (pH e microscópica) de aspectos visuais e de odor.

Imediatamente antes das fases 1 e 3, a professora conduziu uma interação discursiva com o objetivo de levantar hipóteses sobre o que o grupo acreditava que iria acontecer com a água após a finalização do experimento. As perguntas norteadoras desse processo, em cada uma das fases, foram as seguintes:

- Fase 1 – **Planejando o experimento na pré-visita:** *Vamos colocar 1 garrafa com a água coletada no sol, outra no escuro e outra vamos deixar na sala normal. O que será que vai acontecer?*
- Fase 3: **Buscando explicações para o experimento no pós-visita:** *O que vocês acham que aconteceu com a água para ela ficar diferente em cada garrafa?*

De modo intencional, também foi escolhido trechos que tivessem a participação dos mesmos alunos, de forma ativa, fornecendo dados comparáveis ao processo e passíveis de serem analisados sob as contribuições do instrumento de Nunes e Motokane (2015). Tais escolhas se baseiam nas contribuições de Jiménez-Aleixandre e Brocos (2015) acerca das unidades de análises, que podem ter como objetivo a análise de várias participações ou, caso a

qualificação do argumento seja o objetivo, “se a pergunta de pesquisa aborda a qualidade dos argumentos individuais, será necessário analisar separadamente os argumentos de cada pessoa” (p.09).

Aula 3

Episódio: Elaboração de hipóteses sobre o experimento das garrafas - sobre o que ocorrerá

AG: É assim, tipo, vai limpar a água da garrafa lá de fora.

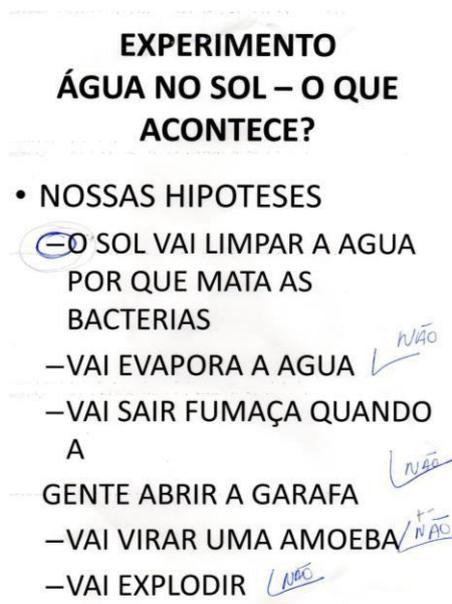
Professora: Como assim vai limpar? Só de ficar lá fora?

AG: Ééé.. Acho que o sol vai esquentar a água e vai matar as bactérias. Ou vai criar uma amoeba (risos)

Considerando as contribuições de Nunes e Motokane (2015) sobre a qualidade estrutural da hipótese elaborada, é possível identificar que as contribuições da aluna AG na primeira fase de levantamento sobre o experimento trouxeram aspectos relacionáveis com a primeira característica, denominada *Plausibilidade e clareza*. Apesar da brincadeira final, bastante comum a essa aluna nas primeiras aulas do projeto, a hipótese que ela compartilhou com a sala foi aceita pelos demais como plausível, além de ser considerada lógica, uma vez que a aluna justificou que, ao se ferver a água, se eliminava tudo o que fazia mal para a saúde.

As hipóteses construídas nessa aula foram bastantes vagas e se relacionavam com o cotidiano dos alunos. Elas giravam em torno de construções como *vai explodir, igual garrafa de refrigerante quando fica no sol ou vai evaporar, pois o sol seca a água*. Todas as hipóteses foram registradas e fixadas na parede para retomada posterior, conforme apresenta a figura 32.

Figura 32: Registro das Hipóteses construídas antes da fase 1



Fonte: Do autor

Conforme observado, o registro orientou e foi retomado com os alunos durante todo o período de observação do experimento, ao longo dos cinco meses. Com o passar do tempo, algumas hipóteses foram refutadas pelos alunos, antes mesmo da fase 3, pois não encontraram fundamento para a mesma, restando apenas as que dependiam de uma análise “laboratorial” ou manipulação da garrafa para a validação.

Esse movimento de retomada das hipóteses a partir de momentos de discussões colaborativas intencionava, implicitamente, garantir que os alunos compreendessem o processo investigativo e, principalmente, a importância de sustentar suas hipóteses. Nesse sentido, Sasseron e Carvalho (2008) destacam a importância de garantir que as fases do 3º grupo de indicadores da alfabetização científica, em relação a elaboração de hipóteses, e também o teste de hipótese, a justificativa, a previsão e a explicação das hipóteses elaboradas, sejam trabalhadas durante todo o processo. Para tanto, a necessidade de se prover condições para os alunos transitarem por essas fases, atribuindo sentido e significado a elas, era essencial.

Aula 17

Episódio: Retomada e elaboração de novas hipóteses sobre o experimento das garrafas - sobre o que ocorreu

Após o período descrito, os alunos foram novamente questionados sobre o que poderia ter acontecido com a água do experimento. Antes de abrir as garrafas, o registro das

hipóteses foi retomado com a turma, que estava considerando apenas os aspectos visuais que se apresentavam distintos nas garrafas de uma mesma parada, acomodada ao sol, enrolada em papel alumínio e colocada embaixo do armário, e de uma terceira, exposta à iluminação artificial do ambiente da sala de informática.

Com as três garrafas no centro da roda, os alunos foram novamente questionados sobre o que achavam que havia acontecido, como segue:

AG: Porque tipo, uma ficou toda exposta no sol e no ar e a outra ficou, tipo...

PH: Bem fechada!

AG: Fechada! Tipo, nenhuma luz, nada! Professora: Hum

AG: Aí eu acho, tipo, que elas criou bactérias diferentes, por causa disso, entendeu?

Professora: Hã?

RM: É por isso que uma tá... É por isso que uma tá laranja e outra tá verde.

ART: Uma bactéria noturna...

AG: E uma bactéria diurna!

Este recorte de discussão traz reflexões significativas para a análise. A partir do instrumento de Nunes e Motokane (2015), foi possível relacioná-las com as características *plausibilidade e clareza, apoio teórico, relevância e precisão*, revelando uma qualificação significativa na estrutura da hipótese elaborada.

Assim como anteriormente, a hipótese atual encontrou apoio dos demais colegas, relacionando com o tema e a questão posta para o grupo. Não era qualquer hipótese construída apenas para participar da aula, mas era pertinente e compreensível aos demais, tornando-se plausível.

Da mesma forma, a hipótese já não partia apenas das suposições baseadas em conhecimento popular, muitas vezes compartilhado sem carregar consigo a explicação, mas, visivelmente, buscava apoio em conhecimentos teórico-conceituais construídos no processo. Quando os autores destacam que tal característica diz respeito a “quando a hipótese está fundamentada em conhecimentos ou apoios teóricos relacionados à investigação do problema” (NUNES; MOTOKANE, 2015, p.04), eles trazem como exemplo de apoio a recorrência a livros, textos, vídeos significativos ao problema. No caso, além das demais pesquisas e atividades realizadas, a entrevista por videoconferência com o especialista da Unicamp, ocorrida na aula 13, foi de grande contribuição para este momento, quando a conversa abordou a existência de bactérias distintas com características e funções diferentes. Apesar de não haver menção ao experimento em nenhum momento da entrevista, tal informação foi aplicada em um contexto diferente e subsidiou a formulação da hipótese.

Em relação à característica da relevância e precisão, a explicação elaborada pelo

grupo para afirmar tal hipótese se aproximou muito da explicação correta, onde a proliferação de microrganismos suscetíveis à incidência de luz ou à sua falta alterou as características observáveis na água, como os sedimentos esverdeados na garrafa deixada ao sol, muito provavelmente resultado de fotossíntese de algas presentes no líquido.

Quando refletimos sobre “o que conta como argumento”, à luz das contribuições de Jiménez-Aleixandre e Brocos (2015), entendemos que o mesmo excede a simples formulação de resposta a um enunciado, de modo automático, em um exercício de localização prática ou mental, mas se encontra na estruturação discursiva que manipula dados, experiências, evidências e outros, como sugerem e elucidam os autores.

Assim, são argumentativas, por exemplo, as ações de formular conclusões, sustentá-las com evidências ou avaliar conclusões ou evidências doutros. [...] No nosso marco (e na tradição anglo-saxônica), um argumento deve incluir pelo menos dados (evidências) e/ou justificações, ademais da conclusão. Um simples enunciado não é considerado argumento. Concordamos com Berland e McNeill (2010) em não considerar argumentar o fato de simplesmente responder a uma pergunta ou realizar uma afirmação quando não há justificação ou raciocínio. (JIMÉNEZ-ALEIXANDRE; BROCOS, 2015, p.06)

Outra observação de suma importância neste episódio é a convergência de ideias para a formulação de uma única hipótese que atendesse ao desejado pelos alunos. A qualificação das estruturas argumentativas da aluna AG, entre o primeiro e o segundo episódio, é inquestionável, porém a abertura para uma elaboração colaborativa, sem combinação prévia, com alunos dispostos fisicamente em pontos diferentes e distantes na roda, pode ser uma evidência marcante de amadurecimento do grupo, da argumentação e, principalmente, de que tal alcance não estava restrito a poucos alunos. Valle (2014) destaca que tais situações possibilitam a “co-construção do conhecimento” (p.38) de uma forma natural e significativa a todos.

Categoria 6: Aprofundamento Conceitual

Desde o planejamento do projeto desenvolvido a partir do DIP, a intenção de se promover o aprofundamento conceitual se apresentava de forma implícita e natural, por interesse, motivação e necessidade dos alunos, frente aos desafios que o projeto apresentava ao grupo. Por esse motivo, as escolhas teóricas realizadas para conduzir as aulas e subsidiar

as análises tratam o aprofundamento conceitual de forma simples, buscando evidências no cotidiano das relações discursivas e nas produções autorais do processo para identificar tais transformações.

É importante apontar que tal estrutura segue um caminho diferente do comum ao cotidiano da sala de aula regular, onde os conteúdos estão listados previamente pelo currículo. No projeto “Nossa Água”, o que estava determinado era o trabalho com a represa Billings que demandasse algum estudo de campo e a utilização de placa de prototipação em algum momento, a possibilidade de exploração de laboratórios remotos e a utilização de recursos como kit de medição do índice de pH e microscópio. Ou seja, alguns recursos e estratégias estavam suspensos no planejamento, aguardando a melhor forma de entrar no desenvolvimento do mesmo. Todo o conteúdo trabalhado foi resultado da condução do projeto e da necessidade de aprofundamento pelos alunos.

Foram escolhidas algumas produções de uma sequência de aulas relacionada a descoberta dos microrganismos da água que visam retratar situações claras de aprofundamento conceitual, resultante de necessidades expressas pelos alunos.

Aula 6

Episódio: Análise microscópica de amostras de águas da represa em grupos

Ao utilizarem o microscópio digital (lupa digital) em uma proposta coletiva, para realizar a análise da água coletada na represa, os alunos perceberam a incidência de alguns microrganismos.

Professora: Vou colocar a água e vocês dizem o que estão vendo (alvoroço por verem microrganismos se mexendo)

Professora: O que vocês estão vendo, saberiam me dizer?

CO: Tem coisas paradas e outras mexendo

Professora: Sim, talvez estes que estão parados sejam esses pozinhos que a gente vê na garrafa, musgo, pode ser... Algas.

AG: Tudo isso?

Professora: É, na garrafa a gente vê a olho nu, parece pouco, aqui aumenta muito.

DN: Olha lá, olha lá tá mexendo

FB: De um lado para o outro

Professora: O que será?

GU: Cianobactérias

ED: Isso mesmo, que deixa a água verde. Cheio de cianobactérias MRC: Na verdade o que deixa verde são as algas, né prô?

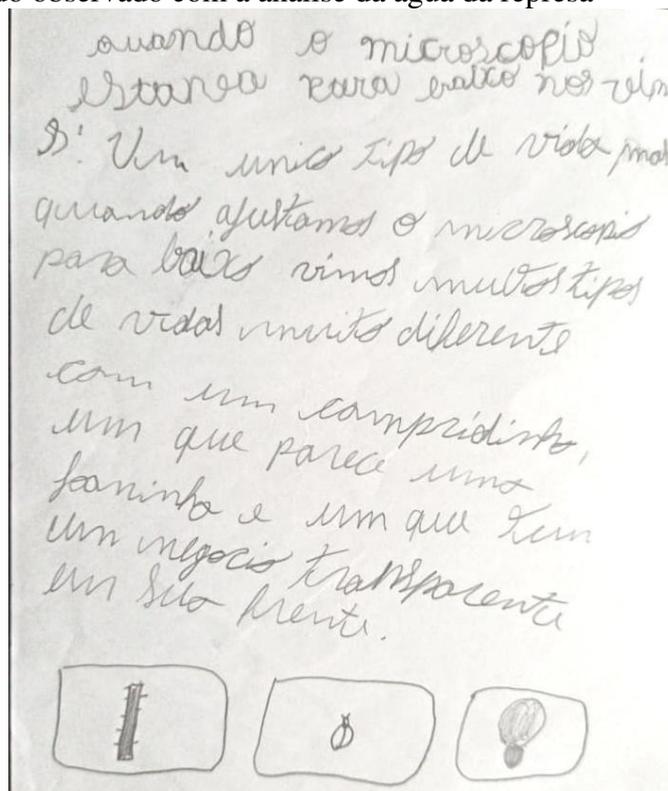
Professora: Pelo que vimos na reportagem, sim

AG: Lá... Ó lá... Tem outro diferente se mexendo. Brincando de pega-pega

Professora: Então será que tudo é cianobactérias?

Durante a observação coletiva, os alunos seguiram tratando os microrganismos por bichinhos, algas ou bactérias, pois ambos já haviam sido falados em aulas anteriores, bem como o termo microrganismo, ao elaborarmos o roteiro de observação. Ao registrarem o observado na aula, ficou evidente o quanto a curiosidade em saber mais sobre o assunto era latente, como segue na figura 33.

Figura 33: Registro do observado com a análise da água da represa



Fonte: Do autor

O registro do grupo descreve o observado utilizando os termos e associações propícias para a idade, principalmente pela composição heterogênea de faixa-etária. A comparação com formas e exemplos do cotidiano expressa o quanto a necessidade de relacionar com os conhecimentos prévios, que faça sentido para a interpretação, é essencial. Quando Vygotsky (2005) descreve a relação entre os conceitos espontâneos e os científicos, no desenvolvimento de uma criança, ele reflete sobre o quanto um depende das condições estruturais do outro para evoluir. Não é uma questão de transformação de um em outro, mas de condições propícias para o mesmo.

Nesse sentido, os conceitos espontâneos dos alunos, em relação à vida, tipos de vida e exemplos possíveis de serem relacionados com os que estavam analisando, foram necessários para possibilitar a compreensão dos conceitos científicos em relação ao tema.

Essa relação é bastante evidenciada também na teoria da Aprendizagem Significativa, quando os novos conhecimentos se articulam com os subsunçores (os conceitos/conhecimento formalizado), tornando-se subsunçores propícios à novas aprendizagens (MOREIRA; MASINI, 2001).

Na segunda parte da aula, de posse dos registros dos alunos e após uma roda coletiva sobre os microrganismos da água, a professora conduziu uma pesquisa na Internet utilizando o projetor multimídia para a participação de todos. Os diversos sites que encontraram citam categorias de microrganismos presentes na água, as quais a turma priorizou os mais comuns para aprofundamento, formando quatro grupos para pesquisarem sobre algas, vírus, bactérias e protozoários. Cada grupo ficou responsável em sistematizar a pesquisa em um *slide* com informações básicas para apresentar à turma.

Aula 7

Episódio: Apresentação da sistematização da pesquisa e análise remota da água

Na primeira parte da aula, os alunos finalizaram as apresentações da pesquisa e socializaram com o grupo, promovendo um espaço para dúvidas e curiosidades.

Figura 34: Registro das atividades de produção e sistematização da pesquisa

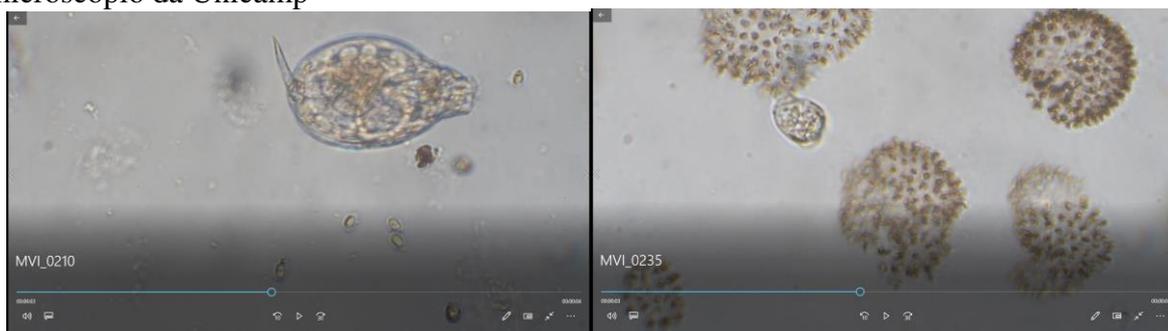


Fonte: do autor

Após a exibição das pesquisas, a professora apresentou os vídeos de acesso remoto das amostras de água levadas para Unicamp, para serem observadas com um microscópio mais preciso e com maior *zoom*. Até então, os alunos haviam identificado algumas diferenças nos microrganismos observados com a lupa digital, mas a precisão e os detalhes não eram possíveis de serem notados. Alguns vídeos foram gravados com o mesmo microscópio pelo especialista que seria entrevistado mais tarde, com o objetivo de registrar amostras diferentes e visualizarem alguns aspectos com o manuseio do microscópio, difícil de se garantir com o acesso remoto.

Os vídeos podem ser apreciados no seguinte link: encurtador.com.br/abGUZ

Figura 35: Registro fotográfico dos vídeos de acesso remoto das águas analisadas no microscópio da Unicamp



Fonte: do autor

O acesso aos vídeos e ao experimento remoto, nessa etapa do projeto, foi bastante significativo. Os alunos passaram por um aprofundamento gradativo, que contribuiu para a compreensão conceitual dos tipos de microrganismos existentes na água, a partir de conceitos espontâneos, daquilo que era comum e relacionável com suas estruturas cognitivas.

O grupo formado pelos alunos AG, PH, AN e CO observou os vídeos do microscópio da Unicamp e fez anotações, tendo a aluna AG no comando do mouse e o aluno CO como escriba.

AN: Não, peraí, protozoário não. O que você acha?

[AG dá de ombros]

AN: Acho que não. Anota então que tem cor diferente, forma diferente... Cor e forma diferente, põe aí. Olha esse... Pausa aí, ****.

AG: Que **** é essa?

[Todos chegam bem perto do monitor]

AG: Até parece um repolho

CO: É alga [risos]

CO: Não é uma couve, ou, quer dizer, repolho

AN: Lembra que a professora podia, podia falar, que nós podia fazer pergunta? Então, faz uma pergunta.

[Alguns alunos se aproximaram de outro grupo para confirmar os tipos de microrganismo]

PH: É, sim é protozoário

AN: É o que tem um rabinho

CO: E tá comendo tudo

[...]

CO: Olha, coloquei esse que a gente não sabe, que tem formato cilíndrico

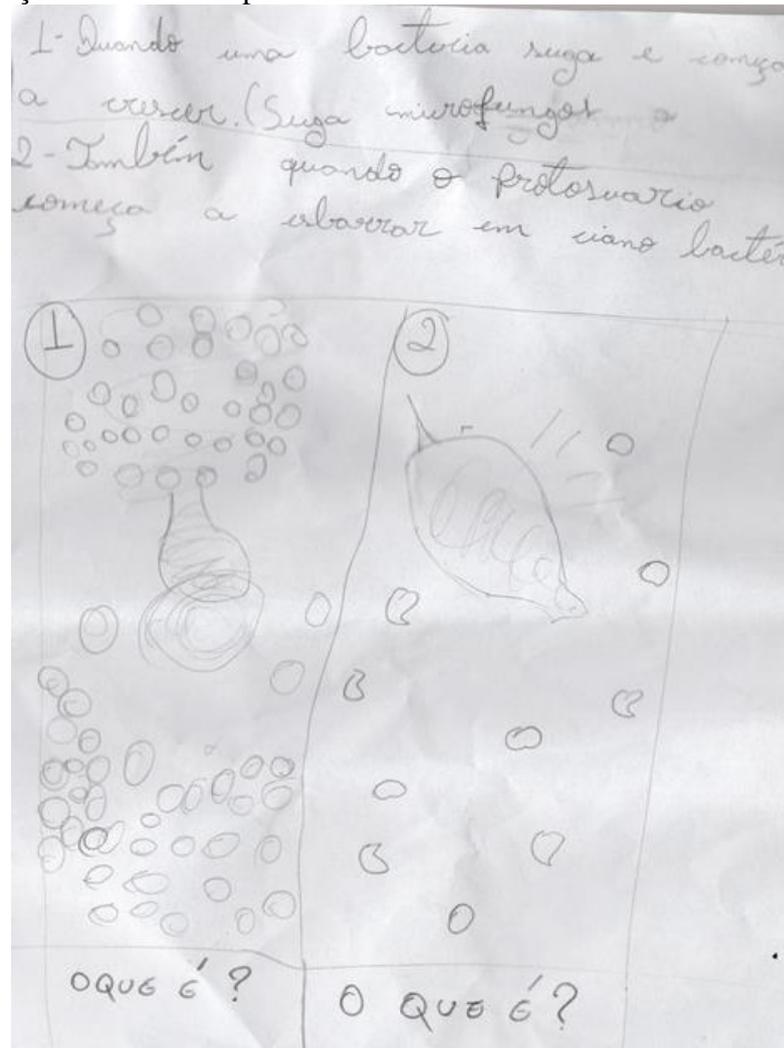
[O grupo ao lado pergunta se eles identificaram todos]

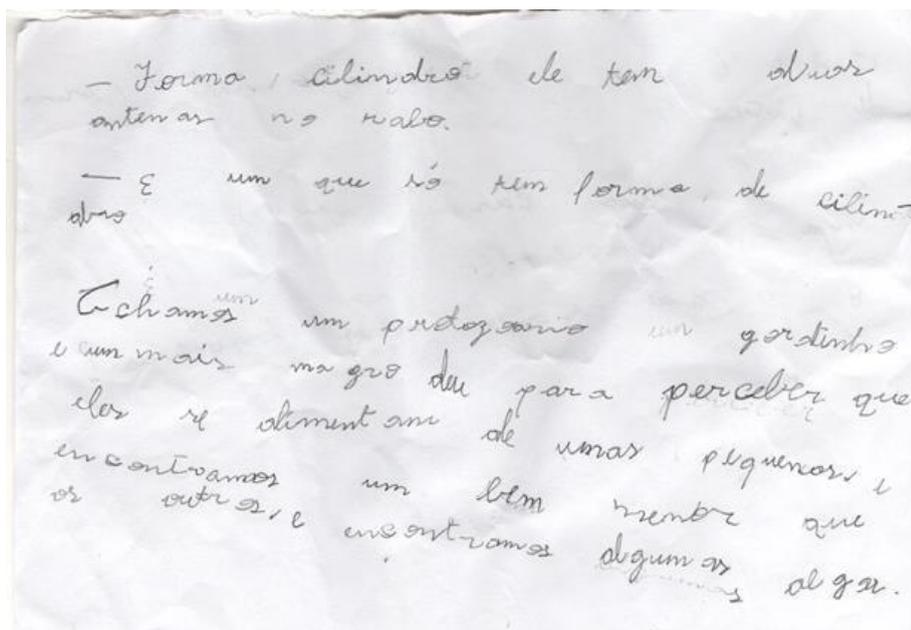
AG: Protozoários e algas

PH: A gente acha que o pequeno é bactérias

Ao final da aula, os alunos entregaram as anotações dos vídeos sobre o que identificaram e quais as dúvidas ainda restavam, para enviá-las ao especialista da Unicamp responder em ocasião oportuna.

Figura 36: Anotações dos alunos após visualizarem os vídeos





Fonte: do autor

É possível perceber, mesmo com o curto intervalo entre uma proposta e outra, que os alunos ampliaram o repertório em relação à temática trabalhada, assim como passaram a estabelecer relações mais próximas dos conceitos científicos. O primeiro registro, baseado apenas em conceitos espontâneos como suporte para explicar o observado, foi potencialmente modificado na segunda proposta.

A informação de uma diversidade de microrganismos na água levou o grupo a buscar informações sobre quais seriam. Ainda era uma situação bastante distante e imparcial para eles, mesmo com a apresentação para a turma, com fotos e explicações genéricas pesquisadas. Porém, a exploração dos vídeos contribuiu para a ancoragem e consolidação de alguns conceitos. O protozoário, de formato e nome diferentes, deixou de ser apenas uma informação compartilhada pelos colegas e passou a fazer parte daquela vivência, pois conseguiram identificá-lo e reconhecê-lo em um meio real, próximo a eles, no qual encontraram contexto e significado.

A esse respeito, Novak e Gowin (1984) comentam:

O aluno experimenta esta regularidade em educação, chamada sentir o significado, em maior ou menor extensão, dependendo da profundidade do novo conceito ou das relações preposicionais que passa a dominar, e do impacto que estas tenham na sua percepção dos significados de outros conceitos com ele relacionados. (NOVAK; GOWIN, 1984, p. 35)

Outro aspecto observado em relação ao aprofundamento conceitual foi a liberdade de expandir as amarras do currículo por etapa/série de estudo. No ensino regular, a granularidade e profundidade de cada conteúdo/conceito é previsto no currículo destinado a cada ano/ciclo e pouco se extrapola. Porém, os conceitos e conteúdos abordados no projeto foram além do que estava previsto para cada aluno em suas séries de origem, de modo natural, fazendo sentindo e respeitando as condições propícias para tal avanço. Podemos identificar certos conceitos abordados e formalizados pelos alunos, previstos para sua abordagem nos anos finais do ensino fundamental.

Por não ser o aprofundamento conceitual um objetivo deliberado do projeto, mas uma consequência do processo, tais resultados evidenciam com certa clareza que a estrutura trabalhada no design ideal projetado, articulando as três abordagens educacionais escolhidas, possui um grande potencial para o alcance e aprofundamento de conceitos mais robustos pelos alunos, ainda mais quando a intenção pedagógica estiver à frente da proposta.

Aula 13

Episódio: Entrevista com especialista

Na última aula daquele ano/calendário, os alunos tiveram a participação, por videoconferência, do especialista da Unicamp que já os havia auxiliado em outros momentos, com resolução de dúvidas, manipulação do microscópio e outras demandas. Como, até aquela etapa, a quantidade de perguntas superava as oportunidades de pesquisas que ainda havia, a participação do biólogo RL surgiu como uma solução para a grande necessidade do grupo. Os alunos prepararam algumas perguntas para fazerem, em agrupamentos por interesse, mas outras perguntas surgiam no momento.

Figura 37: Entrevista com especialista da Unicamp



Fonte: do autor

Após mostrar, por vídeo, a sala na universidade onde ficava o microscópio e o próprio equipamento, motivo de comparação com a lupa digital e diferenças de ampliação de imagens, iniciamos a sessão de perguntas sobre a qualidade da água levada como amostra, os microrganismos que o biólogo conseguiu encontrar, as bactérias do bem e do mal para nossa saúde, entre outros, até uma aluna pedir a palavra:

Especialista: (concluindo uma resposta) Então na água da represa tem protozoários, bactérias e algas

Professora: Legal, a ANY quer fazer uma pergunta Especialista: Beleza, vai lá

ANY: Oi, eu sou a ANY e queria perguntar do que os protozoários se alimentam [Depois de compartilhar a tela e mostrar parte do vídeo para os alunos]

Especialista: Esse bichinho que tá nadando é um protozoário, uma alga ou uma bactéria?

Turma: “protozoário”

Especialista: Perfeito! Ele está se alimentando de quê, vamos ver? Turma: “parece bactérias”, “sujeira”, “acho que são bactérias”

Especialista: De bactérias e também sabe do quê? De pequenas algas, querem ver? Olhem, estão vendo o mouse? Aqui a gente tem bactéria, bactéria, bactéria... E isso aqui, é uma cianobactéria...

[Alvorço na turma por reconhecer o termo]

Especialista: É uma alga... E isso aqui é uma outra alga pequena, outra alga... E esse protozoário ele suga tudo que está ao seu redor, e se alimenta dessas algas e bactérias, depois ele aproveita um pouquinho desse nutriente e o restante joga fora. Então um protozoário pode se alimentar de algas e bactérias. Respondi?

GU: Mas prô, a cianobactéria não é bactéria?

Professora: RL, outra dúvida. Então a cianobactéria é uma alga? Ela não é uma bactéria?

A nova informação trazida pelo especialista e perfeitamente respondida na sequência da videoconferência, juntamente com outras questões, abriu uma janela para a

compreensão de outros conceitos. Ao final da entrevista, a professora deu uns minutinhos de pausa para os alunos descansarem e usarem o banheiro, antes de conduzir a escrita do relatório coletivo. Percebeu-se um agrupamento grande em uma das mesas e os alunos olhando para o computador. A professora se aproximou para saber o que estavam fazendo.

Professora: Tudo bem por aqui? O que estão vendo? LS: É o vídeo da represa verde, da TV
 FB: A gente queria saber se eles falaram que cianobactérias é alga Professora: [risos] É o que descobriram?
 MRC: Eles não falam cianobactéria ART: Eu disse que foi do site
 Professora: Sim, nós pesquisamos como que ficava verde, foi nessa pesquisa que descobrimos a cianobactéria
 FB: E falam que é a mesma coisa? Que site?
 Professora: Ah, até parece que eu vou lembrar. E, querem saber para quê? FB: Ué, e se a gente sabe e eles não?
 MRC: Prô, agora eu entendi como fica tudo verde, não é a água né, são as algas na água
 ART: Ah, sério, só agora?
 MRC: É, mas não é as algas grandes que a gente pegou no saquinho, essas são muito pequenas, parece até a água e por isso fica verde.

As duas sequências trazem dados demasiadamente relevantes à compreensão do processo de aprofundamento conceitual. O primeiro trecho surpreende pela pergunta elaborada pela aluna, resgatando uma curiosidade acerca dos microrganismos que havia ficado há um mês e meio atrás, depois de uma sequência de outras descobertas entre uma aula e outra. Saber mais sobre os microrganismos ainda era necessidade de alguns e, a cada nova informação, as relações estabelecidas aprimoravam o conceito elaborado, o rebuscando cada vez mais. Alegro (2008) pontua que

A aprendizagem conceitual – aquisição de significados de conceitos, ou a aprendizagem proposicional – aquisição de significados proposicionais derivados da relação entre conceitos – não levam ao apagamento de “concepções errôneas”, inibidoras da aprendizagem (misconceptions), mas a novos significados estabelecidos entre os conceitos. (ALEGRO, 2008, p.34)

Considerando o que Alegro (2008) traz, a revisitação a um conhecimento já elaborado com as aulas anteriores, a partir de uma nova informação, provoca um aprofundamento conceitual claro. Sobre tal condição Moreira (2000a) aponta:

Nesse processo, ao mesmo tempo que está progressivamente diferenciando sua estrutura cognitiva, está também fazendo a reconciliação integradora de modo a identificar semelhanças e

diferenças e reorganizar seu conhecimento. Quer dizer, o aprendiz constrói seu conhecimento, produz seu conhecimento. (MOREIRA, 2000a, p.05)

A aluna do segundo trecho havia compreendido que a represa ficava verde por causa das algas, mas sua interpretação acerca do processo era de certa forma “errônea”, pois utilizava como representação mental as algas maiores, que também estavam presentes no local, mas que deixava a compreensão incompleta. Meses depois, a nova informação em outro contexto foi suficiente para ela revisitar o conhecimento que havia construído e ressignificá-lo, promovendo uma reorganização do que já sabia e que estava consolidado, juntamente com as novas informações, e promovendo também a reelaboração dos seus conhecimentos e, conseqüentemente, o aprofundamento conceitual acerca do mesmo, ou, como Vygotsky (2005) destaca, a elaboração do conceito científico a partir do conceito espontâneo.

E o que queremos dizer com a afirmação que o aprofundamento conceitual não era o objetivo fim? Dizemos que não há importância no conceito em si? Logicamente que não é essa a ideia!

Apesar de não ser foco e objetivo principal, o aprofundamento conceitual era almejado, e lhes foram dadas todas as condições necessárias para que ocorresse, porém, a forma e o valor ganharam um delineamento muito próprios. A inversão na forma como foram abordados se diferenciou, pois o valor não estava no conceito em si, entregue de modo inquestionável, finalizado e distante, mas sim no processo de construção de significados, ao ponto que sua elaboração encontrava relação direta com o conhecimento historicamente construído em uma situação de validação.

Categoria 7: Liberdade Criativa

Possibilitar a liberdade criativa aos alunos é um desafio que se amplia quando pensamos na integração curricular ou na articulação com conceitos, quando interpretamos que tal liberdade remete unicamente à estratégia de deixar o aluno criar o que quiser e quando quiser. De fato, as oportunidades de se trabalhar com projetos pessoais de criação podem ser exploradas na educação de maneiras variadas e possuem um potencial alavancador. Mas, a inexistência de tais oportunidades ou a necessidade de se articular temas e/ou conteúdos não diminuem ou desqualificam o processo criativo. Tudo pode depender das estratégias e da mediação dessas aulas.

Na aula 20, quando a proposta inicial era filtrar uma amostra das garrafas de água que foi deixada no sol para realizar a análise posterior, surge o conflito que vai ao encontro da intenção inicial da professora - trabalhar com placas de prototipagens e sensores de forma livre, sem kit estruturado - e que havia se perdido quando o projeto ganhou um tom próprio dos alunos.

Aula 20

Episódio: Solução de análise

Após a professora explicar aos alunos que iriam novamente filtrar uma amostra de água para a análise, atendendo um pedido curioso em saber o resultado, a aluna ANY olhou para a garrafa escolhida e comentou que não podia ser aquela, pois a água está tão limpa que dá vontade de beber. A professora explicou que era aquela garrafa mesmo, que os sedimentos estavam no fundo e por isso parecia limpa.

Professora: Até parece limpa, mas se um desavisado beber.

IL: Ô prô, se alguém beber provavelmente vai ficar cheio de micróbios e vai passar mal

FB: Microrganismos...

Professora: Certamente, vamos ter cuidado então. Lembra o que o RL falou o ano passado, tudo que eles podem provocar? No intestino e na pele, vários tipos de doenças...

AG: E são tão pequenos que a gente não enxerga. Professora: É difícil saber se estão contaminadas

AG: (bate na cabeça como uma ideia) Microscópio, oxi.

Professora: Oxi digo eu... [risos] A gente carrega um microscópio para todo lugar?

LD: A cor e o cheiro

Professora: Hum, boa... Mas às vezes não tem um e nem outro. Lá na represa a gente viu parada que a água era limpa e sem cheiro

AG: Mas no microscópio...

[Discussão longa sobre local, pH e motivação para analisar a água]

MRC: A gente não mandou água para a faculdade e ficou naquele aquário e a gente ficava vendo se tinha oxigênio?

Professora: A gente via o nível de pH e temperatura através de um sensor

AG: Meu pai usa uns sensores assim para ver se a água tá boa

MCR: A gente não podia ter um desses aqui, mas para analisar o pH, se tem microrganismo, a temperatura.

AG: E a gente vê a água de quem quiser

FB: Quem quiser? Só se mandar pelos correios

Figura 38: Imagem do experimento da análise do pH e temperatura em 27/10/2016 e 16/11/2016 - acesso remoto



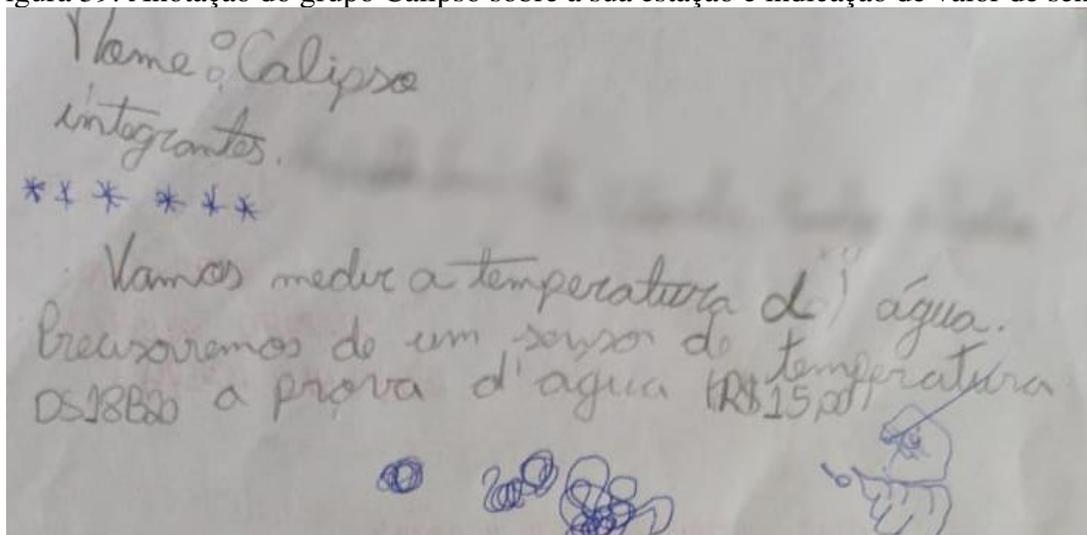
Fonte: do autor

A discussão abriu uma brecha para uma gama de possibilidades. Os alunos brincaram com ideias sobre como queriam realizar a análise e o motivo. Chegaram à conclusão de que queriam criar várias formas de análise e divulgar na comunidade, para que as pessoas mandassem amostras para a filtragem. A solução dos correios apareceu novamente quando o começo de uma ideia sobre um site que divulgasse as análises foi retomado, pois entenderam que, se iriam divulgar resultados, as pessoas iriam querer analisar suas amostras. O tempo era o único vilão de todas essas ideias, pois, muito provavelmente, não possibilitaria tanta criação, mas as ideias fluíram soltas, sem restrição, e foram anotadas para retomada posterior.

A aula se alterou de análise após a filtragem para uma aula extra que poderia fazer todo o sentido para os alunos amadurecerem. A atividade livre de exploração do Arduino, com sensores de luminosidade (LDR) e programação simples no *Scratch* poderia contribuir para pensarem em possibilidades ou fazerem pontes viáveis com sugestões docentes ou pesquisas.

Na aula seguinte, quando a aluna AG levou os sensores do pai para demonstração, a pergunta que permeou o restante da aula era se existiam sensores para que pudessem realizar as medições que queriam. Muitos deles a professora já tinha, por aquisição do Lab, aquisição própria ou empréstimo da universidade, uma vez que, no início do projeto, já planejava trabalhar com água e sensores. Mas essa informação foi omitida dos alunos e, conforme os grupos de interesse manifestavam a intenção de analisar algum aspecto da água, era solicitado que pesquisassem o que precisam para fazer a medição. Não eram incomuns anotações que indicassem também o valor do sensor necessário para o trabalho, conforme figura 39.

Figura 39: Anotação do grupo Calipso sobre a sua estação e indicação de valor de sensor



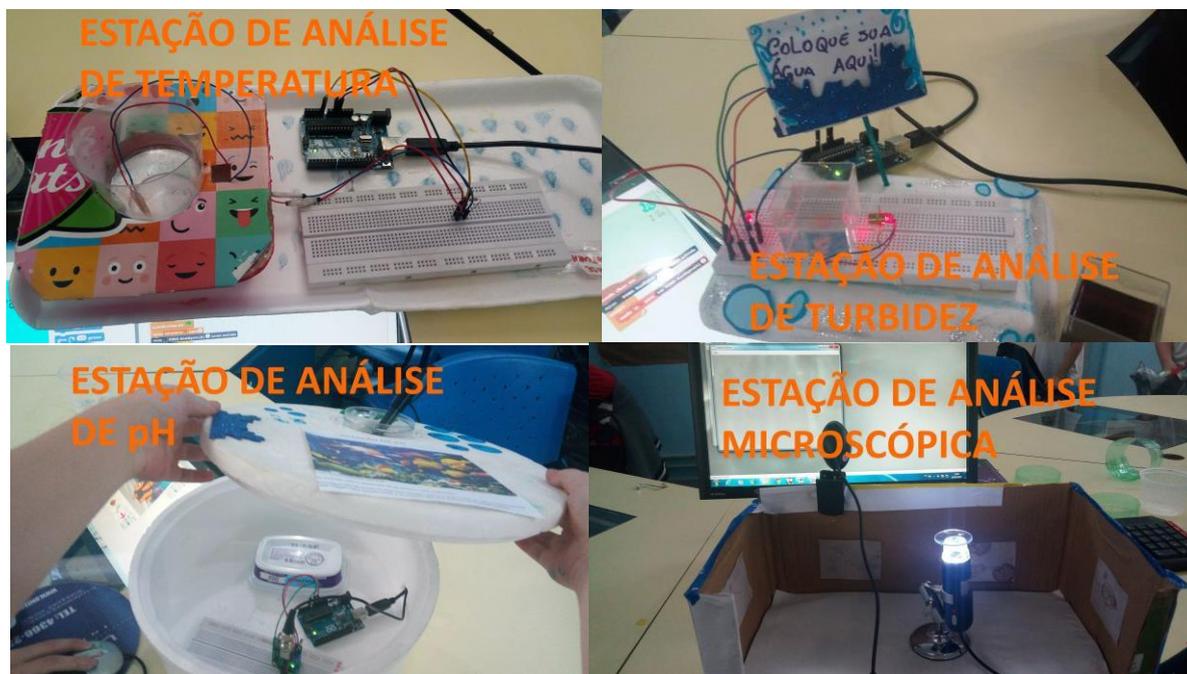
Fonte: do autor

Produções finais

Depois de definido o que seria criado, que chamamos de estações de análises da água - ainda com a intenção de compartilhar o uso publicamente -, os alunos passaram grande parte das aulas, até o final do projeto, criando as estações físicas, programando o funcionamento e as narrativas através da integração Arduino e *Scratch*, todas as etapas ao mesmo tempo, com as tarefas divididas por eles, como já estavam habituados a trabalhar.

A parte física de cada estação foi criada e recriada diversas vezes ao longo do processo (figura 40), a partir da manipulação de uma grande quantidade de materiais disponíveis na sala ou que os alunos levavam para a aula conforme sentiam necessidade e encontravam funcionalidade.

Figura 40: Estações de análises da água criadas pelos alunos - temperatura, pH, turbidez e microscópica



Fonte: do autor

A proposta de criação nessa etapa não ocorreu com livre escolha criativa, de acordo com desejos ou interesses pessoais, mas a liberdade criativa foi respeitada durante todo o processo, dentro de uma proposta articulada com a temática, escolhida pelos alunos e que provocava o engajamento de todos a partir de pequenos desafios que se apresentavam, naturalmente, a cada etapa.

Resnick (2020) comenta que, ao trabalhar em um projeto pessoal de criação na infância, percebeu que sua visão de mundo foi ampliada e que era capaz de criar e construir, como descreve:

Por meio desse tipo de projeto, comecei a me ver como alguém capaz de fazer e criar coisas. Comecei a perceber as coisas do mundo de uma nova forma, pensando em como elas foram feitas. Como é feita uma bola ou um taco de golfe? Passei a pensar em outras coisas que eu poderia fazer. (RESNICK, 2020, p.33)

Situações como as descritas por Resnick têm um potencial ímpar de engajar os alunos e colocá-los em uma posição autoral e protagonista, mesmo quando a proposta tenha um fio condutor que norteia a criação, como um tema ou um fim. A liberdade criativa, nesse caso, permeou o processo de criação das estações, pois foram eles que definiram como seria a

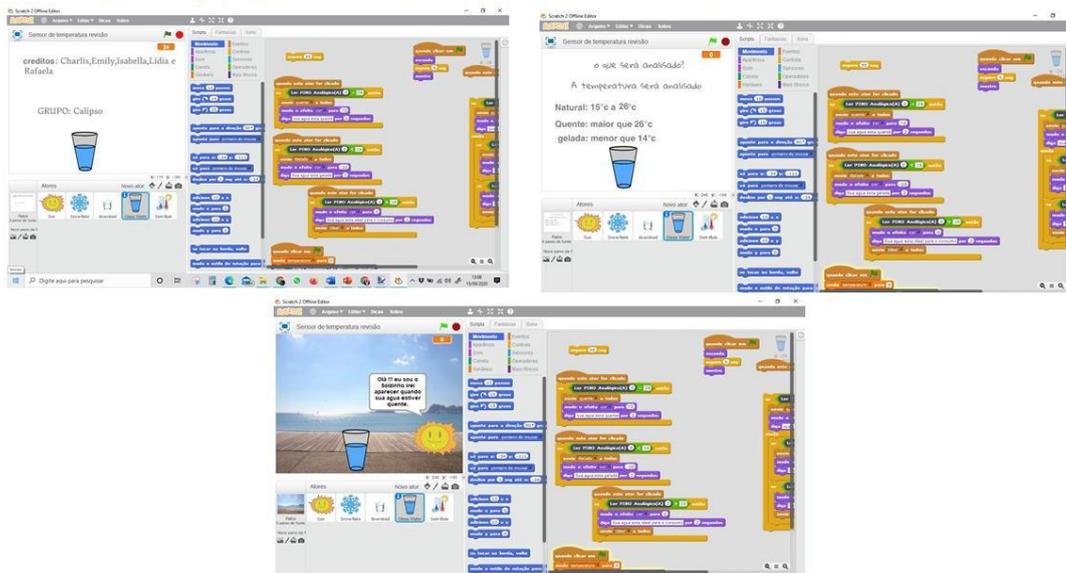
criação e quais materiais iriam subsidiar o processo. Isso os fez enxergar o entorno, o mundo de um outro modo, pois buscavam inspirações a todo momento e, para que algo sirva de inspiração, é necessário compreender seu funcionamento e/ou sua estrutura. Momentos, já descritos anteriormente, onde alunos trocaram materiais, modificaram projeto quando se depararam com um problema (PAPERT, 1994), articularam outras experiências e opiniões dos colegas, são evidências do quão uma proposta que preza pela liberdade criativa pode contribuir para o extrapolamento da aprendizagem.

Em paralelo às estações físicas, os alunos criaram a interação com o computador para realizar as leituras das estações (figura 41). Da mesma forma que a criação “mão na massa”, a utilização do *Scratch* não ocorreu de forma solta, atendendo à projetos pessoais. Essa oportunidade existia em outros períodos, inclusive quando ficavam mais livres no espaço em momento de descanso. O *Scratch* estava para atender uma necessidade real e, por esse motivo, havia uma estrutura mínima que precisava ser garantida, não determinada por alguém, mas que o grupo ia construindo a cada passo e mediação docente. Era preciso estabelecer comunicação com a placa de prototipagem de modo que fizesse a leitura proposta, passar uma mensagem, apresentar um contexto e ser compreensível para o outro.

Figura 41: Exemplo de telas da programação da estação de análise de turbidez e temperatura



ESTAÇÃO DE ANÁLISE DE TEMPERATURA



Fonte: do autor

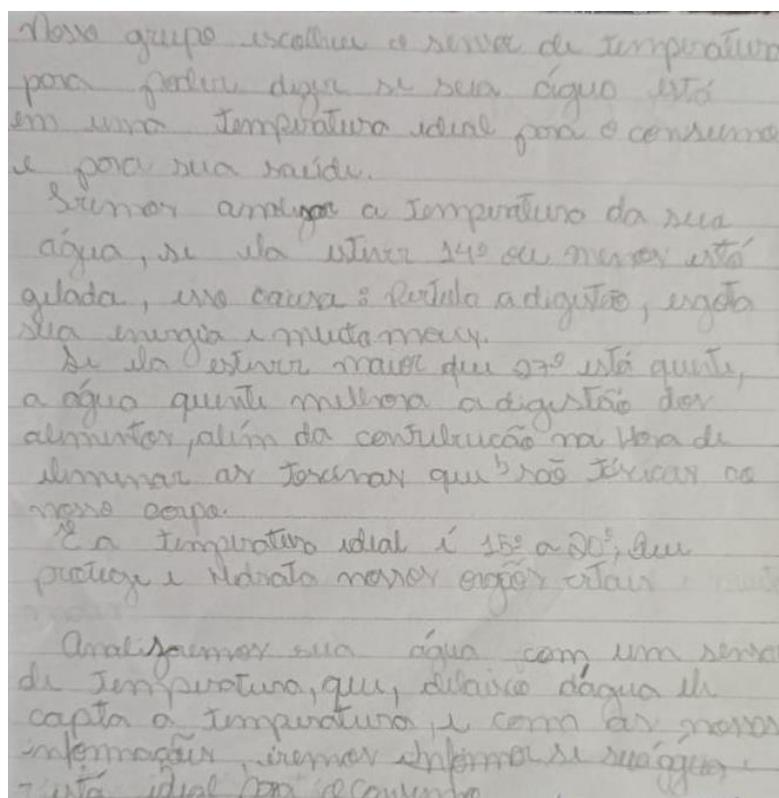
Onde mora a liberdade criativa em uma proposta com tantos pontos a atender? Em tudo. A começar pelas necessidades surgidas no planejamento da criação, quando a função social exigia apresentar informações mínimas para interação e compreensão de terceiros. Todo o restante foi permeado por situações de aprendizagem que propiciaram desde o aprofundamento do conteúdo, afinal é preciso saber para falar sobre, até a manipulação de materiais, linguagens de programação, fontes de pesquisas, cartões de suporte e uma variedade de fontes, recursos e programas que se articulavam para resultar no produto idealizado.

O risco de se acreditar que a liberdade criativa está somente em trilhas pessoais, no sentido do improviso ou no que desperta o interesse como *hobby*, é a de potencializar um distanciamento dela com a sala de aula, de se concluir que não cabe no currículo. Resnick (2020, p.151) compartilha um pensamento de Natalie Rusk, o qual ela diz que “os interesses são uma fonte natural que alimenta a aprendizagem” e “quando trabalhamos em projetos pelos quais nos interessamos, nos dispomos a trabalhar por mais tempo, nos esforçamos mais e persistimos diante dos desafios”. Essa é uma verdade, observada e constatada neste percurso traçado pelos alunos, criando interesse e estabelecendo vínculo em uma temática que começou alheia, mas que foi sendo apropriada por cada um, a cada dia.

Por fim, diante da impossibilidade, já antecipada mentalmente pela professora, em criar uma estação de análise acessível via Internet, para atender aos interesses da comunidade, apesar de muitas produções para o site terem sido elaboradas junto com as

demandas (figura 42), e de alguns alunos já terem realizado uma pesquisa sobre “como criar um site”, o projeto seguiu para a conclusão, tendo em mente a apresentação aos pais.

Figura 42: Produção textual elaborada para o site planejado



Fonte: do autor

Mas como não comunicar tanto aprendizado? A experiência do projeto “Artrópodes” tinha rendido cartazes pela escola e folders aos pais e familiares. Ele precisava ser comunicado também.

Visando diminuir a frustração da turma, a professora orientou a elaboração de um folheto (anexo 1), onde poderiam contar um pouco o funcionamento de cada estação e curiosidades sobre a água. Ele foi impresso em grande quantidade para distribuição aos pais e familiares, após a apresentação final, e para as turmas as quais faziam parte no ensino regular.

Finalizamos aqui a seção de apresentação e análise dos dados escolhidos para ilustrar esse percurso de formação e pesquisa. Muitos outros aspectos podem ser discutidos e aprofundados com a vasta seleção de dados gerados e que poderão ser apresentados posteriormente em outras publicações.

Coletando pérolas pelo caminho

Conversa docente: aprendizados com o projeto

O desenvolvimento do projeto, ao longo dos dois anos trabalhados, bem como o planejamento da primeira etapa, com tema Artrópodes, e sua validação com o desenvolvimento da segunda etapa, contribuiu para uma reflexão acerca dos aprendizados adquiridos nesse processo.

Obviamente, cada realidade é própria e as nuances que diferenciam as condições para efetivação de uma ou outra contribuição listada abaixo devem ser consideradas. Uma turma diferente, mantendo a mesma realidade escolar, os mesmos materiais e o mesmo docente, já implicaria em resultados e discussões distintas, ou até a mesma turma, porém em um espaço/tempo diferente, poderia resultar em outros dados.

Por isso, a ideia não é, nem de longe, tentar prescrever caminhos que devem ser copiados como uma cartilha, num passo a passo imutável. Isso deporia substancialmente contra todo o trabalho desenvolvido e, principalmente, contra a visão de construção do conhecimento por parte de alunos e professores ao longo de todo o processo.

Assim, o que se apresenta a seguir são valiosos aprendizados que foram construídos e/ou validados no decorrer do projeto e que impactaram a visão da pesquisadora frente aos novos desafios que a sala de aula proporciona, independentemente de seu papel nesta. É esperado que o mesmo possa, de alguma forma, inspirar outros professores a remixar tais ideias, dando um tom pessoal para suas aplicações cotidianas.

Gestão de aula: o papel fundamental do professor

Quando jogamos luz para os processos educacionais centrados nos alunos, destacamos a importância da autoria discente, do protagonismo e de toda oportunidade para que o aluno esteja à frente de tais processos. Isso pode ser interpretado, ou melhor, mal interpretado como uma falta de valorização docente, onde o professor assume um papel secundário e de pouca importância.

Porém, tomando o desenvolvimento da sequência realizada no projeto “Clube de Programadores” como ponto de partida, podemos afirmar que o papel docente ganha uma importância ímpar, incomparável e fundamental para que os alunos tenham voz e se

enxerguem como responsáveis pela sua aprendizagem. Nessa perspectiva, não há entrega, mas sim co-criação, organizada e fomentada por um profissional ciente de seu papel como o par mais experiente e deliberadamente intencional.

Olhando para o papel docente ao longo desse período, registrado pelos dados coletados, foi possível destacar constâncias em posturas, condução e mediação que se apresentaram como um diferencial para o desenvolvimento dos alunos e que foi sendo aprendido pelo professor/pesquisador durante o período.

Destacam-se:

- **Questionamento como alavanca para a aprendizagem**

É percebido, nos excertos dos diálogos das aulas, a postura questionadora da pesquisadora em todas as situações de atividades orais proporcionadas e em oportunidades de intervenções mais grupais ou individuais. Ao assumir uma perspectiva problematizadora (MACHADO E SASSERON, 2012) como fio condutor para o desenvolvimento das atividades, optou-se por moldar a sua ação verbalizada para um tom de mediação constante, atribuindo aos alunos a responsabilidade de buscar respostas constantemente.

Instigar o grupo com uma pergunta envolvente ou devolver uma resposta com outra pergunta pode provocar a ânsia por saber mais sobre determinado assunto, uma vez que “problematizar é possibilitar ao estudante criar, pensar, explorar toda e qualquer forma de conhecimento e objetos de seu pensamento na busca pela solução” (MACHADO E SASSERON, 2012, p.33). Mas não se trata apenas de devolver “porquês” vazios a todo o tempo, deixando a sensação de que não se sabe sobre o assunto ou que se espera uma resposta imediata.

Mediar o processo de forma problematizadora, ora evocando o que os alunos sabem sobre determinados assuntos, ora abrindo espaço para um aprofundamento através de pesquisas, leituras e demais associações com recursos variados, colabora para a construção argumentativa e seu aperfeiçoamento ao longo do processo. Ao falar sobre o assunto a partir do que se sabe ou ao compartilhar o descoberto com os demais, manipula-se estruturas mentais de síntese, organização de dados e informações, relacionando-as com os conteúdos em discussão e posicionando-se perante os mesmos, o que pode auxiliar na qualificação de hipóteses e na estruturação de argumentos de posição.

Porém, tal perspectiva precisa extrapolar aquele momento de apresentação da problemática inicial, que, muitas vezes, se torna o único momento em que os alunos se deparam com um questionamento motivante e que propicia a curiosidade. É aconselhável

que a perspectiva problematizadora seja o cerne da mediação docente, colocando os alunos em movimento constante de busca e gerando, assim, encontros e outras buscas de forma imediata.

Para Mortimer e Scott (2002), existe uma série de formas de diálogos e questionamentos nas salas de aula, destacando-se as aulas de ciências, mas que nem sempre resulta em resultados satisfatórios.

O que nos impressiona são as diferentes formas pelas quais os professores interagem com seus estudantes ao falar sobre os conteúdos científicos: em algumas salas, as palavras estão por toda a parte. Os professores fazem perguntas que levam os estudantes a pensar e os estudantes são capazes de articular suas ideias em palavras, apresentando pontos de vista diferentes. Em algumas ocasiões o professor lidera as discussões com toda a classe. Em outras, os estudantes trabalham em pequenos grupos e o professor desloca-se continuamente entre os grupos, ajudando os estudantes a progredirem nas tarefas. Em outras salas de aula, o professor faz uma série de questões e as respostas dos estudantes, na maioria das vezes, limitam-se a palavras aqui e acolá, preenchendo as lacunas no discurso do professor. Muitas vezes o professor é extremamente hábil nesse estilo de exposição, mas há muito pouco espaço para os estudantes fazerem e falarem algo, e muitos nunca abrem a boca. (MORTIMER E SCOTT, 2002, p.284)

Os autores sugerem ainda que a condução docente, também a partir do discurso argumentativo e problematizador, deve ser guiada pelas intenções de ensino que mediam esse momento, podendo ter a intenção de criar um problema, explorar o que os alunos sabem, conduzir a narrativa da aprendizagem, guiar as ideias em debate e a aplicação das mesmas. Dessa forma, saber perguntar tem muito mais a ver com o que se espera saber e/ou provocar do que a mera retórica interrogativa.

Assim, compartilhamos e incentivamos, entre os colegas docentes, toda e qualquer estratégia que possibilite que sua ação permanente possa levar a algo - uma ideia, uma dúvida, uma motivação, uma ação - do que simplesmente entregue algo - uma resposta, um conceito - como uma afirmação taxativa e finita no processo de aprendizagem. Um bom começo é saber perguntar, questionar, cutucar os alunos a se mexerem (física e mentalmente) em busca de respostas. Mas pode haver outras estratégias tão boas quanto e que cumpram tal objetivo.

- **Dar voz e valorizar os conhecimentos prévios - efetivamente**

Ao longo deste estudo e principalmente desta tese, foram apresentados motivações, embasamento teórico e exemplos de como e por que investir na socialização dos conhecimentos prévios dos alunos como ponto de partida, desenvolvimento e chegada. Há muito se fala, na literatura em geral, que o aluno não é uma “tábua rasa”, pronto para receber toda informação e conhecimento que irão lhe transmitir passivamente, apresentando uma visão de mundo e, principalmente, de concepção educacional que remete à ação.

Porém, a rotina da sala de aula, muitas vezes engolida pela burocracia dos sistemas educacionais, e o excesso de conteúdos e conceitos desarticulados, que exigem seu cumprimento, nos faz minimizar o potencial que existe na voz dos alunos. É comum achar que estamos partindo dos conhecimentos prévios com questões do tipo “quem conhece tal coisa?”, “quem já ouviu falar sobre isso ou aquilo?” e assim por diante, tão somente, sem permitir que as contribuições evoluam de modo a complementar e dar tom à temática trabalhada.

É certo que o planejamento docente precisa ser prévio, ter objetivos de alcance, conteúdos a trabalhar de modo intencional, mas existe um meio termo para que o mesmo se faça a partir de uma relação dialógica, em que as contribuições discentes não se percam no “Uhum”, “Ok” e ponto. Afinal, dificilmente alcançaremos a tão sonhada contextualização curricular, nem tampouco a atribuição de significados, se não dermos abertura para que os alunos linkem os conteúdos escolares com seus cotidianos, de modo real e não apenas ilustrativo.

Então, qual o segredo? Deveras não há. Não há um jeitinho, o que falar ou como fazer para que isso aconteça de fato e que encontre na academia uma validação consensual desse ou daquele jeito. O que há é um caminho trilhado com dados animadores, um projeto desenvolvido com impactos reais que deixam algumas pegadas de inspiração. Destaco:

- Ouvir a todos e dar valor a cada colocação, mesmo quando, aparentemente, não tenha relação com a temática. Escave um pouco mais, pergunte, problematize, peça exemplificação para que o aluno perceba ou revele qual o tipo de relação está fazendo. Se for pertinente, sua fala contribuiu com todos. Caso contrário, lhe foi dado a oportunidade de refletir sobre como e quando se colocar em uma discussão.
- Permitir que experiências pessoais acrescentem recursos diferentes e alinhados com a temática da aula. Por vezes, uma foto de um momento relacionado, um vídeo ou reportagem assistidos e que encontram espaço para ligações com o conteúdo, uma música, um filme, uma imagem, sites e tantos outros possíveis

recursos que, para certos alunos, é o link mais fiel com o trabalhado, pode se tornar a estratégia de melhor sucesso para envolver outros alunos que teriam maior dificuldade em abstrair.

- Valorizar as experiências de vida que apresentam competências, conhecimentos e habilidades distintas entre a turma. Muitas vezes, uma prática cotidiana de uma família, uma manifestação cultural própria daquele núcleo, pode carregar as ferramentas essenciais para tirar muitos conteúdos do papel/lousa/livro e colocá-los de forma viva e funcional perante os alunos. Tais achados só são possíveis quando é dado aos alunos a oportunidade de fala, principalmente quando há um ouvido atento e disposto a ouvir verdadeiramente.
- Sentar-se em roda em alguns momentos, pois movimenta a relação entre os pares. Parece ser uma estratégia didática tão simples e presente, mas que vai se perdendo quando os alunos entram no ensino fundamental. A prática do sentar-se em roda é mais que uma organização de sala, é dar a oportunidade de todos se enxergarem, de lerem expressões faciais, gestos, indicações, possibilitando uma troca de olhares que contribua para uma construção colaborativa. Quando a professora se dispõe a compor a roda, sua presença é horizontal e, nem de longe, é apenas um detalhe.

Estes exemplos compartilhados jogam luz para uma relação de diálogo horizontal e acessível que deve existir entre professor e aluno, como bem aponta Freire (1996):

A dialogicidade não nega a validade de momentos explicativos, narrativos em que o professor expõe ou fala do objeto. O fundamental é que o professor e alunos saibam que a postura deles, do professor e dos alunos, é dialógica, aberta, curiosa, indagadora e não apassivada, enquanto fala ou enquanto ouve. O que importa é que professor e alunos se assumam epistemologicamente curiosos. (FREIRE, 1996, p. 52)

Tantas outras pegadas ficam no caminho, que são construções próprias e se refazem a cada experiência. É nesse movimento de ação-reflexão-ação que nos formamos enquanto profissionais e inspiramo-nos mutuamente.

- **Dar vida e função a cada espaço da sala de aula**

Na educação infantil, o espaço escolar ganha um destaque e um valor pedagógico desde sua concepção. Seja por orientação de estudiosos, como Freinet, com a organização

por cantinhos pedagógicos (MARTINS, 1997; NOVA ESCOLA, 2008), ou pela própria dinâmica que é bastante viva, possibilitando que os alunos se apropriem do ambiente, em uma interação constante.

Ao passarmos para o ensino fundamental, vemos que, gradativamente, o ambiente vai perdendo esse poder de extensão educacional. Chegamos a observar salas de aulas esteticamente bem organizadas, com painéis às vezes elaborados pelos professores, outras vezes encomendados para deixar o ambiente visualmente agradável. Seria irresponsável afirmar que esse cuidado esteja totalmente descolado do processo de aprendizagem, uma vez que a organização geralmente conversa com ano/ciclo ou temática trabalhada, fazendo certo sentido. Mas quantos desses espaços são efetivamente construídos e mantido pelos alunos?

Vemos alfabetos coloridos, “chamadinhas” e listagens, como outros recursos, extremamente funcionais ao processo de alfabetização e/ou repertorização temática dos alunos. Mas onde estão as mãos deles? Existe um espaço determinado, ao menos, para tal liberdade?

Durante o desenvolvimento do projeto, parte da parede do laboratório, principal local das aulas, foi gradualmente destinado ao trabalho desenvolvido. Não foi intencional ao ponto de se realizar um contrato didático do que ou como poderiam utilizar aquele espaço. Iniciou-se com o mapa da represa e a cada passo dado ou dúvida levantada, algo era afixado em volta do mapa, diferente do projeto anterior, “Artrópodes”, onde muito do que foi colocado na parede era de produção e/ou escolha docente, sem escolha dos alunos, apesar de perceberem que, muitas vezes, apontava-se para algo exposto e lhes indicavam que buscassem naquele espaço alguma informação.

Esse movimento, nada planejado, e que revelava apenas um jeito organizacional de trabalho da pesquisadora, contaminou o grupo que se apropriou da mesma rotina, entendendo que aquele espaço era para eles um grande mural de desenvolvimento e acompanhamento do projeto. Essa liberdade possibilitou que o grupo criasse suas próprias trilhas dentro do projeto geral, levando imagens e fazendo anotações pertinentes em parte dos cartazes ou listagens coladas.

O quanto tais estratégias não poderiam beneficiar o desenvolvimento de projetos e o envolvimento dos alunos em uma sala de aula do regular? Obviamente, é sabido que este ambiente, na maioria das vezes, é compartilhado com uma ou mais turmas durante os turnos de aulas de uma escola e que nem sempre temos todo o espaço para dispor com os alunos.

Porém, os mesmos combinados que são feitos para a ornamentação podem valer para este tipo de uso.

Pode-se iniciar reservando um espaço determinado e dando vida a ele. Na relação dialógica, onde a argumentação problematizadora dispara ou conduz uma temática, sintetizar as dúvidas, hipóteses ou descobertas do grupo em listagens ou demais anotações, e levando para esse espaço, pode ter boas repercussões. Ao mostrar aos alunos que, ao passo que forem encontrando respostas, validando ou refutando hipóteses, encontrando imagens e/ou outros materiais ilustrativos pertinentes, podem socializar e compartilhar nesse espaço, a dinâmica da aula se torna diferente.

Muitas vezes, o trânsito entre os espaços diferentes da sala de aula (casa, comunidade, curso) se torna mais livre, pois os alunos passam a enxergar o projeto em outros locais e a colher toda informação possível que possa compor o ambiente. É comum também vê-los parados, em pequenos agrupamentos, em frente ao espaço, falando sobre algo relacionado de forma curiosa e voluntária. Isso é possível, pois os painéis deixam de ser apenas um espaço de apresentação para terceiros (pais, amigos, outros professores etc.) e passam a ter uma funcionalidade no processo de aprendizagem e a fazer sentido para a turma.

- **Deixar-se aprender e a replanejar sempre**

Talvez a estratégia de melhor sucesso desse projeto tenha sido a abertura para o replanejamento e disponibilidade de deixar-se guiar pelo interesse de aprofundamento dos alunos. Foi esse estalo que impediu o cumprimento inflexível e predeterminado do planejamento e possibilitou aos alunos extravasarem em curiosidade e motivação em avançar.

Decerto que, quando pensamos em sala de aula, na rotina ritmada pelos tempos, pela grade de horário, pelos espaços compartilhados, a situação muda um pouco. Mas é um pouco. Há um meio termo possível de se alcançar para engajar os alunos em situações de aprendizagens apaixonantes a eles e que abordem com sucesso os conteúdos previstos. Claramente, o tempo não será tão extenso ou o vínculo com os conceitos científicos tão despreziosos, mas há um equilíbrio que possibilite essa liberdade.

Pare e pense um pouco, professor, quantos conteúdos deixaram de ser explorados nesse projeto e que lhe vem à cabeça? Quanta matemática poderia ter sido intencionalmente abordada se estivéssemos acrescentando alguns desafios a mais, como medir a quantidade de água para a análise de pH, dobrar seu volume ou diminuir tantos por cento para colocar

no microscópio? Quanta geografia deixou de ser trabalhada, quando fomos à campo, vimos relevos diferentes, área urbana e rural, fauna e flora e assim sucessivamente. Se conseguirmos olhar para o currículo, buscando pontes de relação entre as disciplinas, o replanejamento se torna inerente ao engajamento ou desinteresse dos alunos.

Poder sair dos compartimentos (de disciplina, de bi/trimestre, de grade) nos desafia a olhar para a integralidade da escola e a repensar como considerar e envolver o aluno, também na sua integralidade. Isso exige a consideração de dizer “não sei”, pois não saber diante de uma pergunta cabulosa significa que você parou para ouvir e essa escuta pode ser imprevisível, mas tudo bem. Não saber em alguns momentos também é libertador, pois te provoca a aprender junto, com uma motivação real.

Projetos construídos de forma colaborativa, na relação professor-aluno, requer um tanto de disposição para o aprender junto, co-criar e muita abertura ao replanear, mudar de rota, frear tempos, avançar processos a partir de um termômetro, um *feeling* próprio à profissão de professor.

O que ainda não foi dito, mas vale um comentário

Alunos da turma 2

Os alunos da turma 2, apesar de possuírem autorização de participação e uso de dados assinados pelos pais, através do TCLE, não entraram na pesquisa por dificuldade em aprovar um adendo no CEP.

Porém, a turma 2, surpreendentemente, ao tomar conhecimento do projeto desenvolvido no 1º ano e do que a turma 1 tinha realizado em relação à água, expressou uma curiosidade grande em entender melhor. No começo, a curiosidade foi tomada como normal, devido às atividades diferentes, como visita de campo, manipulação de recursos, como microscópio e outros, o que foi gradativamente oportunizado aos alunos em parte da aula, enquanto a outra parte era destinada a outro projeto de interesse pessoal, como um projeto de vida.

Após dois meses nesse ritmo, foi observado que o interesse dos alunos pelo projeto “Nossa Água” aumentava cada vez mais, enquanto o projeto pessoal se desenvolvia à sombra, como as aulas extras da turma 1. Quando os alunos da turma 1 chegaram à solução de análise com a criação das estações, a professora problematizou a situação com a turma 2, de modo que eles chegaram à conclusão de que precisariam filtrar a água que a turma 1 analisasse. Assim, iniciou uma segunda linha de investigação para descobrir a melhor

solução de filtragem.

Com motivações próprias, os alunos da turma 2 desenvolveram atividades de análises no microscópio, pH, observação de amostras em experimento de cultura, construção e investigação com filtro artesanal, criação de filtro artesanal com vela simples e filtro com vela composta, sendo para eles a melhor solução.

Suas descobertas constam no informativo construído colaborativamente (anexo 1) entre as duas turmas, sendo que o texto final, da filtragem da água, foi construído de modo coletivo após todo o processo. Os alunos da turma 2, no momento da reunião com pais, quando se juntaram aos alunos da turma 1, auxiliaram na apresentação do projeto e dos produtos criados, acrescentando informações diferentes.

Relação com a sala regular

No final do primeiro ano, quando o projeto “Nossa Água” estava em desenvolvimento, os professores começaram a destacar, em seus relatórios anuais para o conselho de classe, algumas observações referentes aos alunos que participavam do projeto. Relatos voltados à melhoria de participação nas discussões, trabalho em grupo e interesse em temas abertos à reflexão e problematização foram destacados pelos docentes. Tais observações criaram oportunidade para que o projeto fosse socializado com os professores em Horário de Trabalho Pedagógico Coletivo (HTPC), compartilhando alguns registros do desenvolvimento.

Esse movimento possibilitou que, no ano seguinte, alguns professores se interessassem mais pelo projeto, trazendo para a pesquisadora relatos que apresentavam o quanto as temáticas trabalhadas no “Clube de Programadores” se articulavam de modo natural e voluntário com os conteúdos programáticos do ensino regular pelos alunos. De posse dessa informação, a pesquisadora solicitou aos professores um registro de cada aluno, com observações sobre o desenvolvimento destes, porém, assim como ocorreu com a turma 2, a dificuldade em registrar o adendo no CEP impossibilitou o uso de tais materiais. Outro movimento interessante, planejado pela pesquisadora e executado pelos professores, foi o registro de um debate iniciado em cada sala de aula. Na culminância com a finalização do projeto, em outubro de 2017, uma publicação local noticiou uma cobrança destinada ao então governador de São Paulo sobre um edital de despoluição da represa aprovado em janeiro daquele ano e ainda não iniciado. A abertura do tema, à mão de todos, contribuiu para o planejamento da atividade. A pesquisadora realizou cópias da notícia e solicitou aos

professores que lessem com suas respectivas turmas, abrindo um espaço para discussão posterior sobre o que os alunos sabiam sobre a represa Billings, o motivo de haver uma despoluição e a sua importância.

A grande maioria dos professores registraram a atividade por gravação via *smartphone* e alguns solicitaram registros como pequenos textos ou desenhos. Os materiais gerados apresentaram, como dados informais, o quanto a temática era relevante aos alunos do projeto, independentemente de onde estivessem e o quanto se colocavam em papéis mais ativos por compartilhar com o restante da turma informações privilegiadas. O uso de termos próprios dos conteúdos trabalhados no projeto, seguidos de explicações detalhadas para a compreensão de todos, foi outro aspecto evidenciado nos registros dos professores.

Por fim, em alguns registros físicos (texto ou desenho), foi surpreendentemente observado, em produções de alunos não participantes do projeto, elaborações com citação de ocorrência (análise de água, filtragem de água), termos próprios (microscópio, microrganismo, bactéria, protozoário) e consequência (contaminação, bactérias boas e ruins) a partir dos compartilhamentos dos alunos do projeto. De modo bastante efêmero e superficial, podemos refletir sobre a validação e horizontalidade dos conhecimentos partilhados pelos participantes do projeto e aceitos pelos demais alunos da turma.

Continuidade do projeto

O projeto “Clube de Programadores” em si teve sua finalização como projeto em contraturno, em 2017, junto com as turmas 1 e 2, que o encerraram. O planejamento junto à equipe escolar era intensificar as oportunidades de formação docente em HTPC, visando o compartilhamento dos observáveis ao longo do projeto com toda a equipe escolar. Outro ponto combinado com a equipe era oportunizar o desenvolvimento de projetos com características similares, no trânsito entre o laboratório de informática, espaço de atuação da pesquisadora e a sala de aula, estreitando as lacunas e ampliando tais oportunidades.

De imediato, o planejamento foi iniciado no começo de 2018, com uma reestruturação da grade de horário e do uso de tal espaço, além das primeiras formações docentes nos primeiros meses, possibilitada pela chegada de outra PAPP para apoio das atividades desenvolvidas. Porém, no segundo trimestre do ano, a pesquisadora, principal PAPP da escola, foi chamada a compor a equipe da Secretaria de Educação em uma função designada na equipe de Laboratório e Educação Tecnológica, ampliando o campo formativo correlato à pesquisa.

Na escola, tal como o trabalho com a variedade de recursos, tecnologias e estratégias de investigação já ocorria entre alguns docentes, o mesmo foi continuado de modo esporádico e, em algumas situações, dependendo do docente, com mais intensidade e recorrência, diluída nas práticas cotidianas da sala de aula, tal como objetiva-se a proposta.

Considerações finais

O início desta tese se voltou para os entraves e possibilidades que a BNCC trouxe à educação brasileira como um novo currículo norteador. Pela função orientadora, é bem sabido que carece de um olhar cuidadoso e uma atuação mais ativa frente os desafios e lacunas que se apresentam, buscando formas de potencializar os aspectos positivos e construir soluções onde há certos abismos. As 10 competências, listadas no início do referencial, projeta a formação de um indivíduo ideal na integralidade e que poderá atuar na sociedade de maneira ativa, protagonista e autoral. Sem sombra de dúvidas, a projeção anima e inspira todos os atores que atuam na educação e que há décadas almejam o mesmo propósito.

Dessa forma, olhamos para essa lista de projeção ideal e partimos em busca de condições propícias para tal, extrapolando as orientações mínimas e articulando abordagens e estratégias que dão condições para o alcance da formação na integralidade. Tomar o componente das Ciências Naturais como fio condutor foi especialmente intencional, pela necessidade de repensar um ensino de ciências para o dia a dia, de mudar cenários tão fadados e de apresentar perspectivas reais e possíveis de se construir, articulando temas e conteúdos pertinentes.

De imediato, conseguimos listar brevemente algumas das contribuições alcançadas com esta pesquisa e que impactaram os envolvidos diretos e têm, inclusive, potencial para impactar outros interessados. Entre elas, destacamos:

- **A reflexão acerca do ensino de ciências:** olhar para o componente das ciências da natureza foi bastante especial, pelo seu caráter imprescindível frente à formação integral. Reconhecer lacunas e oportunidades foi bastante inspirador e trouxe uma visão realista do quanto podemos transformar sua prática no dia a dia da sala de aula;
- **A reflexão acerca da BNCC como currículo norteador:** partir da BNCC nunca teve como objetivo centrar ou vincular o trabalho desenvolvido ao referencial, pois isso talvez minimizaria bastante todas as contribuições alcançadas. Mas, é certo que a escolha por partir dele se deu principalmente

pelo seu caráter normativo e nacional, trazendo a pesquisa para perto do professor no seu cotidiano, estabelecendo um ponto de relação e vínculo com o mesmo. A análise crítica, de início, deu o *start* necessário para buscarmos outras possibilidades, mostrando aos demais colegas o quanto o referencial pode auxiliar, ao passo que não devamos estar presos irreflexivamente a ele;

- **A aplicação prática no ensino público:** esse aspecto foi extremamente especial, pela importância que há em olhar para a realidade do ensino público, revelando as necessidades gritantes de investimento, mas também a abertura para fazer a diferença, mesmo com poucos recursos. Em realidades mais abastardas, talvez o tempo diminuiria pela utilização de recursos mais robustos e adequados, como um próprio microscópio *in loco*, assim como em realidade mais escassa, a necessidade de investir em estratégias diferenciadas e complementares seria maior. Mas, em ambos, notamos que é possível fazer a diferença com um ensino de ciência voltado para a formação integral;
- **A análise das metodologias ativas:** considerar outras abordagens e metodologias, a bem de uma verdadeira aprendizagem, nos tira as amarras de fidelidade a um determinado caminho a seguir, seja um material prescrito ou uma estratégia que não dialoga com a prática docente. Nesse cenário, o único segredo de suma importância é a necessidade de se conhecer, nas bases, teóricas e práticas, o que se escolheu para auxiliar as decisões do ensino, com vistas à aprendizagem;
- **A elaboração do *Framework* e do DIP:** o percurso nos possibilitou a elaboração destes instrumentos de forma processual. Ao mesmo tempo que o desenho deles nos ajudava a tomar certas atitudes, eleger estratégias e validar ações docentes e discentes, também qualificavam, a cada dia, mais instrumentos, nos fazendo olhar para a teoria com os olhos carregados de prática e questioná-la para encontrar sentido e significado a cada uma delas;
- **O compartilhamento de boas práticas:** a socialização e o compartilhamento de boas práticas é sempre uma oportunidade de inspirar e deixar ser inspirado por aqueles que nos cercam. O capítulo de análise dos dados, elaborado com o maior detalhamento possível, e a reflexão final, com as pérolas recolhidas pelo caminho, têm essa intenção de promover a autorreflexão constante e a

inspiração àqueles que se depararem com este estudo.

Dito isso, após listar um pouco das contribuições, inspirados pelo anseio de mudança e formação, partimos nessa empreitada encontrando, nas Metodologias Ativas, na sua compreensão ampla e, mais precisamente nas abordagens da Aprendizagem Criativa, Aprendizagem Significativa e do Ensino por Investigação, um caminho frutuoso para tal alcance, diante de objetivos tão ousados que construímos no começo da caminhada.

Voltando a olhar para os objetivos específicos elencados inicialmente, podemos concluir que o projeto trouxe boas contribuições e grandes pontos de reflexões acerca do fazer cotidiano da relação entre ensinar e aprender.

Quando olhamos para o fomento aos processos de aprendizagens em ciências naturais a partir de criações autorais, partimos, inicialmente, de uma problemática central e da valorização dos conhecimentos prévios, como orienta os pressupostos da Aprendizagem Significativa, para promover condições de manipulação de dados e conteúdos nas construções de produções concretas, reais e significativas, como preconiza a Aprendizagem Criativa. Foi evidenciado um aprofundamento gradual dos conhecimentos científicos, elaborados de forma natural pelos alunos, externalizados no discurso comunicador e nos produtos construídos ao longo do processo.

Tais evidências nos permitem afirmar que pensar em estratégias educacionais que possibilitam ao aluno relacionar os conteúdos curriculares com o cotidiano e sistematizar tais relações em produções que fazem sentido, apresentem função e gerem um engajamento no processo criativo, torna-se um caminho possível para a construção do conhecimento de forma contextual e relevante. De fato, desde o objetivo estipulado, a intenção de abordar conteúdos e conceitos já se dava de modo mais aberto e menos mensurável, o que não impediu de observar os alunos manipularem conceitos mais robustos para a sua classificação ano/série de modo natural e contextualizado com a prática do projeto, o que dificilmente encontramos no ensino regular.

Ainda que o ensino regular apresente uma organização mais burocrática em relação à estrutura curricular e aos tempos didáticos, reconhecemos que estratégias pautadas em metodologias mais ativas, como as citadas, tendem a favorecer uma interdisciplinaridade quase que natural e a elevar os processos de ensino e aprendizagem a um patamar diferenciado. Isso torna tais processos mais suaves e próximos aos alunos, valorizando o rigor

das relações, das construções, das aprendizagens.

No tocante às relações interpessoais, tanto dentro do grupo, quanto em outros contextos e públicos, foi observado uma qualificação significativa em diversos aspectos. Quando olhamos para estrutura argumentativa (JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, 2004), percebemos que ela sofreu um enriquecimento na sua construção estrutural com o emprego de um vocabulário mais próximo de termos científicos, de forma intencional e bem contextualizada. Outra observação ao longo do projeto foi em relação à comunicação das ideias, tanto dentro do grupo, no gerenciamento de pontos de vistas e construções colaborativas, quanto fora do mesmo, no compartilhamento dos aprendizados com terceiros. Os alunos passaram a articular dados, experiências e conhecimentos prévios em elaborações bem estruturadas, em relação ao início do projeto, com maior destreza, evidenciando mudanças significativas em tais relações.

De fato, tal objetivo se configurou como o centro do projeto, quando grande parte das estratégias utilizadas valorizava o comunicar, seja para investigar, seja para compartilhar resultados. O valor dado à comunicação, em formato de rodas, grupos, pares ou para um público externo, ganhou uma conotação própria, tornando-se uma ação cultural. “Falar sobre” já não era mais visto como uma forma de resposta a uma pergunta docente, mas como um mecanismo de aprendizagem ou, como bem define Vygotsky (2005), um meio mediador da estrutura do pensamento.

Entendemos que, assim como as relações interpessoais ganharam um *status* ímpar para o grupo ao longo do projeto, muito podem acrescentar aos processos estabelecidos em sala de aula, quando a intenção deliberada esteve nas relações em si, em como cada sujeito passou a lidar com as mesmas, provendo modificações posturais desde o início do projeto proposto.

Assim, em relação à formação intrapessoal, as atividades propiciaram aos alunos oportunidades de se enxergarem no processo de modo atuante. Interagir com o outro, respeitar as construções alheias, saber o potencial de sua fala, principalmente nas interações grupais e nas avaliações por pares e situações coletivas, são indícios de aperfeiçoamento e qualificação interna para o convívio coletivo. O contrato didático estabelecido ao longo do projeto foi resultado de uma construção processual e colaborativa, a partir da reflexão sobre cada situação, intencional ou inesperada.

O retorno dos pais, nas reuniões semestrais, e dos professores de sala, durante as interações informais ou pesquisas intencionais, apresentou indícios significativos de um maior desenvolvimento dos alunos pertencentes ao projeto. Muitos deles passaram a participar mais ativamente das aulas regulares, contribuindo com exemplos e questionamentos pertinentes, além de articularem melhor a relação entre experiência, investigação e conteúdo curricular. Ainda que algumas estratégias tenham visado aprofundar certos aspectos em relação a formação intrapessoal, como o episódio da criação de protótipo do recurso de filtragem, é sabido que muitos ganhos foram alcançados de modo processual e implícito, como resultado das relações colaborativas como balizadoras da ação pessoal.

Sabemos que esse é um desafio, mas também um dos propósitos, quando almejamos a formação integral do sujeito. Mais que o aumento de conhecimento, conceitos científicos e conteúdos escolares, esperamos que a relação estabelecida entre os pares, a estrutura escolar e o currículo possa refletir em outras áreas, olhando para o aluno em todas as suas dimensões.

Perceber como tudo se articula no desenvolvimento de uma postura científica, tal como almejou o quarto e último objetivo específico, é onde mora a beleza. Quando falamos em Alfabetização Científica (SASSERON E CARVALHO, 2008), em indicadores e aspectos que caracterizam o seu alcance, falamos, principalmente, em mudança de postura, de visão em relação à ciência, em relacionamento em comunidade, em prol de uma aprendizagem mais significativa, em alterações substanciais dos discursos e argumentos, em apropriação natural da cultura científica passível de ser vivida no dia a dia. Seria a Alfabetização Científica a propulsora das modificações cognitivas, interpessoais e intrapessoais, ou o exercício intencional para a promoção destas três e o fomento necessário para o alcance da alfabetização científica?

Decerto que não encontraremos a resposta de forma tão simples e não há tal necessidade. Enxergar, nesse percurso, ao longo dos dois anos de desenvolvimento do projeto, as condições necessárias para a continuidade de investimento e desenvolvimento da alfabetização científica é o maior ganho. Receber, dos pais e professores, retornos que evidenciam uma mudança de postura frente às questões da comunidade e do ambiente, é decerto inestimável.

Tantos ganhos nos fazem trazer para o debate a pertinência e eficácia do *Framework* construído com as 3 abordagens e utilizado como categorias para análise dos

dados, bem como o *Design Ideal Projetado* para o alcance da estrutura planejada. Os observáveis destacados nas análises nos dão indícios que o caminhar metodológico escolhido, que alicerçou a construção dos instrumentos, de modo processual, utilizados para o desenvolvimento da pesquisa, encontrou coerência na articulação entre teoria, metodologia e prática. A construção do *Design Ideal Projetado* atendeu ao almejado para o seu propósito, pois, ao utilizá-lo como mapa no planejamento e estruturação das aulas, mesmo antes de sua compilação final, contribuiu para que os princípios fundamentais destacados de cada abordagem fossem garantidos no decorrer de todo o projeto, promovendo o entrelaçamento entre as mesmas, sendo refletido no desenvolvimento dos princípios/elementos entre os alunos e evidenciados nas categorias.

De modo prático, o *Design Ideal Projetado* pôde contribuir para a dinâmica da sala de aula, ao enxergar, nas ações listadas, as características essenciais para serem garantidas na elaboração de atividades, principalmente em relação ao ensino de ciências e áreas correlatas. Enfatizamos a necessidade de apontar que tais instrumentos foram resultado de um processo que foi elaborado ao longo dos dois anos de aplicação, em um movimento de implementação-reflexão-modificação-validação, até chegarmos à versão final. Retrocedendo o processo, o mesmo instrumento propício ao planejamento pode configurar o início de uma rubrica norteadora, que permite olhar para práticas cotidianas com os “óculos” da Investigação Científica, da Aprendizagem Significativa e da Aprendizagem Criativa.

Em relação à estrutura planejada, almejou-se a qualificação e o aprofundamento de um projeto para o outro, como permite e almeja pesquisas pautadas em referenciais metodológicos da DBR. Assim, foi observada a evolução esperada, a partir do *re-design* constante das etapas e atividades. A esse respeito, é de suma importância deitar um olhar para a intencionalidade pedagógica, ainda que pareça ser um termo já bastante batido e gasto. É muito comum encontrarmos interpretações simplistas de estratégias pautadas em abordagens alinhadas às metodologias ativas, quase que como um desenvolvimento arbitrário e natural ao ser trabalhado com os alunos. Às vezes, ao se desenvolver uma atividade investigativa, espera-se que os alunos saiam da primeira experiência com a formação de hipóteses e argumentos maduros, ou que atividades pautadas na aprendizagem criativa configurem apenas oportunidades mão na massa ou com robótica, bastando disponibilizar os recursos aos alunos e pedir que criem de modo exploratório, o que já há uma integração da abordagem ao currículo.

São interpretações carentes de uma atenção e que correm perigo de subjulgamentos de tais abordagens com o crivo com que o construtivismo foi avaliado pelos que criticavam a improvisação e indisciplina associados erroneamente a ele. Onde entra a intencionalidade docente? Na certeza de que tudo é processual, intencional e passível de replanejar. Se o objetivo maior é a possibilidade de desenvolvimento das 10 competências para a formação integral, quais oportunidades cotidianas são planejadas para tal? Afinal, alcançamos o macro, dando conta do micro na rotina do dia a dia. Parecem óbvias demais tais observações, e esperamos que assim o sejam, porém, ainda enfatizamos tais aspectos. Quando trazemos o caráter cíclico que a DBR oportuniza e que foi desenvolvido a partir dos três projetos ou melhor, dois projetos com fases distintas, é justamente sobre isso que estamos falando, pois o mesmo só se torna cíclico com a visão docente acerca do que é preciso retomar, replanejar, aprofundar e avançar.

Nesse sentido, não há nada arbitrário. As ações precisam ser intencionais. Não há nada imediatista. É preciso persistência e replanejamento para se alcançar os objetivos listados. Se o objetivo é ousado, como a possibilidade de qualificação argumentativa, é preciso planejar situações para que os alunos falem, percam o medo de falar e aprendam ouvir, falem livremente, para depois, baseados em experiências, comecem a articular dados e informações e assim por diante. Tais oportunidades precisam ser ofertadas, conduzidas, mediadas, em um planejar e replanejar constante, em um *design* e *re-design* essencial.

Por fim, mas não menos importante, como olhar para todo esse percurso e enxergar a sala de aula regular? Quais são as possibilidades e entraves? Decerto que um projeto heterogêneo como esse terá maior dificuldade de ser desenvolvido em sala de aula, se considerarmos apenas tal característica. Em relação a tempo e espaço, podemos dizer que é possível. Entendendo que o projeto, apesar de ocorrer em dois anos consecutivos, utilizou apenas duas horas semanais, enxergamos viabilidade em possíveis adaptações. Entendemos ainda que o espaço utilizado para foi adaptado da rotina escolar, ocorrendo em um local de uso coletivo e permanente durante todo o desenvolvimento do projeto, tornando possível olhar para a sala de aula com uma predisposição em repensar agrupamentos, exposições, organização de materiais e outros.

Mas e os entraves? Talvez o maior deles esteja longe das mãos dos professores em solucionar e more na burocracia excessiva e na rigidez de um currículo sobrecarregado e hiper compartimentado. Ousar tais mudanças, mesmo que iniciais, requer um apoio da gestão

escolar, nas poucas brechas que o sistema possibilita. Não é impossível, mas a cobrança torna o processo exaustivo e mais trabalhoso, o que nos faz refletir sobre o quanto a formação integral, listada excessivamente na BNCC, corresponde também como objetivo do sistema educacional, independente da instância.

Finalizamos tais considerações trazendo para reflexão a necessidade de mudanças que vão muito além da vontade docente. De fato, é preciso ter vontade para se reinventar e fazer a diferença, mas tal vontade se encontra muito mais alicerçada na oferta de formação docente de qualidade do que na vontade pessoal de mover-se. Não estamos falando de formação especialista ou atribuindo ao professor generalista a impossibilidade de desenvolver projetos como este. Se o fosse, também não conseguiríamos realizar tal feito, considerando a formação de base da pesquisadora. É preciso ter traquejo para buscar meios, articular recursos, acessar oportunidades de trabalhar em parceria com especialistas de outras áreas. Essa, com certeza, é uma vantagem quase inerente a esse professor. Mas quando insistimos na necessidade de formações, dizemos mais que isto.

Ninguém sai pronto da faculdade. Mesmo com a prática, ainda parece insuficiente. É preciso continuar na caminhada, sempre. Formações que articulem teoria e prática em um movimento de descoberta do espaço escolar e de reinvenção da prática pedagógica podem ser transformadoras. Mas também não basta! É preciso um investimento em políticas públicas que dê condições, formativas, estruturais, financeiras e técnicas para que cada vez mais sejam oportunizadas possibilidades de aproximação entre o ideal e o real, o esperado pelos referenciais e diretrizes oficiais e o cobrado pelo sistema nas mais distintas maneiras. Dessa forma, conseguiremos estreitar cada vez mais as lacunas encontradas em referenciais de base.

Referências Bibliográficas

ABD-EL-KHALICK, F.; BOUJAOUDE, S.; DUSCHL, R.; LEDERMAN, N. G.; MAMLOK-NAAMAN, R.; HOFSTEIN, A.; et al. **Inquiry in science education: International perspectives.** Science Education, 88(3), 397 – 419, 2004.

ABRAHÃO, T. C.; CARVALHO, A. M. P. de. **A reflexão de professores sobre aulas de conhecimento físico.** In: VIII Encontro Nacional de Pesquisadores em Ensino de Física, 2002, Águas de Lindóia. VIII EPEF - ATAS. São Paulo - SP.: SOCIEDADE BRASILEIRA DE FÍSICA, 2002.

AHLERT, E. M.; WILDNER, M. C. S.; PADILHA, T. A. F. **Metodologias ativas de ensino e aprendizagem;** Anais do II Seminário de Educação Profissional Lajeado | RS | Brasil | 11 E 12 De Maio De 2017.

ALEGRO, R. C. **Conhecimento prévio e aprendizagem significativa de conceitos históricos no Ensino Médio.** Marília: UNESP, 2008. Tese (Doutorado em Educação). Universidade Estadual Paulista "Julio de Mesquita Filho", Marília, 2008.

ALMEIDA, Maria. E. B.; PRADO, Maria. E. B. B. **Desafios e possibilidades da integração de tecnologias ao currículo.** Ministério da Educação - Secretaria de Educação a Distância, 2008.

ALMEIDA, J. L. V.; GRUBISICH, T. M. **O ensino e a aprendizagem na sala de aula numa perspectiva dialética.** Revista Lusófona de Educação, Lisboa, n. 17, p. 65-74, 2011.

ALVES, R. M. DUINOBLOCKS. **Desenho e implementação de um ambiente de programação visual para robótica educacional.** / Rafael Machado Alves. 2013. 112 f.: il. Dissertação (Mestrado em Informática) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Instituto de Matemática, Instituto Tércio Pacitti de Aplicações e Pesquisas Computacionais, Programa de Pós-Graduação em Informática, Rio de Janeiro, 2013.

ALVES-MAZZOTTI, A. J. **O Método nas Ciências Sociais.** In: Alves-Mazzotti, A. J. e Gewandsnajder, F. O Método nas Ciências Naturais e Sociais: Pesquisa Quantitativa e Qualitativa. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2001.

AUGUSTO T. G. da S.; AMARAL I.A. **Concepções de professoras das séries iniciais, em formação em serviço, sobre a prática pedagógica em ciências.** Investigações em Ensino de Ciências, 19(1) 163-176. 2014.

AZEVEDO, R. O. M. **Ensino de ciências e formação de professores: diagnóstico, análise e proposta.** Manaus: Universidade do Estado do Amazonas - UEA, 2008. 163p. 30 cm Dissertação – UEA – Mestrado Profissional em Ensino de Ciências na Amazônia.

AZEVEDO, M. C. P. S. **Ensino por investigação:** problematizando as atividades em sala de aula. In A. M. P, Carvalho, 19–33(Org.). Ensino de ciências: unindo a pesquisa e a prática. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2004.

BACHELARD, G. **A formação do espírito científico**. Rio de Janeiro, Contraponto, 1996. Tradução Estela dos Santos Abreu.

BACICH, L. **Por que Metodologias Ativas na Educação**. In SZUPARITS, B. (Org) Guia Crescer em Rede. Edição Especial – Metodologias Ativa. São Paulo, 2018.

BARANAUSKAS, C. et al. **Uma taxonomia para ambientes de aprendizado baseados no computador**. In: VALENTE, J. A. O computador na sociedade do conhecimento. Campinas, SP: UNICAMP/NIED, 1999.

BARBERÁ, O.; VALDÉS, P. **El trabajo práctico en la enseñanza de las ciencias: una revisión**. Enseñanza de las Ciencias, 14(3), 365–379. 1996.

BASTOS, B. L., BORGES, M. e D'ABREU, J. **Scratch, Arduino e o Construcionismo: ferramentas para a educação**. Anais do Seminário de Tecnologia Educacional de Araucária “Desafios e Possibilidades para Tecnologia Educacional”; 2010.

BEILLEROT, J. **A "pesquisa": esboço de uma análise**. In: ANDRE, M. O papel da pesquisa na formação e na prática dos professores. 9. ed. Campinas: Papyrus, 2001. p. 71-90.

BELL, P. **On the theoretical breadth of design-based research in Education**. Educational Psychologist, vol. 4, núm. 39, págs. 243-253; 2004.

BERBEL, N. A. N. **As metodologias ativas e a promoção da autonomia de estudantes**. Ciências Sociais e Humanas, Londrina, v. 32, n. 1, p. 25-40, jan./jun. 2011.

BIZZO, N. **Ciências: fácil ou difícil?** São Paulo: Biruta. 2009.

BLIKSTEIN, P.; HOCHGREB-HAEGELE, T. **Leitura crítica: BNCC de Ciências, v.3. Base Nacional Comum Curricular Versão 3. Pareceres**. 2017.

_____. **Base Reflexões sobre a Base Nacional Comum Curricular: Um olhar da área de Ciências da Natureza**. Horizontes, v. 36, n. 1, p. 158-170, jan./abr. 2018.

BOGDAN, Robert; BIKLEN, Sari. **Investigação qualitativa em Educação: fundamentos, métodos e técnicas**. In: Investigação qualitativa em educação. Portugal: Porto Editora, 1994.

BORGES, Gilberto L. de A. **Perspectivas para o ensino de Ciências - volume 10 - D23 - Unesp/UNIVESP - 1a edição 2012 graduação em Pedagogia**.

BRASIL. **Parâmetros Curriculares Nacionais - 1º a 4º série; SECRETARIA DA EDUCAÇÃO FUNDAMENTAL**. Brasília: MEC/SEF, 1997.

Resolução CEB Nº 2, de 7 de abril de 1998. Institui as Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Fundamental. Brasília: MEC, 1998.

_____. MEC/SEB. **O ensino fundamental de nove anos: orientações gerais.** Brasília: MEC/SEB, 2004.

_____. **Base Nacional Comum Curricular (BNCC).** Segunda versão revista. Brasília, MEC/CONSED/UNDIME, 2016. Disponível em: Acesso em: 02 nov. 2016.

_____. **Base Nacional Comum Curricular (BNCC).** Educação é a Base. Brasília, MEC/CONSED/UNDIME, 2017.

BRITO, L. O. de; FIREMAN, E. C. **Ensino de ciências por investigação: uma estratégia pedagógica para promoção da alfabetização científica nos primeiros anos do ensino fundamental.** Ens. Pesqui. Educ. Ciênc. (Belo Horizonte) [on-line]. 2016, vol.18, n.1, pp.123- 146.

BROCKVELD, M. V. V; TEIXEIRA, C. S.; SILVA, M. R. **A Cultura Maker em prol da inovação: boas práticas voltadas a sistemas educacionais.** Anais da Conferência ANPROTEC. 2017.

BURD, L. **Desenvolvimento de Software para Atividades Educacionais.** Universidade Estadual de Campinas, Brasil. 1999. 241 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica e da Computação) – Faculdade de Engenharia Elétrica e da Computação. Unicamp, Campinas, 1999.

BUSTAMANTE, S. B. V. **Ensinar e Deixar Aprender: A Formação do Facilitador Logo.** In: O Professor no Ambiente Logo: Formação e Atuação. Organizado por José Armando Valente. Campinas-SP.: Gráfica Central da UNICAMP, 1996. p.174-185.

_____. **Afinal, o que é Aprendizagem Criativa?** Revista Faber-Castell de Aprendizagem Criativa. Edição Agosto de 2018.

CACHAPUZ, A.; GIL-PÉREZ, D.; CARVALHO, A. M. P.; PRAIA, J.; VILCHES, A. **A necessária renovação do Ensino das Ciências.** 3.ed. São Paulo: Cortez, 2011.

CAMEJO I. E. A; GALEMBECK E. **El papel de la experimentación didáctica en la enseñanza de las ciencias: evidencia del aprendizaje significativo de sus maestros.** Amazônia. Rev. de Educ. em Ciências e Matemáticas. v.16, n. 36, 2020. p. 53-65. ISSN: 2317-5125.

CAMPOS, M. C. C; NIGRO, R. G. **Didática de ciências: O ensino-aprendizagem como investigação.** São Paulo. FTD, 1999.

CAÑAL, P. **La alfabetización científica: ¿necesidad o utopía? Scientific literacy: A need or and ideal?.** Cultura y Educación. 16. 245-257.2004.

CAPECCHI, M.C.V. de M. **Problematização no ensino de Ciências.** In A. M. P., Carvalho (Org.). Ensino de Ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula. São Paulo: Cengage Learning, 1–21, 2018.

CARR, W.; KEMMIS, S. **Teoria crítica de la enseñanza: la investigacion-accion en la**

formacion del profesorado. Barcelona. 1988. 245p.

CARVALHO, A. M. P. de. **A pesquisa no ensino, sobre o ensino e sobre a reflexão dos professores sobre seus ensinios.** Educação e Pesquisa, v.28, n.2, p.57-67, 2002.

_____. **O ensino de Ciências e a proposição de sequências de ensino investigativas.** In A. M. P., Carvalho (Org.). Ensino de Ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula. São Paulo: Cengage Learning, 1–21, 2018.

CARVALHO, A. M. P; GIL-PÉREZ, D. **Formação de Professores de Ciências: tendências e inovações.** 10. ed. São Paulo: Cortez Editora, 2011. 128p.

CHASSOT, A. **Alfabetização Científica: questões e desafios para a educação.** Ijuí: Unijuí, 2003.

CHITUNGO, H. H. C. **O uso de laboratórios remotos no ensino de física na educação básica: estudo de caso em escola da rede pública.** Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Campus Araranguá, Programa de Pós-Graduação em Tecnologias da Informação e Comunicação, Araranguá, 2018.

COLLINS, A., Joseph, D., & Bielaczyc, K. (2004). **Design research: Theoretical and methodological issues.** Journal of the Learning Sciences, 13(1), 15–4., https://doi.org/10.1207/s15327809jls1301_2

CORAZZA, S. M. **Base Nacional Comum Curricular: apontamentos crítico-clínicos e um trampolim.** Revista Educação, v.39, n. esp. (supl.), p135-144, dez. 2016.

CORSINO, P. **As crianças de seis anos e as áreas do conhecimento.** In BRASIL. Ensino fundamental de nove anos: orientações para a inclusão da criança de seis anos de idade. Brasília: Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica, 2007.

CROTTY, M. (1998). **The foundations of social research.** Crows Nest, Australia: Allen & Unwin.

DELIZOICOV, D. **Problemas e problematizações.** In: Pietrocola, M. (Org.). Ensino de Física: conteúdo, metodologia e epistemologia em uma concepção integradora. Florianópolis: UFSC, p. 125-150, 2001.

DELORS, J. Learning: **The Treasure within: Report to UNESCO of the International Commission on Education for the Twenty-First Century.** Paris: Unesco Publishing, 1996.

DIESEL, Aline; BALDES, Alda Leila Santos; MARTINS, Silvana Neumann. **Os princípios das metodologias ativas de ensino: uma abordagem teórica.** Revista Thema, v. 14, n. 1, p. 268-288, 2017.

DRIVER, R., ASOKO, H., LEACH, J., MORTIMER, E. F., & SCOTT, P. **Constructing scientific knowledge in the classroom.** Educational Research, 23(7), 5–12, 1994. Traduzido por Eduardo Mortimer, 1999.

DUSCHL, R. A. **The HS lab experience:** reconsidering the role of evidence, explanation and the language of science – paper prepared for the Committee on High School Science Laboratories: role and vision. Washington: National Research Council, 2004.

DUSCHL, R. **Science education in three-part harmony:** Balancing conceptual, epistemic, and social learning goals; *Review of Research in Education*, 32, 268 – 291, 2008.

DZIEKANIAK G, ROVER A. **Sociedade do Conhecimento:** características, demandas e requisitos Vol. 7, No 1 (2012). *Pesquisa Brasileira em Ciência da Informação e Biblioteconomia* ISSN: 1981-0695.

ESTEBAN, Maria P.S. **Pesquisa Qualitativa em Educação.** Fundamentos e Tradições. Porto Alegre: ARTMED, 2010.

FÁVERO, A.A.; BECHI, D. **O conceito de experiência e a formação para a democracia numa perspectiva Deweyana.** *Revista Educação*; UFMG; 2017.

FERRUZZI, E.C. **Considerações sobre a linguagem de programação logo.** Florianópolis: UFSC/Grupo de Estudo de Inteligência Artificial Aplicada à Matemática, 2001.

FIN, A. S. D. U., & MALACARNE, V. U. (2012). **A concepção do ensino de ciências na educação infantil e as suas implicações na formação do pensamento científico no decorrer do processo educacional.** Seminário de Pesquisa PPE. Universidade Estadual de Maringá.

FLORES, J., CABALLERO, M. C; MOREIRA, M. A. **El laboratorio en la enseñanza de las ciencias:** Una visión integral en este complejo ambiente de aprendizaje. *Revista de Investigación*, 68(330), 75–112. 2009.

FOUREZ, Gérard. **Crise no ensino de ciências?** Dept "Sciences, Philosophies, Sociétés", *Investigações em Ensino de Ciências – V8 (2)*, pp. 109-123, 2003.

FRANCO, L.G; MUNFORD. D. **Reflexões sobre a Base Nacional Comum Curricular:** Um olhar da área de Ciências da Natureza. *Horizontes*, v. 36, n. 1, p. 158-170, jan./abr. 2018.

FREIRE, P. **Pedagogia do Oprimido.** 17^a ed. Rio de Janeiro, Paz e Terra, 1987.

_____. **Pedagogia da Autonomia:** saberes necessários à prática educativa. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 20 ed., 1996.

GAIER, M.B.; *Aprendendo a Programar em Arduino.* Realização: PET Auto Net. Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de Mato Grosso - Campus Cuiabá, 2011.

GIL PÉREZ, D.; MONTORO, I. F.; ALÍS, J. C.; CACHAPUZ, A.; PRAIA, J. (2001). **Por uma imagem não deformada do trabalho científico.** *Ciência & Educação*, 7(2), 125–153. GOWIN D. B. **Educating.** Ithaca, N.Y.: Cornell University Press. 210 p. 1981.

GUALBERTO, P. M. de A.; ALMEIDA, R. **Formação de professores das séries iniciais**: Algumas considerações sobre a formação matemática e a formação dos professores das licenciaturas em Pedagogia. *Olhar de Professor*, Ponta Grossa, v. 12, n. 2, p. 287-308, 2009.

GUISSO, S. M.; COELHO, G. R. **A formação do pedagogo e o ensino de ciências**: uma reflexão a partir do Projeto Pedagógico do Curso de Pedagogia de uma faculdade privada do interior do Espírito Santo. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 11., 2017, Florianópolis. Anais... Rio de Janeiro: ABRAPEC, 2017. v. 1, p. 1-12.

HARLEN, W. **Enseñanza y aprendizaje de las ciencias**. 2ª ed., Madrid: Morata, 1994.

HELENO, C. R. **Contribuição à crítica da Base Nacional Comum Curricular** – a máscara do conformismo na educação do Banco Mundial. 2017. 145 f. Dissertação (Mestrado Acadêmico em Educação) - Universidade Estadual de Feira de Santana, Feira de Santana, 2017.

HODSON, D. **Hacia um Enfoque más Crítico del Trabajo de Laboratorio**. Enseñanza de las Ciencias, Barcelona, v. 12, n.3, p. 299-313. 1994.

JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, M.P. **La Catástrofe del Prestige**: Racionalidad Crítica versus Racionalidad Instrumental, *Cultura y Educación*, v.16, n.3, 305-319. 2004.

JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, M. P.; BROCCOS, P. **Desafios metodológicos na pesquisa da argumentação em ensino de ciências**. Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências, v. 17, n. especial, p. 139-159, 2015.

JUNIOR, C. A. M.; LIMA, V.V.; PADILHA, R. de Q. **Integrando emoções e racionalidades para o desenvolvimento de competência nas metodologias ativas de aprendizagem**. *Interface (Botucatu)*, Botucatu, v. 22, n. 65, p. 577-588, abr. 2018.

KNEUBIL, F. B.; PIETROCOLA, M. (2017). **A pesquisa baseada em design**: visão geral e contribuições para o Ensino de Ciências. *Investigações em Ensino de Ciências*, 22(2), 1–18. <http://dx.doi.org/10.22600/1518-8795.ienci2017v22n2p01>

KRASILCHIK, M., & MARANDINO, M. (2007). **Ensino de ciências e cidadania**. 2. ed. São Paulo: Moderna.

KUBO, O. M. & BOTOMÉ, S. P. (2001). **Ensino-aprendizagem**: uma interação entre dois processos comportamentais. *Interação*, 5, 133-171.

LAKATOS, E. M., & MARCONI, M. A. **Fundamentos de metodologia científica** 5. ed. - São Paulo: Atlas. 2003.

LEMKE, J. L. (2006). **Investigar para el futuro de la educación científica**: nuevas formas de aprender, nuevas formas de vivir. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 24(1), 5–12.

LIMA, M. E. C. C.; MAUÉS, E. **Uma releitura do papel da professora das séries**

iniciais no desenvolvimento e aprendizagem de ciências das crianças. Ensaio v. 8, n. 2, p.161-175, dez. 2006.

LOGO HISTORY. (2015). Retrieved November 17, 2015, from http://el.media.mit.edu/logofoundation/what_is_logo/history.html

LORENZETTI, L. e DELIZOICOV, D. (2001). **Alfabetização científica no contexto das séries iniciais.** Ensaio pesquisa em educação de ciências, 3(1). (pp. 1-17).

MACEDO, KDS; ACOSTA, BS; SILVA, EB; SOUZA, NS; BECK, CLC; SILVA, KKD. **Metodologias ativas de aprendizagem:** caminhos possíveis para inovação no ensino em saúde. Esc Anna Nery. 2018; 22(3): e20170435.

MACHADO, V. F.; SASSERON, L. H. **As perguntas em aulas investigativas de ciências:** a construção teórica de categorias. Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências, 12(2), 29–44, 2012.

MALACARNE, V.; STRIEDER, D. **O desvelar da ciência nos anos iniciais do ensino fundamental:** um Olhar pelo viés da experimentação, Vivências: Revista Eletrônica de Extensão da URI, Vol.5, N.7: p.75-85, Maio/2009.

MATTA, A. E. R., SILVA, F. P. S., & BOAVENTURA, E. M. (2014). **Design-based research ou pesquisa de desenvolvimento:** metodologia para pesquisa aplicada de inovação em educação do século XXI. Revista da FAEEBA: Educação e Contemporaneidade, Salvador, 23(42), 23–36.

MEGID NETO, J. T. **Parecer analítico sobre a BNCC-Ciências da natureza.** Base Nacional Comum Curricular Versão 3. Pareceres. Campinas, 2017.

MELO, M. G. de A.; CAMPOS, J. S. e ALMEIDA, W. dos S. **Dificuldades enfrentadas por Professores de Ciências para ensinar Física no Ensino Fundamental;** R. B. E. C. T., vol 8, núm. 4, set-dez.2015 ISSN - 1982-873X.

MELO, M. S; SILVA, R. R. **A interação entre conceitos cotidianos e científicos no ensino do tema atmosfera.** XI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – XI ENPEC Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC – 3 a 6 de julho de 2017.

MORAN, J. Mudando a educação com metodologias ativas. Coleção Mídias Contemporâneas. Convergências Midiáticas, Educação e Cidadania: aproximações jovens. Vol. II, PG: Foca Foto, PROEX/UEPG, 2015.

_____. **Metodologias ativas para aprendizagem mais profunda.** In: BACICH, Lilian; MORAN, J. Metodologias ativas para uma educação inovadora. Porto Alegre: Penso. 2018, cap.1, p. 1-16.

MOREIRA, M.A. **Modelos mentais. Investigações em Ensino de Ciências,** Porto Alegre, 1(1), p.193-232, 1996.

Graduação em Educação em Ciências.

_____. **Aprendizagem significativa crítica.** Atas do III Encontro Internacional sobre Aprendizagem Significativa, Lisboa (Peniche), 2000(a).

_____. **Aprendizaje significativo: teoría y práctica.** Madrid: VISOR. 100 p. 2000(b).

_____. **A teoria da aprendizagem significativa e sua implementação em sala de aula.** Brasília: Editora da UnB, 2006 (a).

_____. **Aprendizagem Significativa: da visão clássica à visão crítica.** En Ojeda Ortiz, J. A., Moreira, M. A. y Rodríguez Palmero, M. L. (org.). *Indivisa, Boletín de Estudios e Investigación, monografía VIII.* La Salle/Ed. SM: Madrid. Págs. 83-96, 2006 (b).

_____. **Diagramas V e Aprendizagem Significativa.** Revista Chilena de Educación Científica, 2007, vol. 6, N. 2, pp. 3-12.

_____. **Aprendizagem Significativa Crítica.** Arquivo pessoal. www.if.ufrgs.br/~moreira. 2010.

_____. **Potentially meaningful teaching units-PMTU.** Porto Alegre: Instituto de Física da UFRGS, 2011.

_____, Marco Antonio. **¿ Al final, qué es aprendizaje significativo?.** *Currículum: revista de teoría, investigación y práctica educativa.* La Laguna, Espanha. No. 25 (marzo 2012), p. 29-56, 2012.

_____. **Aprendizagem Significativa em Mapas Conceituais.** Textos de Apoio ao Professor de Física, Vol. 24, N. 6, 2013, do PPGEnFis/IF-UFRGS, Brasil.

MOREIRA, Marco Antônio; MASINI, Elcie. *Aprendizagem Significativa: a teoria de David Ausubel.* 2 ed. São Paulo: Centauro. 2001.

_____. **Aprendizagem significativa: a teoria de aprendizagem de David Ausubel.** 2ª ed. São Paulo: Centauro Editora. 2006.

MORTIMER, E. F; SCOTT, P; **Atividade discursiva nas salas de aula de ciências: uma ferramenta sociocultural para analisar e planejar o ensino.** *Investigações em Ensino de Ciências,* Porto Alegre, v. 7, n. 3, p. 3. 2002.

MOSER, Alvino. **Tendências epistemológicas-teóricas da pesquisa educacional.** Curitiba/ PR: Educar, 6 (1/2), jan./dez, 1987. 87-99pp.

MUENCHEN, C.; DELIZOICOV, D. **Concepções sobre problematização na educação em ciências.** *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas,* [en línea], 2013, n.º Extra, pp. 2447-51.

MUNFORD, D.; LIMA, M. E. C. C. **Ensinar ciências por investigação: em que**

estamos de acordo? Ensaio: pesquisa em educação em ciências, Belo Horizonte, v. 9, n. 1, p. 72-89, 2007.

NASCIMENTO, T. E.; COUTINHO, C. **Metodologias ativas de aprendizagem e o ensino de Ciências**. Multiciência On-line, p. 134-154, 2016.

NEIRA, M.G. **Terceira Versão da BNCC: Retrocesso Político e Pedagógico**. XX Conbrace. Goiana, 2017.

NETO, J. A.S; JUNIOR, O. F. A. e VALENTIM, M. L. P. **Sociedade da Informação, do Conhecimento ou da Comunicação? A questão da apropriação da informação**; Anais do V SECIN, 2013, p. 179 – 197.

NOVAK, J. D. **Uma teoria de educação**. São Paulo, Pioneira. Tradução para o português, de M.A. Moreira, do original A theory of education. Ithaca, N.Y., Cornell University, 1977. 252 p.; 1981.

Educativa, Ponta Grossa, v.5, n.1, p. 9-29, jan.-jun. 2010.

NOVAK, J. D.; GOWIN, D. B. **Aprender a aprender**. Lisboa: Platano Edições Técnicas, 1984. Tradução autorizada.

NUNES, F. G. **Professores e Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN): Como está essa Relação?** RA'EGA – O Espaço Geográfico em Análise. 2007. v. 24. p. 92-97.

NUNES, T. S., MOTOKANE, M. T. **Características das hipóteses em sequências didáticas investigativas**. Trabalho apresentado no X Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – Águas de Lindóia, SP, pp.1–8, 2015.

OSTERMANN, F. e CAVALCANTI, C. **Teorias de Aprendizagem**. Porto Alegre. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Editora Evangraf, 2011.

PACHECO, T. A.; DAMASIO, F. **Aprendizagem Significativa Crítica para introduzir conceitos físicos nos anos iniciais do ensino fundamental**. Aprendizagem Significativa em Revista, v. 4, p. 41, 2014.

PAIVA, M. R. F. et al. **Metodologias ativas de ensino-aprendizagem: revisão integrativa**. SANARE-Revista de Políticas Públicas, Sobral, v. 15, n. 2, p. 145-153, jun./dez. 2016.

PAPERT, S. *Mindstorms: children, computers and powerful ideas*. New York: Basic Books, 1980. Traduzido para o português em 1985, como *Logo: computadores e educação*, Editora Brasiliense, São Paulo.

_____. **Situating Constructionism**. In I. Harel e S. Papert (Ed.), *Constructionism* (pp. 1-12). Norwood, NJ: Ablex Publishing, 1991.

_____. **A máquina das crianças**. Repensando a escola na era da informática. Trad. Sandra Costa. Porto Alegre: Artes Médicas, 1994.

- _____. **Hard Fun.** Article for the Bangor Daily News. Bangor, Maine, 2002
- _____. **A máquina das crianças.** Repensando a escola na era da informática. Ed. Revisada. Porto Alegre: Artmed, 2008.
- PAVÃO, A. C. **Ensinar ciências fazendo ciência.** In: PAVÃO, Antonio Carlos; FREITAS, Denise de. (orgs.) *Quanta Ciência há no Ensino de Ciências.* São Carlos. EdUFSCar. 2017. 332p. 2ª reimpressão.
- PELIZZARI, A. et al. **Teoria da aprendizagem significativa segundo Ausubel.** Revista PEC, 2(1), 37-42. 2002.
- PESTANA, S. F.P. **Afinal, o que é educação integral?** Revista Contemporânea de Educação, v. 9, n. 17, jan./jun. 2014.
- PLOMP, T. **Educational Design Research: an Introduction.** In VAN DEN AKKER; J. et al. *An Introduction to Educational Design Research.* Enschede, 3ª impressão de março de 2010.
- POWELL, J. **Papert's Legacy: Logo, Legos, and Playful Learning.** ResearchGate, 2017.
- PRETTO, N. de L. **A ciência nos livros didáticos,** 2ª ed. Campinas: Editora da Unicamp/ Salvador: Editora da UFBA, 1995.
- PRETTO, N; PINTO, C. da C. **Tecnologias e novas educações.** Revista Brasileira de Educação v. 11 n. 31 jan./abr. 2006.
- RAABE, A; GOMES, E.B. **Maker: uma nova abordagem para tecnologia na educação.** Revista Tecnologias na Educação – Ano 10 – Número/Vol.26 Edição Temática VIII – III Congresso sobre Tecnologias na Educação (Ctrl+E 2018). Junho, 2018.
- RAMOS, P., GIANNELLA, T. R., & STRUCHINER, M. **A pesquisa baseada em design em artigos científicos sobre o uso de ambientes de aprendizagem mediados pelas tecnologias da informação e da comunicação no ensino de ciências: Uma análise preliminar.** Trabalho apresentado no VII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, Florianópolis, SC; 2009.
- RASERA, E., & JAPUR, M. **The meanings of social construction: the constructionist invitation to Psychology.** *Paidéia* (Ribeirão Preto), 15(30), 21-29. 2005; <https://doi.org/10.1590/S0103-863X2005000100005>.
- RESNICK, M. **“Lifelong Kindergarten,”** presentation deliver thinking teaching for the knowledge society ered at the annual symposium of the Forum for the Future of Higher Education, Aspen, Colorado, September 2001.
- RESNICK, M. et al. **Scratch: programming for all.** In: *Communications of the ACM*, v.52, n.11, p. 60-67. 2009.
-
- New technologies help students navigate the creative thinking spiral. *Learning & Leading with Technology* | December/January 2007–08.

_____. **Lifelong Kindergarten.** Cultures of Creativity. 2013.

_____. **Give P'sa chance:** Projects, peers, passion, play. In Constructionism and creativity: Proceedings of the Third International Constructionism Conference. Austrian Computer Society, Vienna (pp. 13-20), 2014.

_____. **Lifelong Kindergarten: Cultivating Creativity Through Projects, Passion, Peers, and Play,** MIT Press, Cambridge MA. 2017.

_____. **Jardim de infância para a vida toda:** por uma aprendizagem criativa, mão na massa e relevante para todos. Tradução: Mariana Casetto Cruz, Livia Rulli Sobral; Revisão técnica: Carolina Rodeghiero, Leo Burd. Porto Alegre: Penso, 2020.

RIBEIRO, M. E. M.; RAMOS, M. G. **A pesquisa em sala de aula no âmbito do ensino de Ciências:** a perspectiva da Base Nacional Comum Curricular do Ensino Fundamental. EDEQ: 37 Encontro de debates sobre ensino de Química, FURG, nov./set. 2019.

RICCIA, V.; CARVALHO, A. M. P. de. **Competências e formação de docentes dos anos iniciais para a educação científica.** Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências (on-line), v. 18, p. 1-22, Belo Horizonte, 2016.

RODEGHIERO, C.C; SPEROTTO, R.I; ÁVILA, C.M.O. **Aprendizagem criativa e scratch:** possibilidades metodológicas de inovação no ensino superior. Momento: diálogos em educação, E-ISSN 2316-3100, v. 27, n. 1, p. 188-207, jan./abril. 2018.

SANTANA-FILHO, A., SANTANA J., & CAMPOS, T. **Ensino de ciências naturais nas séries/anos iniciais do ensino fundamental.** Trabalho apresentado no V COLÓQUIO Internacional Educação e Contemporaneidade. São Cristóvão, SE. 2011.

SANTOS, L. L. de C. P.; DINIZ-PEREIRA, J. E. **Tentativas de Padronização do Currículo e da Formação de Professores do Brasil.** Caderno Cedes, Campinas, v. 36, n. 100, p. 281- 300, set.-dez, 2016.

SASSERON, L. H.; CARVALHO, A. M. P. **Almejando a alfabetização científica no ensino fundamental:** a proposição e a procura de indicadores do processo. Revista Investigações em Ensino de Ciências, 13(3), 333–352, 2008.

_____. Alfabetização científica: uma revisão bibliográfica. Investigações em ensino de ciências, 16(1), 59–77, 2011.

_____. **Ações e indicadores da construção do argumento em aula de ciências.** Ensaio, Belo Horizonte, v. 15, n. 2, p. 169-189, 2013.

SASSERON, L. H. **Alfabetização científica, ensino por investigação e argumentação:** relações entre ciências da natureza e escola. Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências, Belo Horizonte, MG, 17(esp), 49–67, 2015.

_____. **Ensino de ciências por investigação e o desenvolvimento de práticas:** uma mirada para a base nacional comum curricular. Revista Brasileira de

Pesquisa em Educação em Ciências, 18(3), 1061–1085, 2018a
<http://dx.doi.org/10.28976/1984-2686rbpec20181831061>.

_____ (b), **Interações discursivas e investigação em sala de aula:** o papel do professor. In: Anna Maria Pessoa de Carvalho. (Org.). Ensino de Ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula. 1ed. 3ª imp. São Paulo: Cengage Learning, v. 1, p. 41-62, 2018b.

SCHROEDER, E. **Conceitos Espontâneos e Conceitos Científicos:** O Processo da Construção Conceitual em Vygotsky. ATOS DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO – PPGE/ME FURB ISSN 1809–0354 v. 2, nº 2, p. 293-318, maio/ago. 2007.

SEIXAS, R. H. M.; CALABRÓ, L.; SOUSA, D. O. **A Formação de professores e os desafios de ensinar Ciências.** Revista Thema, Porto Alegre, v. 14, n. 1, p. 289-303, 2017.

SILVA, C de S.; PENIDO, M.C.M. **Uma leitura sobre problematizações no ensino de ciências.** Trabalho apresentado no VIII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, Campinas, SP, 2011.

SILVA, A. H; GOMES, L. C. **A teoria de aprendizagem de Bruner e o ensino de ciências.** Arquivos do MUDI, v 21, n 03, p. 13-24, 2017.

SOBREIRA, E. S. R. **Tecnologias digitais no ensino de ciências para crianças:** autoria e interações em uma proposta educativa explorando o tema energia. 2017. 1 recurso on-line (263 p.). Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Física Gleb Wataghin, Campinas, SP. Disponível em: <<http://www.repositorio.unicamp.br/handle/REPOSIP/330423>>.

SOBREIRA, E. S. R.; TAKINAMI, O.K.; SANTOS, V.G. dos. **Programando, Criando e Inovando com o Scratch:** em busca da formação do cidadão do século XXI. II Congresso Brasileiro de Informática na Educação (CBIE 2013) e II Jornada de Atualização em Informática na Educação (JAIE 2013). Unicamp, 2013.

TEIXEIRA, E. B. **Análise de dados na pesquisa científica:** importância e desafios em estudos organizacionais. Desenvolvimento em Questão, 1(2), 177–201; 2003.

TEIXEIRA, B. de B.; LESSA, P. B. **Política Curricular e Formação de Professores:** os PCN no Projeto Veredas em Minas Gerais. Currículo sem Fronteiras, [S.L], v. v.11, n. N.2, p. 36- 53, jan. 2011.

TONEGUTTI, C. A. **Base Nacional Comum Curricular:** Uma Análise Crítica. 2016 em http://www.sismmac.org.br/disco/arquivos/eventos/Artigo_BNC_Tonegutti.pdf.

TRIVELATO, S. L. F.; TONIDANDEL, S. M. R. **Ensino por investigação:** eixos organizadores para sequências de ensino de Biologia. Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências, v. 17, n. especial, p. 97-114, 2015.

TRIVELATO, S. F; SILVA, R. L. F. **Ensino de Ciências.** São Paulo, Cengage Learning, 2017 (coleção ideias em ação/coordenadora Anna Maria Pessoa de Carvalho). 1ª ed. 4ª reimp.

TULHA, C. N.; CARVALHO, M. A. G.; COLUCI, V. R. **Uso de Laboratórios Remotos no Brasil: uma revisão sistemática.** Informática na Educação: teoria e prática, Porto Alegre, v. 22, n. 2, p. 195-209, maio. /ago. 2019.

UNESCO. **Ensino de Ciências: O futuro em risco.** Brasília, 2005.

_____. **Educação para a cidadania global: preparando alunos para os desafios do século XXI.** -- Brasília, 2015.

_____. **UNESCO Science Report: towards 2030.** Paris: Author, 2015.

_____. **United Nations Educational, Scientific and Cultural Organisation. Education for people and planet: Creating sustainable futures for all.** Paris: Author, 2016.

VALENTE, José Armando (org). **O Professor no Ambiente Logo: formação e atuação.** Campinas: UNICAMP/NIED, 1996.

_____. **A telepresença na formação de professores da área de informática em educação: implantando o construcionismo contextualizado.** IV Congresso RIBIE, Brasília 1998.

_____. **O computador na sociedade do conhecimento/José Armando Valente, organizador;** Campinas, SP:UNICAMP/NIED, 1999. 156p.

VALENTE, J. A.; ALMEIDA, M. E. B. de; GERALDINI, A. F.S. **Metodologias ativas: das concepções às práticas em distintos níveis de ensino.** Revista Diálogo Educacional, Curitiba, v. 17, n. 52, p. 455-478, abr./jun. 2017.

VALLE, M. G. **Movimentos e práticas epistêmicos e suas relações com a construção de argumentos em aulas de ciências.** 2014. 165 f. Tese (Doutorado em Educação, área de concentração Ensino de Ciências e Matemática) – Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2014.

VAN DEN AKKER, J. **Principles and methods of development research.** In Van den Akker, J. et al. (Org.) *The Design methodology and developmental research in education and training* (pp.1-14). The Netherlands: Kluwer Academic Publishers. 1999.

VEGA GARZÓN, J. C. **Desenvolvimento e avaliação de um aplicativo de realidade aumentada (RA) para ensino e aprendizagem do metabolismo,** 2017. Tese (doutorado em Biologia) – Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Biologia. – Campinas, SP.

VIANNA, D. M.; CARVALHO, A. M. P. **Formação permanente: a necessidade da informação entre a ciência dos cientistas e a ciência da sala de aula.** Ciência e Educação, São Paulo, v. 6, n. 1, p. 31-42, 2000.

VIECHENESKI, J. P.; LORENZETTI, L.; CARLETTO, M. R. **Desafios e práticas para o ensino de ciências e alfabetização científica nos anos iniciais do ensino fundamental.** Atos de Pesquisa em Educação, v.07, n.3, 2012, p. 853-876.

VYGOTSKY, L. S. **Pensamento e linguagem**. 3 ed. São Paulo: Martins Fontes, 2005. [ebook:vigo.html - 2007]

WANG, F., & HANNAFIN, M. J. **Design-based research and technology-enhanced learning environments**. Educational Technology Research and Development, 53(4), 5–23, 2005.

WESTBROOK, R. B. **John Dewey**. In: WESTBROOK, Robert B; TEIXEIRA, Anísio Teixeira; ROMÃO, José Eustáquio; RODRIGUES, Verone Lane Rodrigues (org.). John Dewey. Recife: Fundação Joaquim Nabuco, Editora Massangana, 2010.

YAMAMOTO, I.; BARBETA, V. B. **Simulações de Experiências como Ferramenta de Demonstração Virtual em Aulas de Teoria de Física**. Revista Brasileira de Ensino de Física, vol. 23, no. 2, Junho, 2001.

ZANCAN, G.T. **Educação Científica: Uma Prioridade Nacional**. São Paulo Perspec, 14, 3-7, 2000.

ZANCUL, M. C. de S. **O ensino de ciências e a experimentação: algumas reflexões**. In: PAVÃO; A. C; FREITAS, D. (org) Quanta ciência há no ensino de ciências. São Carlos: EdUFSCar, 2017.

ZOMPERO, A. F.; LABURU, C. E. **Atividades investigativas no ensino de ciências: aspectos históricos e diferentes abordagens**. Ensaio: pesquisa em educação em ciências, Belo Horizonte, v. 13, n. 3, p. 67-80, 2011.

ZOMPERO, A. F., ANDRADE, M. A. B. S.de; MASTELARI, T. B.; VAGULA, E. **Ensino por investigação e aproximações com a aprendizagem baseada em problemas**. Debates em Educação. Maceió. Vol. 11. Nº. 25. Set./Dez. 2019.

Anexos

Anexo 1: Folheto sistematizador

Acesse: [V1 - final](#) e [V2 - Scratch Conference 2018](#)

Emeb Neusa Macellaro Callado Moraes—Projeto Clube de Programadores
Papp Verônica Gomes—2016/2017

Represa Billings

A cidade de São Bernardo - SP é banhada pela represa **Billings**. Como ela é grande, tem trechos em muitos bairros, mas em cada um pode parecer que tem uma represa diferente. Às vezes é limpa e podemos nadar e pescar, mas às vezes é muito suja, provocando doenças na pele e viroses. Então é preciso analisar a qualidade da água antes de entrar para se divertir, beber ou usar para cozinhar. Vamos te dar algumas dicas:

Temperatura



A temperatura ideal para o consumo é entre 15°C a 20°C, que protege e hidrata nossos órgãos vitais. Muito quente ou muito gelada pode atrapalhar o bom funcionamento de alguns órgãos.

Nós criamos uma estação de análise com um sensor de temperatura, que apresenta na tela do **Scratch** como está a temperatura da água e se está boa para beber. Se você não tiver uma estação como essa, apenas tome cuidado para não beber muita água gelada ou quente.



Turbidez



Água turva é quando a água está suja, escura e normalmente não faz muito bem para ser consumida. Ela também pode ficar turva quando despejam muito esgoto ou lixo nas represas e rios. No aquário fica turva com luz forte ligada por muito tempo ou exposto ao sol, pois podem crescer muitas bactérias. No sol também pode aumentar a quantidade de algas com a fotossíntese deixando a água esverdeada.

Nós criamos uma estação que mede a turbidez ligando um laser e um **LDR** no **Arduino** e programamos no **Scratch**. Podemos observar a qualidade da água, se está límpida ou turva pela sua transparência.



pH

O pH significa “potencial hidrogenionico” que mede o grau de acidez de soluções a base de água. O resultado pode ser ácido, neutro ou alcalino. Dependendo do valor do pH encontramos alguns tipos de peixes e outros microrganismos. Geralmente a água mineral não é neutra e sim mais alcalina.



Nossa estação tem um sensor de pH que analisa a água e mostra o valor medido no **Scratch**.



Microrganismos



Existem muitos microrganismos na água, como algas, bactérias, fungos, protozoários e outros. Alguns não prejudicam a nossa saúde, mas outros podem trazer muitas doenças. É difícil saber se tem microrganismo apenas olhando, pois eles são muito pequenos.

A estação que fizemos tem uma webcam que pega a imagem de um microscópio digital que amplia a visualização da água analisada. No **Scratch** nós fizemos uma animação que explica o que aparece no vídeo.



Tratamento da água

Quando não sabemos se a água é limpa, precisamos tratar principalmente antes de beber. A filtragem é uma das soluções de tratamento. Nós fizemos um filtro artesanal com pedras, cascalho, algodão e areia, mas só separou a sujeira grande. Então, descobrimos nas nossas pesquisas que os filtros que tem velas são muito bons. Fizemos dois filtros um deles com uma *vela vazia* e o outro com uma vela com carvão ativado, camada de prata e parede micro porosa. O filtro com vela vazia não foi tão eficaz quanto o da outra vela. Este tipo de vela pode melhorar o gosto e o odor da água, fazer o balanço do pH e barrar grande parte dos microrganismos.

Então, beba água filtrada para uma boa saúde! Mas escolha a melhor forma de filtragem, lendo nas embalagens das velas ou outros tipos de filtragem o que ele faz.




Algumas imagens foram retradas de pesquisas no "google imagens".