**UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO – USP
ESCOLA DE ENGENHARIA DE LORENA**

JOSUÉ BERTOLINO

**Aplicação adaptada do método PBL (*Problem Based Learning*) nas séries
iniciais: um recurso para a significância do aprendizado**

Lorena – SP
2017

JOSUÉ BERTOLINO

Aplicação adaptada do método PBL (*Problem Based Learning*) nas séries iniciais: um recurso para a significância do aprendizado

Dissertação apresentada à Escola de Engenharia de Lorena da Universidade de São Paulo para a obtenção do título de Mestre em Ciências do Programa de Mestrado Profissional em Projetos Educacionais de Ciências.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Maria da Rosa Capri

Edição Reimpressa Corrigida

Lorena – SP
Jan. 2017

AUTORIZO A REPRODUÇÃO E DIVULGAÇÃO TOTAL OU PARCIAL DESTA TRABALHO, POR QUALQUER MEIO CONVENCIONAL OU ELETRÔNICO, PARA FINS DE ESTUDO E PESQUISA, DESDE QUE CITADA A FONTE

Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema Automatizado
da Escola de Engenharia de Lorena,
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

Bertolino, Josué

Aplicação adaptada do método PBL (Problem Based Learning) nas séries iniciais: um recurso para a significância do aprendizado / Josué Bertolino; orientadora Maria da Rosa Capri - ed. reimp., corr. Lorena, 2017.
101 p.

Dissertação (Mestrado em Ciências - Programa de Mestrado Profissional em Projetos Educacionais de Ciências) - Escola de Engenharia de Lorena da Universidade de São Paulo. 2017
Orientadora: Maria da Rosa Capri

1. Aprendizagem baseada em projetos. 2. Ensino fundamental. 3. Ensino de ciências. 4. Metodologias ativas. 5. Problemas. I. Título. II. Capri, Maria da Rosa, orient.

Agradecimentos

A USP por meio da EEL que proporcionou o curso de Mestrado.

Ao Programa de Pós-Graduação em Projetos Educacionais, PPGPE, pela oportunidade de realização de trabalhos em minha área de pesquisa.

A minha orientadora Professora Maria da Rosa Capri e ao Professor Ângelo Capri Neto que pacientemente me orientaram e conduziram com maestria os meus estudos e pesquisas, sem medir esforços.

Aos professores do PPGPE pela dedicação e comprometimento ao ministrar as disciplinas fundamentais à nossa aprendizagem.

Aos colegas do PPGPE pelo seu auxílio nas tarefas desenvolvidas durante o curso e ajuda na revisão deste trabalho, em especial ao amigo Adreiton Ferreira por todo o apoio.

Aos funcionários do PPGPE pela atenção e comprometimento.

À Prefeitura Municipal de Pindamonhangaba por meio da Secretaria de Educação.

À gestora Regional Luciana da Escola Municipal Professora Gilda Piorini.

À gestora Miriam da Escola Municipal Professora Gilda Piorini.

Às Professoras Mariani e Daise da Escola Municipal Professora Gilda Piorini, que mesmo diante das dificuldades tiveram muita resiliência.

Aos pais e alunos dos quintos anos da Escola Municipal Professora Gilda Piorini, por abraçarem o Projeto, pois sem eles nada seria possível.

Aos membros da Banca da Qualificação e Defesa, pelo comprometimento, orientação e consideração. Em especial ao Professor Alan Ricardo que norteou os caminhos com maestria e sabedoria.

À minha esposa Letícia pelo companheirismo, carinho, apoio e dedicação de sempre.

“Cuidado com gente que não tem dúvida. Gente que não tem dúvida não é capaz de inovar, de reinventar, não é capaz de fazer de outro modo. Gente que não tem dúvida só é capaz de repetir”.

Mário Sérgio Cortella

RESUMO

BERTOLINO, J. **Aplicação adaptada do método PBL (*Problem Based Learning*) nas séries iniciais**: um recurso para a significância do aprendizado. 2016. 101p. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Escola de Engenharia de Lorena - Universidade de São Paulo, Lorena, 2017.

O objetivo deste trabalho foi verificar a utilização da Aprendizagem Baseada em Projetos com a aplicação do método PBL (*Problem Based Learning*) para estudos extracurriculares no Ensino Fundamental. Os estudos tiveram como base os PCN que prevêem conteúdos básicos de Física nas aulas de Ciências, mas de acordo com o currículo acabam tendo uma parcela menor de desenvolvimento em sala de aula. Partindo deste pressuposto planejou-se aplicar um Projeto que contribuísse sem causar impactos no planejamento do professor. Foram realizadas reuniões de acordo com a sequência didática para a discussão e definição do Projeto. Quanto aos procedimentos técnicos foi realizada uma Pesquisa-Ação, analisando inicialmente o conhecimento prévio e após o Projeto verificaram-se os conhecimentos adquiridos. Com o auxílio das professoras os alunos verificaram o “problema” e organizaram-se em grupos cooperativos para o desafio de construir um carrinho de corrida com material reciclado propulsionado a ar. Sem utilizar água ou qualquer equipamento eletrônico os alunos iniciaram a pesquisa, discussão, coleta e separação dos materiais, sempre com o apoio da família e dos membros dos grupos. Pretendeu-se também responder as perguntas: a Aprendizagem Baseada em Projetos pode complementar o ensino de Ciências nas séries iniciais e contribuir para uma aprendizagem significativa? Dentro dos procedimentos metodológicos, aplicou-se uma Avaliação Diagnóstica Inicial para a análise dos conhecimentos prévios do aluno sobre os conteúdos, Mapa Conceitual e avaliação diagnóstica final para averiguar a evolução dos conhecimentos acerca dos conteúdos de Física e a argumentação científica desenvolvida. Ainda na fase de aplicação aconteceu uma "corrida final", na qual os alunos em grupos de seis integrantes participaram, registraram e discutiram os resultados obtidos por todos os grupos participantes. Preocupou-se com a análise e os registros de forma geral utilizando algumas técnicas avaliação, como por exemplo, registros escritos, depoimentos e explicações individuais dos fenômenos observados. Para verificar a evolução da argumentação científica e a construção dos conceitos a partir de hipóteses utilizaram-se os modelos de Toulmin e Lawson. Fez-se um levantamento bibliográfico sobre a literatura atual e de bases teóricas que sustentam as metodologias ativas.

Palavras-chave: Aprendizagem baseada em projetos. Ensino fundamental. Ensino de ciências. Metodologias ativas. Problemas.

ABSTRACT

BERTOLINO, J. **Project Adapted application the PBL method (Problem Based Learning) in the elementary school:** a resource for the significance of learning. 2016. 101p. Dissertation (Master of Science) - Escola de Engenharia de Lorena - Universidade de São Paulo, Lorena, 2017.

The objective of this work was to verify the use of Project Based Learning with the application of the Problem Based Learning (PBL) method for extracurricular studies in Elementary School. The studies were based on PCN (Parâmetros Curriculares Nacionais) predict basic contents of Physics in science classes, but according to the curriculum they end up having a smaller portion of development in the classroom. Starting from this assumption it was planned to apply a Project that contributed without causing impacts on the teacher's planning. Meetings were held according to the didactic sequence for the discussion and definition of the Project. As for the technical procedures, a Research-Action was carried out, initially analyzing the previous knowledge and after the Project verified the acquired knowledge. With the help of the teachers the students verified the "problem" and organized themselves in cooperative groups for the challenge of constructing a race car with recycled material propelled by air. Without using water or any electronic equipment, they began the research, discussion, collection and separation of materials, always with the support of the family and the members of the groups. It was also intended to answer the questions: Can Project-Based Learning complement science teaching in the initial grades and contribute to meaningful learning? Within the methodological procedures, an Initial Diagnostic Assessment was applied for the analysis of the student's previous knowledge about the contents, Conceptual Map and final diagnostic evaluation to ascertain the evolution of the knowledge about the contents of Physics and the scientific argument developed. Also in the application phase was a "final race", in which the students in groups of six members participated, registered and discussed the results obtained by all the participating groups. He worried about analysis and records in general using some evaluation techniques, such as written records, testimonials and individual explanations of the phenomena observed. In order to verify the evolution of the scientific argumentation and the construction of the concepts from hypotheses we used the models of Toulmin and Lawson. A literature review was made on the current literature and on theoretical bases that support the active methodologies.

Keywords: Project-based learning. Elementary School. Science teaching. Active methodologies. Problems.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	14
2 OS RECURSOS EM BENEFÍCIO DO ENSINO-APRENDIZAGEM.....	16
2.1 A experimentação e a interação como princípios básicos	16
2.2 Aprender com significado por meio de Projetos.....	17
2.3 Habilidades e Competências	20
2.4 O ensino de Ciências e as atividades experimentais	21
2.5 Gerenciamento dos grupos cooperativos e a inclusão dos alunos	21
3 INSTRUMENTOS DE ANÁLISE E AVALIAÇÃO	24
3.1 Os modelos de análise de dados.....	24
3.2 Mapa Conceitual como instrumento de apoio na análise	26
3.3 A avaliação do processo de ensino-aprendizagem.....	28
4 METODOLOGIA	30
4.1 Contextualização	30
4.2 Sequência Didática.....	30
4.3 Diagrama com estrutura, organização e conexões do Projeto	31
4.4 Avaliação Diagnóstica Inicial	32
4.5 Problema e perguntas iniciais	32
4.6 Definição da pesquisa e formação dos Grupos.....	32
4.7 Separação dos materiais e confecção dos Carrinhos	34
4.8 Registro dos Resultados	34
4.9 Avaliação Diagnóstica Final.....	37
4.10 Fechamento e Avaliação do Projeto pelos alunos e professoras.....	37
4.11 Método da Coleta dos dados.....	37
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	38
5.1 Resultados e análise da Avaliação Inicial	38
5.2 Compilação das respostas da Avaliação Diagnóstica Inicial.....	42
5.3 Resultados e análises dos registros dos Grupos.....	46
5.4 Diagramas para análise dos dados sobre os conceitos	49
5.5 Resultados da avaliação diagnóstica final	70
5.6 Avaliação e fechamento do Projeto.....	77
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	79
REFERÊNCIAS	83
APÊNDICES	86
ANEXOS.....	91

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Padrão de argumento de Toulmin	24
Figura 2 - Padrão de argumento de Lawson	25
Figura 3 - Estrutura da construção de Mapas Conceituais	27
Figura 4 - Diagrama estrutural do Projeto	31
Figura 5 - Modelos de análise dos argumentos	36
Figura 6 - Gráfico das respostas da Avaliação Diagnóstica Inicial	38
Figura 7 - Gráfico com os resultados da Avaliação Diagnóstica Inicial	40
Figura 8 - Gráfico das questões 3, 4 e 6 da Avaliação Diagnóstica Inicial	46
Figura 9 - Diagrama – Levantamento de Hipóteses	47
Figura 10 - Diagrama - Construção dos conceitos do grupo 1A	51
Figura 11 - Diagrama - Construção dos conceitos do grupo 2A	53
Figura 12 - Diagrama - Construção dos conceitos do grupo 3A	55
Figura 13 – Diagrama - Construção dos conceitos do grupo 4A	57
Figura 14 – Diagrama - Construção dos conceitos do grupo 1B	59
Figura 15 - Diagrama - Construção dos conceitos do grupo 2B	61
Figura 16 - Diagrama - Construção dos conceitos do grupo 3B	63
Figura 17 - Diagrama - Construção dos conceitos do grupo 4B	65
Figura 18 - Gráfico com o total de refutações dos grupos	67
Figura 19 - Fluxograma do processo de aplicação de uma pesquisa com PjBL	68
Figura 20 – Gráfico com o resultado geral das Avaliações Diagnósticas	70
Figura 21 - Mapa Conceitual coletivo feito no quadro	76
Figura 22 - Avaliação do Projeto por satisfação	77
Figura 23 - Avaliação do Projeto por notas	78

LISTA DE QUADROS

Quadro 1- Sequência Didática do Projeto	30
Quadro 2 - Distribuição dos grupos por sala	33
Quadro 3 - Análise dos dados da Questão 1	41
Quadro 4 - Resultados da questão 3 da Avaliação Diagnóstica Inicial	42
Quadro 5 - Resultados da questão 4 da Avaliação Diagnóstica Inicial	43
Quadro 6 - Resultados da questão 6 da Avaliação Diagnóstica Inicial	44
Quadro 7 - Respostas da questão 7 da Avaliação Diagnóstica Inicial	45
Quadro 8 - Relatórios da 2ª reunião dos Grupos	48
Quadro 9 - Respostas da questão 3 da Avaliação Diagnóstica Final	71
Quadro 10 - Respostas da questão 4 da Avaliação Diagnóstica Final	72
Quadro 11 - Respostas da questão 5 da Avaliação Diagnóstica Final	73
Quadro 12 - Respostas da questão 6 da avaliação diagnóstica final	74
Quadro13 - Respostas da questão 7 da Avaliação Final	75

LISTA DE ABREVIATURAS

ABP: Aprendizagem Baseada em Problemas

INEP: Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira

LDB: Lei de Diretrizes e Bases da Educação

MIT: Massachusetts Institute of Technology

PCN: Parâmetros Curriculares Nacionais

PBL: Problem Based Learning (aprendizagem baseada em problemas)

PIBID: Programa Institucional de Bolsa de Inserção à Docência

PPGPE: Programa de Pós-Graduação em Projetos Educacionais

SEDUC: Secretaria de Educação e Cultura de Pindamonhangaba

TAP: Padrão de Argumento de Toulmin

1 INTRODUÇÃO

Diante do contexto atual, confirma-se o a utilização de metodologias ativas no Ensino Médio e superior. Essas metodologias conduzem o aluno ter o hábito de pesquisar, buscando soluções para situações-problema com atividades beneficiando a aprendizagem de modo significativo. Para que essas metodologias façam a diferença ainda, é importante preparar o aluno das séries iniciais para habitua-se a essas metodologias. Dentre os métodos utilizados, destaca-se uma crescente utilização a Aprendizagem Baseada em Projetos. Nos países de primeiro mundo a cultura de metodologias ativas utilizadas das séries iniciais até o ensino superior já existe a muitos anos, promovendo bons resultados escolares.

A utilização a Aprendizagem Baseada em Projetos com o uso do PBL não descarta outros métodos, pelo contrário, agrega-se a todas as metodologias existentes na escola para que o aluno redescubra novas hipóteses a partir da experimentação de maneira atrativa e dinâmica. É válido ressaltar que ao utilizar o método baseado em problemas vinculam-se as atividades com situações do cotidiano do aluno, de modo que além do conhecimento, o aluno obtenha a compreensão dos fenômenos que o mesmo está imerso (BERBEL, 1998).

No ambiente educacional é indispensável a busca por informações por meio da pesquisa, pois o aluno pesquisador expande suas ideias e confronta suas hipóteses melhorando conceitos e atitudes de responsabilidade ambiental (DEMO, 2011). A variedade de conteúdos das disciplinas científicas, como a Astronomia, a Biologia, a Física, as GeoCiências e a Química, bem como os conhecimentos tecnológicos, devem ser considerados pelo professor em seu planejamento para ampliar a conexão entre os conteúdos estudados. Desse modo, constantemente deve-se buscar por melhores práticas que subsidiem esta exploração multidisciplinar (BRASIL, 1997).

É possível, com auxílio do professor, despertar o aluno para as investigações das relações entre água, calor, luz, seres vivos, solo e outros materiais, para entender os aspectos da dinâmica ambiental. Isso pode ser complementado a partir da introdução de conceitos, experimentação, pesquisa, discussão em grupos e comparação de resultados com responsabilidade. (BRASIL, 1997).

O professor deve propor situações-problema que exijam experimentação, para que existam maneiras de verificar a veracidade das hipóteses levantadas anteriormente, contribuindo para que o aluno seja o agente do seu próprio conhecimento. De maneira discreta e sutil, o professor deve mediar o conhecimento, sem dar respostas prontas e explícitas, apoiando a "argumentação científica", reforçando que o problema precisa ser pensado e resolvido pelo aluno e não esclarecido pelo professor (CARVALHO, 1989). Há tempos reflete-se muito sobre as competências do professor no planejamento de as aulas que sejam mais dinâmicas e atrativas, tornando seu educando cidadão crítico e bem informado em condições de compreender o mundo em que vive (MOYSES, 1995). Essa reflexão reforça a importância da aprendizagem de conteúdos que façam parte da vida do aluno, levando em conta que quando submetido a uma situação-problema ele possa saber como buscar soluções.

Este trabalho está organizado em quatro capítulos descritos a seguir:

No primeiro é feita uma revisão sobre o desenvolvimento da aprendizagem, abordando pontos pertinentes ao ambiente educacional tais como: a experimentação e a interação como princípios básicos; aprender com significado utilizando métodos; habilidades e competências; o ensino de Ciências e as atividades experimentais; a formação limitada do professor; o currículo compactado; gerenciamento dos grupos cooperativos e a inclusão dos alunos.

No segundo descreve-se sobre os modelos de análise de dados; o Mapa Conceitual como instrumento de apoio e sobre a avaliação do processo de ensino-aprendizagem, que jamais pode deixar de acontecer em todo e qualquer processo.

No terceiro explica-se a metodologia da aplicação do Projeto dentro da sequência didática pré-estabelecida e são definidas as características contextuais.

No quatro apresentam-se os resultados e discussões dos dados coletados durante o processo de ensino-aprendizagem envolvendo alunos e professores, finalizando com as considerações finais.

2 OS RECURSOS EM BENEFÍCIO DO ENSINO-APRENDIZAGEM

2.1 A experimentação e a interação como princípios básicos

É extremamente necessária a interação entre objeto de estudo e o sujeito (aluno) para que o mesmo possa adquirir estruturas e informações fundamentais ao conhecimento, pois a relação aluno e meio social estimula as potencialidades, favorecendo todo o processo de ensino-aprendizagem. É defendido por alguns autores que a interação entre aluno e meio social não pode descartar qualquer relação com outros alunos, destacando-se que tudo o que é aprendido depende do que se sabe de acordo com sua cultura, crença e relações sociais (PIAGET, 1985). Portanto, as teorias de Vygotsky e Piaget esclarecem que não há aprendizagem sem interação e que o conhecimento é construído de forma reflexiva, levando em conta todos os fatores individuais, sociais e culturais.

Quando uma criança brinca e discute sobre algum objeto com a outra, significa tentar compreendê-lo, entrando em uma série indefinida de pontos de vista, como descreve Vygotsky (1984) e que as maiores aquisições de uma criança são conseguidas no brincar, que no futuro tornar-se-ão seu nível básico de ação real e moralidade. Segundo Piaget, (1985) o ser humano em suas diferentes fases, é diferente em suas relações sociais e individuais, para tanto, é preciso encontrar a qualidade da “troca intelectual” para alcançar o equilíbrio.

Vygotsky, em seu livro “Pensamento e Linguagem”, defende que inicialmente o pensamento não é verbal e a linguagem não é intelectual e que suas trajetórias não são paralelas, mas se encontram em um determinado momento (VYGOTSKY, 1971). A partir deste momento origina-se uma nova forma de comportamento, em que o pensamento começa a se tornar verbal e a linguagem racional. Conclui-se que as habilidades cognitivas e as formas de estruturar o pensamento são resultado das atividades praticadas de acordo com os hábitos sociais da cultura em que o aluno se desenvolve.

2.2 Aprender com significado por meio de Projetos

Procurando discorrer sobre a aprendizagem significativa, relembra-se da maiêutica de Sócrates, na qual ele refletia sobre todas as situações para verificar a verdadeira necessidade de uma ação de intervenção. Com isso, fazia indagações e contraposições com seus interlocutores causando uma “chuva” de pensamentos, caso contrário deixava-se para gastar energias com algo que fosse significante (GOTTLIEB, 1999).

O pensamento socrático ainda se perpetua na esfera educacional. É por isso que diante da influencia moderna e tecnológica não se pode fechar os conteúdos dentro de um contexto único e sem considerar todas as relações de um mundo globalizado (TEIXEIRA, 1997). É desta forma que os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) esclarecem que a dimensão dos procedimentos comporta todos os modos de reunir, organizar, discutir e comunicar informações como nos demais blocos. São exemplos de interesse da Física a construção de modelos e experimentos em eletro-eletrônica, magnetismo, acústica, óptica e mecânica. Sendo assim todos os conteúdos pertencentes ao currículo devem ter sentido real ao aluno para que aconteça de fato uma aprendizagem significativa (DEWEY, 1979).

O conhecimento não é estático, deve e faz-se necessária uma constante atualização. Isso se dá por conta de todas as transformações inerentes a sociedade evoluída, democrática e reflexiva (DEWEY, 1979). Este aspecto amplo de mudança deve acontecer no ambiente educacional, onde a “ponte” até a aprendizagem possa ter um verdadeiro significado social, para acompanhar as mudanças atuais, caso contrário, o insucesso acadêmico é inevitável.

Um dos primeiros autores a ressaltar os trabalhos de Dewey foi Anísio Teixeira em um tempo de reflexões perante a influência moderna dos Estados Unidos sobre os países latinos, inclusive o Brasil. O autor defende uma escola atualizada por meio do movimento “Escola Nova” e valoriza os conceitos de Dewey sobre as mudanças educativas que refletem nas ações sociais, proporcionando reflexões constantes (TEIXEIRA, 1997). Desse modo a aprendizagem ganha significado e desenvolve ações que devem ser acompanhadas de procedimentos e métodos científicos valorizando um conjunto de estudos e normas prescritas.

Os estudos sobre o movimento pedagógico de Dewey, também foram valorizados por Lourenço Filho que ressaltou o impacto de inovação educacional a frente de grupos que defendiam uma linha tradicional de uma filosofia rígida (LOURENÇO FILHO, 1939). Diante disso, apressava-se a busca por bases de sustentação de autores influentes no contexto global para nortear as novas reflexões sobre uma educação amplamente democrática.

Na mesma linha teórica ressalta-se o professor David Ausubel que se destacou nas áreas de psicologia do desenvolvimento humano, psicologia educacional, psicopatologia e desenvolvimento do ego. Trabalhou durante toda a vida mantendo-se produtivo, refletindo e escrevendo até o fim de sua vida. Sua maior contribuição consiste na proposição de uma teoria explicativa do processo de aprendizagem humana, embasada nos princípios organizacionais da cognição, valorizando então o conhecimento e a organização de informações (AUSUBEL, 1982).

Existem dois importantes processos que ocorrem na aprendizagem significativa: a diferenciação progressiva e a reconciliação integrativa. O primeiro é quando observamos que o conhecimento prévio pode modificar-se com a introdução de uma nova informação, alterando-o e dando novo significado. O segundo faz combinações com ideias mais gerais e relacionam-se com conhecimentos que inicialmente estavam separados na estrutura cognitiva que faz ligações entre os conceitos (AUSUBEL; NOVAK; HANESIAN, 1983).

Ausubel (1982) vincula de início a afirmação de que conceituações ou proposições mais gerais devem ser apresentadas no início de um processo de instrução. Eventualmente é baseado em duas hipóteses: primeiro as dificuldades de aprendizagem são menores quando, a partir do todo, se olha as partes, ao invés de, a partir das partes entender o todo; em segundo, na estrutura mental de um indivíduo, existe certa hierarquia, na qual idéias mais gerais encontram na parte superior e como afluentes as ideias menores ficam abaixo, formando pontos de ligação de conceitos (AUSUBEL, 1982). O autor defende que todo conteúdo deve ter significado e jamais se deve ignorar os conhecimentos prévios do aluno, pois todo novo conhecimento depende de algo já interiorizado.

Com a preocupação de reforçar sobre Projetos referencia-se Fernando Hernandez, enfatizando sobre as barreiras encontradas em sala de aula que acabam por bloquear a aprendizagem. Por conta disso o autor orienta sobre o que a escola deve percorrer para

quebrar todos os bloqueios por meio das “transgressões”. O caminho principal é o da pedagogia de Projetos que norteia as atividades e sistematiza o processo (HERNÁNDEZ, 1998). Se para desenvolver uma aprendizagem acerca das disciplinas obrigatórias o professor já encontra obstáculos, subentende-se que para outras tais como Física e Química fica ainda mais difícil sem a ajuda, apoio e contribuição externa que viabilize os Projetos pedagógicos.

De acordo com o Nilbo Nogueira, todo Projeto é precedido pela necessidade que é a vontade de conhecer mais sobre determinado tema ou assunto. Essa forte vontade pode instigar tanto professores quanto alunos. É por isso que o planejamento, estruturação e organização de Projeto são fundamentais para se obter bons resultados (NOGUEIRA, 2005).

A aprendizagem por meio de Projetos quando bem desenvolvida no ambiente educacional, evidencia que a atividade do sujeito aprendiz é determinante na construção de seu saber operatório e esse sujeito, que nunca está sozinho ou isolado, age em constante interação com os meios ao seu redor. Mostrando que o “trabalho do professor” é um trabalho do professor com os alunos e não de modo isolado (FREIRE, 1996).

Segundo o Professor José Pacheco da Escola Básica da Ponte em Portugal, todos os conteúdos podem ser abordados por meio de Projetos, mas não necessariamente um “problema”. É preciso que existam situações desafiadoras com significado para o aluno, dentro de seu contexto e realidade social para uma aprendizagem cooperativa (PACHECO, 2006).

Concomitantemente quando se aborda uma aprendizagem por meio de Projetos, subentende-se que há um problema a ser resolvido. E, ao encontro dessa perspectiva quando se trata de uma aprendizagem por meio de problemas, deve-se existir um Projeto que traga soluções para o problema contextualizado. De tal modo não se separa o Projeto do problema, nem tão pouco o problema do Projeto, ambos sempre farão parte do planejamento de qualquer processo de ensino-aprendizagem significativo.

Segundo Dewey (1979), todos os métodos podem contribuir para mudanças no fazer pedagógico norteando os envolvidos na comunidade escolar, suprimindo as necessidades pertinentes ao ensino, estreitando a relação entre a teoria e a prática.

É preciso "saber ensinar" em um mundo atual globalizado que exige estudos sobre práticas e metodologias que se aproximem do universo moderno e tecnológico existente (MOYSÉS, 1995). Dessa forma todos os subsídios potencializam o conhecimento do aluno, inspirando-o por algo motivador, formando a inteligência mais do que mobilizando a memória na formação de pesquisador e não apenas erudito, como nos orienta Piaget (1985).

2.3 Habilidades e Competências

Todo problema deve estar incluído em uma situação que dê sentido à busca de soluções, como perspectiva de uma contínua pesquisa e estudo sobre os conteúdos contextualizados. Sendo assim, o aluno deve desenvolver habilidades e competências que o direcionarão para uma modelagem de respostas, pertinentes ao problema em questão. Reforça-se ainda que tais habilidades e competências inicialmente devem fazer parte da bagagem ferramental do professor, proporcionando a segurança e autonomia ao docente e auxiliando-o no desenvolvimento do aluno (PERRENOUD, 2005).

Para Libâneo (1998) o professor é o mediador que introduz o aluno no mundo dos objetos do conhecimento. Desse modo, a ciência e a linguagem são absorvidas pelo aluno subsidiando a sua construção do pensamento e habilidades, tornando-o ativo dentro do processo de ensino-aprendizagem. Portanto, todas as habilidades e competências prévias do professor são de extrema importância para o desenvolvimento integral da aprendizagem do aluno, promovendo a solidez do raciocínio científico.

2.4 O ensino de Ciências e as atividades experimentais

Carvalho (1989) em seus estudos investiga métodos e práticas que auxiliem na aprendizagem dos conteúdos de Física no Ensino Fundamental. Chama atenção para a questão relacionada à base de aprendizagem que é formada ainda nesta fase, pois, se não houver essa práxis, a falta de interesse por conteúdos mais específicos pode desfavorecer os bons resultados, essenciais à continuidade acadêmica. A autora enfatiza que o professor deve procurar conteúdos num recorte epistemológico, selecionando-os a partir do mundo.

Em qualquer processo de ensino-aprendizagem é importante estimular os alunos a discutirem e reflirem sobre os fenômenos observados ou objetos transformados, pois de forma espontânea é que se constrói o conhecimento físico, obviamente com a tutoria do professor, levando-os do conhecimento de mundo ao conhecimento científico (CARVALHO, 1989).

As atividades envolvendo participação dos alunos em discussões sobre os temas a serem estudados em aula e os trabalhos em grupo são de extrema importância para a construção do conhecimento, pois desenvolve a habilidade de respeitar diferentes pontos de vista na busca por uma explicação científica que melhor responda ao experimento realizado (DRIVER; NEWTON, 1997). Aprender Ciências é desenvolver uma linguagem argumentativa que explique os fenômenos contextualizados de forma significativa e presenciar as diferentes transformações cotidianas, sempre com o pensamento reflexivo e crítico.

2.5 Gerenciamento dos grupos cooperativos e a inclusão dos alunos

O gerenciamento de grupos de modo cooperativo é algo importante para o contexto educacional. Tem sido pesquisado e orientado por vários autores há muito tempo, como Jerome Brunner, John Dewey, Celestin Freinet, Claparède David Ausubel, Kurt Lewin e muitos outros. Entre esses pioneiros destacam-se como promotores os irmãos Johnson (David e Roger), da Universidade de Minnesota, e Robert Slavin, da Universidade Johns Hopkins. Mas também podem ser ressaltados como multiplicadores: Elliot A. Robson

(Universidade da Califórnia, em Stanford), Spencer Kagan (Universidade da Califórnia, em Riverside), Noroee Webb (Universidade da Califórnia, em Los Angeles) e Sholomo Sharan (Universidade de Tel-Aviv, Israel), (FREITAS; FREITAS, 2003).

Em relação ao gerenciamento de alunos em sala de aula, no que se refere à organização, estruturação e nivelamento, pode-se destacar Spencer Kagan, que desenvolve materiais de apoio e gerenciamento como: livros, cartilhas, livretos, *sites*, formações, etc. Todos têm como objetivo orientar e nortear o trabalho com grupos cooperativos, destacando a preocupação com a quantidade e heterogeneidade, complementando as atividades desenvolvidas na escola, inclusive as de inclusão (KAGAN, 1992). Kagan corrobora com Johnson e Johnson (1999), pioneiros na aprendizagem cooperativa, que defendem e pesquisam atividades com grupos no ambiente educacional, discutindo a interação social que se faz necessária ao processo de ensino-aprendizagem.

De acordo com Kagan (1992), há várias atividades para distribuir e organizar grupos interativos. Um bom exemplo são as que se utilizam cartões coloridos, cartas, placas ou peças iguais, de modo que o aluno não saiba qual cor ou peça retirará no momento do sorteio. O sucesso das atividades de um grupo depende da forma e modo em que o mesmo está estruturado, pois na maioria das vezes as famosas “panelas” prejudicam a interação e acabam oprimindo aqueles que por algum motivo não pertencem aos grupos de afinidade. Cabe enfatizar que o papel de um profissional orientador é indispensável para fazer os ajustes necessários, de acordo com o nível de desempenho e comportamento dos alunos.

Com a Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência - LBI (BRASIL, 2015) aumentou-se a preocupação interativa e inclusiva das instituições educacionais, com uma atenção sensível ao gerenciar as atividades individuais e coletivas de modo dinâmico e supervisionado (BRASIL, 2015).

De acordo com a Lei de Diretrizes e Bases da Educação é imprescindível o atendimento aos educandos com necessidades especiais para garantir de fato a inclusão. Portanto os alunos com necessidades devem ser incluídos nos grupos de trabalho, respeitando suas limitações e momentos de concentração (BRASIL, 1996). Nota-se inicialmente por parte dos alunos com necessidades especiais o desejo e o anseio em participar das atividades propostas, uma vez que se manipulavam vários objetos. Diante

dessa percepção, tanto os professores quanto os alunos os acolhem e buscam meios de interação e socialização (FREIRE, 1996).

Confirmando os pensamentos de Vygotsky, com a preocupação de esclarecer sobre a diferença entre homens e máquinas, Andrew Lippman, pesquisador do Massachusetts Institute of Technology (MIT), reflete sobre compreensão de interatividade, na qual os recursos tecnológicos são apoio para uma relação “pessoa com pessoa”. Sendo assim, por mais que se obtenha materiais de apoio, a relação interpessoal envolvendo alunos e professores precisa ser equilibrada e alinhada em uma via comum entre as partes envolvidas (LIPPMAN, 1998).

3 INSTRUMENTOS DE ANÁLISE E AVALIAÇÃO

3.1 Os modelos de análise de dados

Stephen Toulmin desenvolveu o *Toulmin Argument Pattern – TAP* (TOULMIN, 2001), um dos primeiros padrões de análise, uma ferramenta importante para verificar a estrutura do argumento. Pressupõe que o aluno pode produzir argumentos de muitos tipos, contudo certas semelhanças básicas podem ser reconhecidas, revelando uma série de estágios distintos, tendo início com a apresentação de um problema ou uma pergunta. Explica também a necessidade da presença de proposições gerais hipotéticas que sirvam de pontes ligando os argumentos específicos e a uma conclusão (TOULMIN, 2001). Destaca ainda os elementos básicos que uma argumentação deve ter e as respectivas relações entre eles, frisando que toda “asserção” (afirmação) defende um argumento de “alegação” (prova) que são os Dados (D) e Conclusão (C) e ainda não são necessários para tornar o argumento aceito. Propõe um qualificador modal (Q) para dar força à conclusão, podendo ser “enfraquecido” pelas condições de exceção ou refutação(R) que são sustentadas e avaliadas pelo conhecimento básico (B) (TOULMIN, 2001). A Figura 1 ilustra essa proposta:

Figura 1 - Padrão de argumento de Toulmin

Fonte: Adaptado de Toulmin (2001)

Toulmin, ao elaborar um modelo de análise na argumentação, se preocupa com a dimensão lógica e racional, enquanto sabe-se que uma análise completa compreende um conjunto maior de elementos mensuráveis e comparativos.

Segundo Toulmin, os elementos fundamentais de um argumento são o dado, a conclusão e a justificativa. É possível apresentar um argumento contando apenas com estes elementos, cuja estrutura básica é: "a partir de um dado D, já que J, então C". Nesse caso, é necessário que existam bases de sustentação que comprovem a conclusão. Desta forma podem ser acrescentados qualificadores modais (Q) ao argumento, ou seja, especificações para que uma dada justificativa seja válida. Na mesma linha, é possível especificar em que condições a justificativa não serve para dar suporte à conclusão. Neste caso é apresentada uma refutação (R) da justificativa. Os qualificadores e as refutações dão os parâmetros de atuação a uma determinada justificativa, vinculando o dado à conclusão (TOLMIN, 2001). Paralelamente às propostas de Toulmin, Lawson desenvolve e estrutura as descobertas segundo o padrão que tem seu início com termos diretamente ligados às hipóteses e outros que se referem ao acréscimo de condições de base. Na sequência aborda outros termos relativos aos resultados esperados e por fim resultados e consequências reais e verdadeiras que possam combinar com os esperados ficando à mercê de um possível desequilíbrio, levando a outras hipóteses antes de uma conclusão (LAWSON, 2002). A Figura 3 ilustra essa proposta:

Figura 2 - Padrão de argumento de Lawson

Fonte: Adaptado de Lawson (2002)

Dentre outras preocupações destaca-se uma análise qualitativa durante o processo da argumentação na forma estrutural e das interações estabelecidas em todos os momentos

em que se percebem mudanças positivas. Assim, as informações (dados) obtidas foram analisadas utilizando parte do padrão de argumento racional desenvolvido por Toulmin e Lawson.

Percebe-se que enquanto no padrão de Toulmin um argumento pode ser alterado de acordo com uma refutação que altere as condições do dado qualificador, Lawson defende que antes de concluir um argumento, é possível criar perguntas levando o aluno à criação de outras hipóteses de modo crítico e investigativo. Logo, Lawson (2002) se baseia em Toulmin, mas amplia e explica as variações hipotéticas que podem existir na construção de um argumento.

Locatelli e Carvalho (2007) desenvolveram um trabalho sobre o raciocínio dos alunos ao resolverem questões ligadas ao conhecimento de Física em sala de aula. Para tal análise dos argumentos os dois autores utilizaram e compararam os dois modelos propostos por Toulmin e Lawson, justamente para aumentar a amplitude qualitativa das conclusões. Esses estudos sustentam e valorizam a evolução dos conceitos dos alunos quando submetidos a situações práticas com problemas contextualizados. De acordo com esse pressuposto o trabalho de pesquisa apresentado segue basicamente as orientações e análise de Lawson (2002), pois os trabalhos foram voltados às construções de hipóteses partindo de concepções iniciais dos alunos. Porém, essas concepções foram instigadas à reflexão levando-os a construir novas hipóteses por conta de questões ambientais, sociais e de saúde.

3.2 Mapa Conceitual como instrumento de apoio na análise

Segundo Moreira (2006), os Mapas Conceituais são diagramas que indicam as relações entre conceitos ou entre palavras que usamos para representar conceitos. O Mapa Conceitual pode ser um aliado nas avaliações diagnósticas de organização estrutural dos dados coletados. Ainda corrobora com os autores, Novak e Gowin (1999), quando ilustra a estrutura de como pode ser a criação de um Mapa (Figura 3).

Figura 3 - Estrutura da construção de Mapas Conceituais

Fonte: Moreira (2006) adaptação de Novak e Gowin (1999)

O Mapa Conceitual é um instrumento de análise na verificação dos conceitos dos alunos. Ausubel (1982) relata que o ser humano constrói seus conceitos com base em significados que elaboram caminhos e estratégias para a construção de sua aprendizagem. Daí a importância do emprego desse método para que os alunos obtenham uma gama maior de informações que os auxiliem na construção do conhecimento de forma significativa. Na verdade essa construção de significados não é uma absorção literal da informação, mas é uma percepção real do assunto ou objeto que se estuda no momento, com uma explicação objetiva e concreta (TAVARES, 2008).

A fim de auxiliar os alunos a buscarem melhorar os argumentos explicativos durante a construção dos Mapas Conceituais, o professor deve escrever sugerir palavras ou frases de ligação que auxiliem os levantamentos sobre os conceitos. Novak e Gowin (1999) discutiram a construção de mapas conceituais de forma que melhorassem a estrutura do conhecimento, e que uma maneira de se construir um Mapa Conceitual é nomear quais os seus conceitos mais importantes depois definir e destrinchar cada conceito. Isso representa que os alunos ao serem abordados sobre um determinado assunto, podem relacionar

palavras correspondentes e elencar as principais e mais próximas ao tema de modo claro e organizado.

3.3 A avaliação do processo de ensino-aprendizagem

A avaliação do aluno deve acontecer durante todo o processo, à luz de uma preocupação multidisciplinar de modo objetivo e subjetivo, por meio de uma perspectiva sócio-construtivista, levando em conta a interação, participação, registros escritos, depoimentos, comportamentos durante a experimentação e análise dos argumentos (LUCKESI, 1998).

No apoio às análises atuais de argumentos, destacam-se os padrões mais comuns utilizados na avaliação dos conhecimentos físicos, principalmente nas aulas experimentais de Ciências. O conhecimento sobre os objetos é algo gradual e expande-se com o amadurecimento cognitivo, ampliando o vocabulário com a ajuda das relações com os seus pares e principalmente do professor, que também participa do processo de experimentação (CARVALHO, 1989). Diante dessa preocupação, é importante respeitar a idade dos alunos e entender o nível das respostas em de cada raciocínio dedutivo e/ou conclusivo.

Em qualquer processo de aprendizagem é importante fazer os registros escritos dos alunos, pois os argumentos dependem de uma pré-disposição oral e nem todos têm esse desenvolvimento. Enquanto o diálogo é extremamente importante, o uso da escrita realça o desenvolvimento real do pensamento.

A avaliação é uma relação reflexiva entre professor e aluno que deve analisar todos os eixos disciplinares levando em conta tudo o que é pertinente ao desenvolvimento social e intelectual de ambos em direção a um saber aprimorado, enriquecido, carregado de significados, de compreensão. Logo, a Avaliação Diagnóstica Inicial mostra a realidade atual e norteia os passos a serem seguidos para que possam ser verificados nas avaliações durante e depois do processo (HOFFMAN, 2001).

Uma avaliação com característica qualitativa em um processo que visa à análise de métodos não pode ser contaminada por critérios quantitativos que visam somente “produtos”, pois a qualitativa é configurada como um modelo processual por ter em seu ponto central a compreensão dos processos dos sujeitos e da aprendizagem (HOFFMAN, 2001).

Em resumo, a avaliação está presente em todas as situações sociais, sejam elas formais ou informais, sistemáticas ou corriqueiras, mostrando ao educador e educando como foi, é e será o processo no qual estão inseridos. Ambos precisam ser avaliados de modo ativo, chegando aos objetivos esperados com o melhor rendimento possível (DEMO, 2011) e (DALBEN, 2005).

4 METODOLOGIA

4.1 Contextualização

O Projeto foi desenvolvido com 40 alunos de duas salas do 5º ano do Ensino Fundamental, em uma escola da Rede Municipal de Ensino, situada no Bairro Santa Luzia na cidade de Pindamonhangaba-SP. As atividades aconteceram em horários de aula, utilizando a sala de aula e o pátio da escola com tutoria das professoras que contaram com a orientação do pesquisador Josué Bertolino, aluno do curso de Mestrado da EEL-USP.

4.2 Sequência Didática

Depois da realização de reuniões prévias com a Secretária de Educação, Diretora Pedagógica, Gestora Regional, Gestora de Unidade, Professoras, Pais e alunos, definiu-se a sequência didática do Projeto para uma melhor organização do tempo, conforme Quadro 1:

Quadro 1- Sequência Didática do Projeto

Especificação	Data
Reunião com Secretaria de Educação	Ago/2014
Reunião com gestores	Out/2014
Reunião com pais e responsáveis	Mar/2015
Reunião com os professores	Mar/2015
Reunião com os alunos – Apresentação do Projeto	Mar/2015
Aplicação da Avaliação Diagnóstica Inicial	Mar/2015
Reunião com os professores e alunos sobre a avaliação (definição)	Mar/2015
Formação dos Grupos	Mar/2015
1ª Reunião com Grupos – Levantamento de hipóteses	Abr/2015
Separação dos materiais recicláveis (pesquisa)	Abr/2015
2ª Reunião com Grupos	Abr/2015
Confecção dos carrinhos (pesquisa e testes)	Abr/2015
3ª Reunião com Grupos	Mai/2015
Realização da corrida dos carrinhos de cada grupo	Jun/2015
4ª Reunião com Grupos	Jun/2015
Coleta, tabulação, a análise e roda de conversa	Jul/2015
Elaboração do Mapa Conceitual coletivo	Jul/2015
5ª Reunião com Grupos	Jul/2015
Aplicação Avaliação Diagnóstica Final	Jul/2015
6ª Reunião com Grupos	Jul/2015
Gráficos e discussão dos resultados	Ago/2015
Observações e avaliação do Projeto	Ago/2015

Fonte: Bertolino e Capri (2017)

4.3 Diagrama com estrutura, organização e conexões do Projeto

Para representar a estrutura, organização, planejamento e relações das bases do Projeto (Figura 4), foi elaborado um diagrama, a fim de esclarecer como se constituiu e aconteceu o processo de desenvolvimento do Projeto. Este diagrama mostra a estruturação com o tema, justificativa, objetivos, metodologia, registros, análise, avaliação e bases teóricas, descrevendo em resumo o que cada tópico se referia, inclusive descrevendo alguns autores que sustentam as teorias do trabalho.

Figura 4 - Diagrama estrutural do Projeto

4.4 Avaliação Diagnóstica Inicial

Dentro dos procedimentos metodológicos, aplicou-se uma avaliação diagnóstica (Apêndice A) para averiguar os conhecimentos prévios relacionados aos conteúdos de Física e as atividades que seriam desenvolvidas ao longo do Projeto. Ressalta-se que durante o processo foi feita uma avaliação constante do processo de ensino-aprendizagem, baseado no conceito de avaliar como um modo de refletir sobre as ações tomadas antes e durante o percurso (LUCKESI, 1998).

4.5 Problema e perguntas iniciais

Inicialmente discutiu-se com os alunos sobre hipóteses e perguntas envolvendo vários temas de seus contextos e soluções que levassem ao aprendizado com o menor impacto possível para o meio ambiente. Após um consenso geral formulou-se uma hipótese baseando-se nos modelos de Toulmin(2001) e Lawson (2002), para verificar como os alunos responderiam e fariam suas explicações conceituais:

Se você fizesse um carrinho utilizando material reciclado e tivesse que fazê-lo andar, mas com a preocupação ambiental e sustentabilidade não puder usar água, baterias, pilhas, combustível ou qualquer outra energia que polua. Então como seria a propulsão para fazer o carrinho andar?

De acordo com a situação-problema proposta, os alunos iniciaram o processo de pesquisa e buscas por informações que pudessem contribuir para o encontro de soluções relativas ao problema.

4.6 Definição da pesquisa e formação dos Grupos

Depois do levantamento das hipóteses e análise das respostas dos alunos, definiu-se em reunião que o Projeto deveria conter algo que fosse dinâmico, criativo, estimulador, desafiador, divertido, cooperativo e, sobretudo com a preocupação de preservar o meio ambiente.

Nessa reunião os alunos foram orientados a formar grupos heterogêneos com um número máximo cinco alunos. Para o gerenciamento das equipes, e de acordo com instruções de Kagan (1992) o professor, com apoio do pesquisador Josué Bertolino, utilizou sorteio com “cartas coloridas” e “peças divididas” (Apêndice B), incluindo e integrando os estudantes com necessidades educacionais especiais.

Como foram duas salas dos 5º anos, e em cada sala formaram-se quatro grupos, a distribuição foi formalmente definida como a ilustração do Quadro 2:

Quadro 2 - Distribuição dos grupos por sala

Sala	Tutor (a)	Grupo Tutorial
5º ano A	Professora A	1 A
		2 A
		3 A
		4 A
5º ano B	Professora B	1 B
		2 B
		3 B
		4 B

Fonte: Bertolino e Capri (2017)

Após a formação dos grupos, cada um com cinco alunos, as tutoras esclareceram sobre a formação e a estrutura dos grupos. Orientaram sobre o funcionamento do Grupo Tutorial (coordenador e secretário) que mudaria sempre em cada reunião prevista e sobre os registros/relatórios que cada grupo deveria fazer e apresentar, totalizando pelo menos cinco documentos. Houve a preocupação em montar quatro grupos em cada sala para que não tivessem muitos grupos, balanceando a quantidade dos alunos em cada grupo. Os grupos receberam a tarefa de pesquisar em livros, *sites*, revistas e vídeos sobre a situação-problema, a fim de construir um carrinho de brinquedo utilizando material reciclado com propulsão a ar conforme o problema inicial.

4.7 Separação dos materiais e confecção dos Carrinhos

Solicitou-se que os alunos trouxessem de casa materiais recicláveis tais como: garrafas pet, papelão, tampas de plástico, arame, tubos de canetas inservíveis, etc.

Durante a separação as professoras fizeram orientações sobre alguns materiais que poderiam oferecer algum risco de acidente, por exemplo: plásticos duros e cortantes, frascos de produtos de limpeza e outros materiais com produtos tóxicos ou perigosos. Separaram-se então somente os materiais que serviriam para a confecção dos carrinhos e dos acessórios.

Após a separação dos materiais, cada grupo recebeu o desafio de confeccionar um carrinho, de modo que o "corpo" (parte central) fosse de uma garrafa pet de tamanho médio, para que o tamanho dos carrinhos não tivesse uma diferença muito grande.

Para a propulsão, os grupos tiveram liberdade para escolher e melhorar seus carrinhos de acordo com suas pesquisas, criatividade e técnicas, inclusive de ajustar o tamanho, mas com a condição de usar apenas ar como elemento de propulsão.

4.8 Registro dos Resultados

Cada grupo, após desenvolver o seu carrinho, preparou-se para a participação da corrida organizada pelo pesquisador registrando todos os dados obtidos, inclusive dos outros carrinhos feitos pelos outros grupos, e discutir sobre os melhores resultados de propulsão e desempenho.

No momento da corrida, o pesquisador e as professoras organizaram uma ordem de apresentação para os grupos, um por vez, de modo que cada grupo apresentasse a propulsão de seu carrinho com três tentativas, prevalecendo a maior distância percorrida, enquanto os demais observaram e os resultados.

Durante as apresentações na corrida, os alunos foram questionados e submetidos a perguntas desafiadoras, estimulando a responder de modo científico os fenômenos observados.

Após a corrida realizou-se uma reunião para ouvir os alunos e professores sobre as impressões e o que eles vivenciaram, esclarecendo alguns pontos relevantes.

Em seguida pediu-se para que os alunos relatassem sobre os resultados de cada brinquedo, explicando sobre o desempenho; se os objetivos foram superados ou minimizados e se havia uma forma de se obter melhores resultados.

A coleta dos dados foi feita por meio de relatórios no caderno, gravações de áudio, depoimentos em vídeo e escrito, para análise de modo individual e coletivo.

Em sala de aula e com o apoio das professoras, os alunos montaram um Quadro com os resultados do desempenho de todos os grupos, discutindo sobre o percentual aproximado do material utilizado a distância percorrida pelos brinquedos e como a pressão foi exercida. Para exemplificar o modelo de análise dos argumentos coletivos, preparou-se um modelo (Figura 5) a partir dos modelos individuais de Toulmin (2001) e Lawson (2002).

Figura 5 - Modelos de análise dos argumentos

Fonte: Capri Neto et al (2014)

4.9 Avaliação Diagnóstica Final

De acordo com o previsto, aplicou-se uma avaliação diagnóstica final (Apêndice C), conforme orientações de Mattar (1994), para registrar os conhecimentos adquiridos após a realização das atividades do Projeto e para averiguar a evolução dos conhecimentos e a argumentação científica desenvolvida.

Os dados da avaliação foram compilados, tabulados e registrados por meio de gráficos para a discussão na seção Discussão dos Resultados.

4.10 Fechamento e Avaliação do Projeto pelos alunos e professoras

Após as atividades previstas na sequência didática do Quadro 1, fez-se uma reunião, na qual cada aluno e cada professora fizeram relatos sobre a sua percepção e o que o Projeto contribuiu para a sua aprendizagem.

Desenvolveu-se um questionário (Apêndice D) para que os alunos e professoras respondessem conforme suas percepções e conclusões sobre o Projeto.

4.11 Método da Coleta dos dados

A coleta dos dados foi feita por meio de registros escritos (avaliações diagnósticas inicial e final, Mapa Conceitual e relatórios), depoimentos verbais e em vídeo durante toda a aplicação do Projeto. Dados que estão relacionados e ilustrados nas seções a seguir.

Para analisar os dados obtidos utilizou-se dos seguintes etapas:

- Parâmetro 1 – Avaliação Diagnóstica Inicial;
- Parâmetro 2 - Avaliações e registros feitos pelos professores e alunos;
- Parâmetro 3 - Mapas Conceituais para a construção da argumentação;
- Parâmetro 4 - Quadros com resultados individuais e coletivos;
- Parâmetro 5 – Gráficos de colunas, barras e possíveis tendências;
- Parâmetro 6 - Diagramação em forma de poster, fotos e imagens;
- Parâmetro 7 – Depoimentos dos alunos (vídeos e áudios);
- Parâmetro 8 – Relatórios do Grupos;
- Parâmetro 9 – Avaliação Diagnóstica Final;
- Parâmetro 10 – Análise e discussão de resultados.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Resultados e análise da Avaliação Inicial

A Avaliação Diagnóstica Inicial foi elaborada e discutida com as professoras de acordo com os conhecimentos básicos envolvendo conceitos de Física nas aulas de Ciências. Formularam-se hipóteses para nortear as avaliações futuras, depois aplicadas aos quarenta alunos, compondo a estrutura inicial da pesquisa.

Os dados das questões com conteúdos relacionados da avaliação inicial foram compilados e expostos no gráfico da Figura 6 para análise e discussão.

Figura 6 - Gráfico das respostas da Avaliação Diagnóstica Inicial

Fonte: Bertolino e Capri (2017)

De acordo com os resultados da Figura 6, notou-se que mesmo sem saber ação e reação, atrito e/ou aerodinâmica, 11% dos alunos responderam que fariam o carrinho andar

de alguma forma, fosse assoprando, esperando o vento naturalmente ou abanando. Diante dessas hipóteses fizeram-se os registros e iniciou o processo de aplicação do Projeto.

Como ponto de partida após a pré-análise dos resultados da Avaliação Diagnóstica Inicial, levantou-se algumas hipóteses iniciais sobre os argumentos dos alunos em relação às questões do (Anexo 1). Dos quarenta documentos com sete questões cada, 37 foram analisados, pois três não continham registros suficientes para a interpretação por serem de alunos de inclusão. É importante lembrar que esta mesma prática é adotada como padrão na rede municipal, sempre que os dados não oferecem condições legíveis e de interpretação.

Dos 37 documentos definidos, foram selecionadas quatro questões de cada, todas referenciando os conteúdos de Física, somando um total de 148 questões que formaram o contexto central da pesquisa, sendo:

Questão 3 – O que você pesquisou na sua casa ou na escola que é relacionado ou faz lembrar os conteúdos envolvendo ação e reação?

Questão 4 – Porque ao enchermos uma bexiga com bastante ar ela estoura?

Questão 6 - O que você sabe sobre atrito e aerodinâmica?

Questão 7 - Escreva com suas palavras como você fez o carrinho de brinquedo que se locomover apenas com pressão do ar utilizando garrafas plásticas e materiais reciclados.

Os resultados dessas questões são mostrados na Figura 7 e ilustram o entendimento referente às concepções iniciais dos alunos.

Figura 7 - Gráfico com os resultados da Avaliação Diagnóstica Inicial

Fonte: Bertolino e Capri (2017)

A respeito da Questão 1 que abordava sobre a preferência em realizar atividades coletivas, estimava-se que aproximadamente 50% responderiam “sim”. Surpreendentemente os resultados mostraram que 97% gostavam de realizar atividades em grupo. Os resultados da pesquisa contradizem os argumentos dos autores Cardoso e Barbosa (2006), “o aluno geralmente não é interessado em ir às aulas, que suas atenções são voltadas para coisas muito mais atraentes que estão além dos portões das escolas”. Divergente a tal afirmação, constatou-se que, se os alunos gostam de estar em grupos realizando atividades educacionais, logo, gostam de estar na escola.

Quadro 3 - Análise dos dados da Questão 1

Questão	Tema	Categorias	Unidades de Registro	Frequência %	Unidades de Contexto
1	Interação	Atividades Cooperativas	Gosta	97%	34 alunos responderam: "Legal", "Gostoso", "Bom" e "Divertido"
			Não gosta	3%	3 alunos responderam: "Mais ou menos"

Fonte: Bertolino e Capri (2017)

Pode-se observar que houve uma superação em relação à estimativa inicial, caracterizando que a maioria dos alunos gostava de “trabalhar” em grupo e já realizavam atividades diárias em outras ocasiões. Neste caso, esta questão não foi escolhida para o “*corpus*” da pesquisa, mas foi relacionada para ilustrar o nível de interação e sinergia dos grupos interativos. Entendeu-se que no caso da maioria (97%) gostar de “trabalhar” em grupo, pode ser pelo fato de que, de acordo com as professoras as atividades em grupo são comuns em todas as disciplinas, favorecendo a aceitação. Tal fato corrobora com os estudos de Johnson e Johnson (1999), que a adesão à metodologia de atividades com grupos interativos e cooperativos está cada vez mais frequente nas escolas.

Diante do pressuposto, subentende-se que as práticas de atividades coletivas já fazem parte da vida escolar dos alunos e, de modo geral, colaboram com as metodologias ativas utilizadas dentro e fora da sala de aula. É importante frisar que o papel do professor em mediar situações de aprendizagem se torna cada vez mais indispensável para atingir os objetivos do ensino-aprendizagem.

5.2 Compilação das respostas da Avaliação Diagnóstica Inicial

Nesta seção serão explorados os dados referentes às questões 3, 4, 6 e 7 da Avaliação Diagnóstica Inicial, (Apêndice A) definida conforme a pré-análise e relacionados ao conhecimento dos conteúdos de Física.

Representa-se a análise da questão 3, que abordava sobre o que os alunos tinham de referencia sobre ação e reação relacionadas ao cotidiano, inclusive poderiam citar algo vivenciado em casa ou na escola, representado no Quadro 4.

Quadro 4 - Resultados da questão 3 da Avaliação Diagnóstica Inicial

Questão	Tema	Categorias	Unidades de Registro	Frequência %	Unidades de Contexto
3	Física	Ação e Reação	Não sabiam	100%	37 alunos responderam: "Não sei", "É alguma coisa")

Fonte: Bertolino e Capri (2017)

Na questão 3 pode-se observar a falta de conhecimento por parte da maioria sobre os conceitos de Física envolvendo ação e reação. Isso provavelmente se deve à falta de atividades experimentais nas aulas de Ciências que proporcionem um interesse maior aos alunos, talvez pela falta de um laboratório onde, pelo menos, conceitos mínimos sejam explorados (BORGES, 2002).

Por outro lado, os resultados da questão 3, mostram que eles não sabem o que é, mas é alguma coisa que pode ser explicada cientificamente. A partir disso pode-se surgir o interesse em atividades de investigação, sendo estimulado a refletir, discutir, explicar, relatar e não apenas manipular objetos. Logo, os professores devem favorecer a

construção de conhecimentos dos alunos, propondo questões interessantes e desafiadoras aos mesmos para resolverem os questionamentos propostos.

Dentre as questões com maior ênfase ao tema, destacou-se a questão 4 (Por que ao enchermos uma bexiga com bastante ar ela estoura?). Somente 19% dos alunos (Quadro 5) responderam algo relacionado ao ar, mas sem explicação técnica e com uma argumentação simples, explicitando dados empíricos. Apesar de não terem nenhuma aula voltada para conhecimentos de Física ou química, os 19% tentaram explicar de alguma forma porque a bexiga estoura ao armazenar muito ar. Isso mostrou o comprometimento e responsabilidade sobre o que foi proposto inicialmente em sala de aula na apresentação do Projeto.

Quadro 5 - Resultados da questão 4 da Avaliação Diagnóstica Inicial

Questão	Tema	Categorias	Unidades de Registro	Frequência %	Unidades de Contexto
4	Física	Pressão do Ar	Não argumentaram/ Não sabiam	81%	30 alunos responderam: "Porque sim", "Porque enche")
			Escreveram sobre pressão ou capacidade	19%	Aluno2- Resposta: "Porque quando não dá mais a pressão da bexiga estoura" Aluno5- Resposta: "Porque ela fica com muita pressão" Aluno7- Resposta: "Ela estoura por causa da pressão" Aluno20- Resposta: "A pressão do ar faz com que ela fique delicada" Aluno24- Resposta: "Por causa da pressão" Aluno28- Resposta: "Por causa da pressão" Aluno33- Resposta: "Porque é muita pressão dentro da bexiga"

Fonte: Bertolino e Capri (2017)

Pode-se perceber que em algumas escritas dos 37 alunos, 7 alunos (19%) escreveram sobre pressão e desses 7 alunos, 3 escreveram sobre a capacidade da bexiga,

ainda de modo empírico, destacando o “porque”, “se”, buscando uma explicação para o fenômeno, seguindo as contribuições de Sasseron e Carvalho (2011) citadas anteriormente.

Na questão 6 (Quadro 6) que se tratava sobre atrito e aerodinâmica, ficou perceptível que quase de forma idêntica à questão 4, a maioria dos alunos não tinha noção sobre atrito ou aerodinâmica. Acredita-se que pode ter faltado uma vivência com a alfabetização científica e técnica por meio de aulas com experimentos de Ciências, envolvendo experiências de participação coletiva.

Quadro 6 - Resultados da questão 6 da Avaliação Diagnóstica Inicial

Questão	Tema	Categorias	Unidades de Registro	Frequência %	Unidades de Contexto
6	Física	Atrito e Aerodinâmica	Não argumentaram/ Não sabiam	100%	37 alunos responderam: "Não sei", "Não sei explicar")

Fonte: Bertolino e Capri (2017)

A questão 7 refere-se a como os alunos fariam um carrinho utilizando ar pressurizado de acordo com a hipótese inicial. De acordo com as respostas percebeu-se que os 11% (4 alunos) que responderam, não sabiam ao certo como fariam o carrinho e nem como a sua propulsão (Quadro 7).

Quadro 7 - Respostas da questão 7 da Avaliação Diagnóstica Inicial

Questão	Tema	Categorias	Unidades de Registro	Frequência %	Unidades de Contexto
7	Física	Como fariam o carrinho se locomover utilizando ar	Não argumentaram / Não sabiam	79%	33 alunos responderam: "Não sei", "Espero o vento" e " Fico assoprando")
			Escreveram sobre ar pressurizado	11%	4 Alunos responderam que fariam utilizando ar da bexiga, mas não sabiam como fazer

Fonte: Bertolino e Capri (2017)

Depois de ter percorrido pelas questões da Avaliação Diagnóstica Inicial, notou-se uma gradual compreensão no que se refere à comparação dos resultados obtidos com as análises iniciais em várias dimensões.

Figura 8 - Gráfico das questões 3, 4 e 6 da Avaliação Diagnóstica Inicial

Fonte: Bertolino e Capri (2017)

De acordo com o gráfico da Figura 8, percebeu-se que nas três questões envolvendo conteúdos específicos de Física a argumentação ficou restrita ao empirismo. Prevaleceram os conhecimentos prévios obtidos em um contexto fora da sala de aula e os argumentos não tinham base científica, deixando as explicações inconclusivas, sem condições de refutações científicas (TOULMIN, 2001).

5.3 Resultados e análises dos registros dos Grupos

Análise das argumentações desenvolvidas durante o levantamento de hipóteses na primeira reunião com os Grupos.

Para ilustrar as respostas dos grupos perante as hipóteses apresentadas e discutidas em torno do objetivo de desenvolver um carrinho de corrida com material reciclado e que se locomovesse “sem usar” fontes de energia que poluíssem, criou-se o diagrama mostrado na Figura 9.

Figura 9 - Diagrama – Levantamento de Hipóteses

Fonte: Bertolino e Capri (2017)

Examinando o diagrama da Figura 9 notou-se nas respostas iniciais, que a maioria tinha uma “solução prévia” para o problema, mas ao serem confrontados com a realidade de preservação e conscientização ambiental ficaram sem respostas, dependendo então de uma pesquisa ou ajuda posterior em outras fontes. Ainda de acordo com o diagrama da Figura 9, na reunião dos grupos foram registrados os relatos referentes à coleta e separação dos materiais recicláveis, envolvendo a família e comunidade. Para melhor entendimento montou-se o Quadro 8 com os relatos dos grupos.

Quadro 8 - Relatórios da 2ª reunião dos Grupos

GRUPO	RELATÓRIOS DA 2ª REUNIÃO
1 A	<i>“Nós nos reunimos na casa da Aluna 21 e separamos algumas coisas: PET, tampas, aros de bicicleta, garrafas, CDs, etc. quando fomos ao terreno que fica do lado da casa, achamos um monte de coisa e frascos cheios de água criando mosquito da Dengue”.</i>
2 A	<i>“Fomos à casa do Aluno 37 levamos e juntamos um monte de coisa para o pai dele poder trazer para a escola, foi legal porque agente também viu uns vídeos na internet”.</i>
3 A	<i>“Não conseguimos marcar para ir à casa de ninguém, porque o Aluno 31 não podia, mas trouxemos tudo o que separamos para a escola, pois tinha muita coisa repetida e dava para trocar com os outros grupos”.</i>
4 A	<i>“A mãe da Aluna 35 disse que podia, aí então fomos, só que não juntamos muita coisa, depois o pai dela ligou o computador e ficamos vendo vídeos e fotos. Com isso tivemos algumas ideias”.</i>
1 B	<i>“Fizemos a reunião na casa do Aluno 5 e conversamos um pouco, depois juntamos todas as coisas que levamos para separar o que íamos trazer para a escola”.</i>
2 B	<i>“Marcamos na casa da Aluna 12, mas ela teve que viajar, então conversamos pelo Whats e cada um juntou o material da sua casa e trouxemos para a escola”.</i>
3 B	<i>“A Aluna 1, nos convidou para irmos fazer a reunião na casa dela para levarmos os materiais e conversarmos. Os pais dela nos ajudaram e depois guardamos os materiais em sacolas para trazer para a sala”.</i>
4 B	<i>“A Aluna 6 disse que podíamos ir na casa dela, fomos e levamos o que já tínhamos separado. A mãe dela foi bem legal e nos ajudou a ver o que podia melhorar no carrinho pois algumas coisas podiam cortar a nossa mão”.</i>

Fonte: Bertolino e Capri (2017)

De acordo com os relatos dos alunos contidos no Quadro 8, pode-se observar inicialmente a preocupação em registrar mesmo de forma simples as atividades desenvolvidas. Um fato muito importante foi em relação ao grupo 1A, que também se preocupou em pesquisar sobre vídeos que pudessem ajudar com novas ideias sobre o assunto.

Os dados do Quadro 8 ainda revelam os depoimentos dos alunos do grupo 1A, quando procuravam materiais recicláveis para a confecção do carrinho, depararam com criadouros do mosquito da Dengue em um terreno vazio próximo da casa de um deles. Diante de tal situação, eles se mobilizaram e buscaram providências para que pudessem eliminar os criadouros e recolher os materiais. Esses registros mostram e corroboram com às propostas defendidas por Dewey (1979), Ausubel (1982), Pacheco (2006), Vasconcellos (1995), Nogueira (2005) e Hernandez (1998) a respeito da integração entre Projetos de modo multi e interdisciplinar.

Os relatos do grupo 1A confirmaram a multidisciplinaridade e a integração do Projeto de pesquisa a outros Projetos em desenvolvimento na escola, como por exemplo: Dengue, Meio Ambiente e Economia da Água. Essa conexão conferiu mais significado a aprendizagem dos alunos, tornando-os ativos na busca de bons resultados.

Um fator importante a esclarecer foi que todos os grupos conseguiram fazer suas reuniões com apoio das famílias. Mesmo quando os encontros aconteciam na escola, ficou claro que a família sempre esteve dando suporte.

Um fato positivo observado foi o uso de ferramentas e recursos tecnológicos. Além da internet para a pesquisa, houve a utilização de aplicativos de mensagens instantâneas e de redes sociais para a troca e atualização de informações. No caso do uso das redes, pelo fato dos alunos serem menores de idade, contaram com o suporte de adultos da família para intermediar as ações online.

5.4 Diagramas para análise dos dados sobre os conceitos

A sequência de argumentos registrados nos relatórios ao longo das atividades, dos encontros, das reuniões dos Grupos e as gravações dos depoimentos em áudio e vídeo

formam um conjunto de dados muito extenso. Por isso foram elaborados os diagramas apresentados nas Figuras 17 a 24 para simplificar o entendimento das ações e processos de construção conceitual por parte dos alunos. Estes diagramas demonstram a evolução dos conceitos acerca dos conteúdos e ao problema proposto, ressaltando a relação com os modelos de Toulmin e Lawson. Consideramos esta forma de apresentação didaticamente mais eficiente em relação à forma usual, por Quadros ou texto.

Para demonstrar a evolução dos conceitos acerca dos conteúdos e ao problema proposto, foram elaborados diagramas com as sínteses dos relatos de cada grupo, pois os registros dos depoimentos e gravações em áudio /vídeo ficaram extensos.

É importante ressaltar que não houve um “segredo” de soluções entre os grupos, pois tanto nas reuniões e momentos de testes todos estavam presentes reportando as dificuldades e dúvidas. Essa medida, previamente definida, foi estabelecida pelas professoras para manter o máximo de interação e socialização para que cada grupo cooperasse com o outro em aspectos materiais e psicológicos. Cabe esclarecer que uma das adaptações feitas na aplicação a Aprendizagem Baseada em Projetos foi justamente o modo em que as soluções foram encontradas e os percalços que cada grupo vivenciou. Isso contribuiu para valorizar a busca de cada grupo, independentemente das suas limitações logísticas, materiais e estruturais.

As ações de compartilhamento de informações já são peculiares da escola, que sempre toma medidas essenciais de inclusão social, inclusive nas duas turmas dos quintos anos tinham dois alunos com necessidades especiais. Esses alunos, mesmo com suas “limitações” participaram de todas as atividades, inclusive na corrida final, proporcionando uma melhor integração e socialização.

De acordo com os dados do grupo 1A (Figura 10), notou-se que depois da refutação sobre seus argumentos iniciais eles mudaram suas concepções e decidiram fazer o carrinho utilizando garrafas plásticas e colocariam o carrinho em uma descida. Após essa decisão, foram lembrados pela professora que a corrida seria em uma superfície plana e nivelada. Então surgiu a primeiro desequilíbrio no desenvolvimento da argumentação em relação aos conceitos pré-existentes, indo ao encontro das concepções de Lawson (2002), pois teriam que construir uma nova hipótese para que o carrinho se locomovesse sem ser colocado em uma descida.

Mesmo diante do desequilíbrio o grupo 1A, se mostrou convicto em ter que pesquisar para descobrir alguma forma de propulsão que usasse vento e que não poluísse.

Após as pesquisas e testes, com muitas interações entre os objetos desenvolvendo e aprendendo propriedades Físicas, realizando ajustes no corpo do carrinho, ajustando largura das rodas, verificando as formas de propulsão e materiais que poderiam utilizar chegaram a uma solução. Essa solução teve uma característica prática, inclusive por conta do prazo de finalização estipulado a todos os grupos e da realização da corrida, corroborando com as teorias de Piaget e Inhelder (1984). Percebeu-se então que houve uma mudança significativa em relação à hipótese inicial, caracterizando uma alteração conceitual para a solução do problema, segundo o modelo de Lawson (2002).

Figura 11 - Diagrama - Construção dos conceitos do grupo 2A

Fonte: Bertolino e Capri (2017)

Conforme os dados do diagrama referentes à síntese dos argumentos do grupo 2A (Figura 11), notou-se que inicialmente o grupo pensou em fazer um carrinho utilizando peças e componentes de fricção de outros carrinhos já fabricados. Diante da primeira “refutação” o grupo mudou seus argumentos dizendo que ficariam assoprando para o carrinho andar. Logo em seguida, os próprios membros do grupo deram conta de que essa ideia não funcionaria, pois teriam que ficar deitados o tempo todo assoprando atrás do carrinho, o que tornaria o processo dificultoso.

Após as duas refutações dos argumentos iniciais o grupo 2A então resolveu partir para a pesquisa, pois era o meio mais racional de obter uma solução para o “problema” proposto.

Na sequência dos seus relatos verificou-se que após suas pesquisas na internet com vídeos e dicas de como fazer um carrinho com outro tipo de propulsão que não poluísse, combinaram de usar o ar de uma bexiga. Depois disso a cada “refutação” foram ajustando o corpo do carrinho, as rodas e por fim, depois de testes, descobriram que a vazão do ar da bexiga pelo canudo também influenciava no movimento do carrinho. Após os ajustes finais no diâmetro do canudo, testaram e conseguiram o objetivo que era fazer com que o carrinho se movimentasse por meio da propulsão do ar.

A interferência das professoras tutoras foi de modo sutil, somente lembrando pontos já definidos em reuniões anteriores sobre as questões envolvendo preservação do meio ambiente e conscientização da não poluição. Esses comportamentos foram para não atrapalhar a linha de pensamento e busca das soluções por parte dos alunos.

Figura 12 - Diagrama - Construção dos conceitos do grupo 3A

Fonte: Bertolino e Capri (2017)

As sínteses dos argumentos analisados do grupo 3A, revelaram que no argumento inicial, eles já tinham a concepção hipotética de usar pressão, porém usariam uma bomba e água. Diante de tal fato, ao depararem com a primeira “refutação” que era sobre a economia de água e preocupação com a preservação ambiental, relataram que precisavam usar outra coisa, porém ainda não sabiam o quê.

Segundo relatos posteriores de alguns alunos, o fato de não terem ideia do que utilizar para fazer o carrinho, estimulou a busca de informações por meio da pesquisa em diversas fontes. Corroborando com as convicções de Demo (2011), que não se pode educar sem pesquisa e que a pesquisa presume a busca pela aprendizagem.

Um dos fatores que facilitou as conclusões do grupo 3A foi o fato de já terem uma definição de usar algo com pressão. Partindo desse princípio, vendo que não poderiam utilizar água, deduziram que o ar seria mais viável e sustentável. Então depois de alguns testes, foram mudando os tamanhos dos carrinhos e das rodas até realizarem o teste final com bexiga e canudo para que a pressão saísse em uma quantidade suficiente para manter uma propulsão na hora da corrida.

Cabe ressaltar que a consciência de economizar água já é uma cultura da escola, desenvolvida há tempos. Tal fato já é percebido pelo comportamento de toda comunidade escolar.

Figura 13 – Diagrama - Construção dos conceitos do grupo 4A

Fonte: Bertolino e Capri (2017)

Analisando os argumentos do grupo 4A, percebe-se que também já tinham como premissa uma forma de propulsão semelhante a um avião, utilizando uma hélice e um motor de carrinhos fabricados movidos a baterias.

Então como a “refutação” originou-se de uma reflexão posterior pelos membros do grupo, tomando consciência da preservação ambiental, logo viram que teriam que mudar e pesquisar outra forma.

Depois de pesquisas na internet e com as pessoas da família, o grupo 4A relatou que os pais ajudaram a descobrir que poderiam utilizar o ar de uma bexiga, pois os vídeos que eles haviam assistido utilizavam materiais poluidores caracterizando mais uma “refutação”.

Depois disso, o grupo 4A, relatou que tiveram a ideia de colocar a bexiga dentro do carro com o corpo de uma garrafa plástica, mas como a força do assopro não era suficiente para pressurizar a bexiga dentro da garrafa. Com isso acabaram mudando de ideia, pois para tal evento acontecer precisariam de um compressor de ar.

Diante de tal refutação o grupo resolveu então fixar a bexiga do lado de fora do carrinho e também não resolveu, pois as rodas ainda eram largas e tinham mais atrito. Então diminuíram o tamanho e a largura das rodas e ao fazerem um novo teste o carrinho ainda não andou, pois ainda estava pesado e a pressão do ar não era suficiente.

O grupo decidiu utilizar uma garrafa plástica de aproximadamente 1L, com uma massa bem inferior para ver se dava certo. Para alívio geral das “tensões” o carrinho então se locomoveu. Então fizeram os ajustes finais na vazão do ar pelo canudo e concluíram realizando a corrida.

Com esse processo hipotético-dedutivo, os alunos do grupo 4A, chegaram a uma solução construindo uma nova hipótese a partir das refutações que encontraram em cada momento de “impasse” em suas tentativas. Esse fato serve de exemplo e vai ao encontro do modelo de Lawson (2002).

Figura 14 – Diagrama - Construção dos conceitos do grupo 1B

Fonte: Bertolino e Capri (2017)

Após a interpretação das sínteses dos argumentos do grupo 1B notou-se que eles relataram que já tinham visto um vídeo de um foguete que era propulsionado com água pressurizada. No entanto, já tinham a primeira “refutação” que era não utilizar água, diante do período difícil que todos estavam vivendo naquele momento, com a crise hídrica, reflexo do longo período de estiagem. Ficou perceptível a confiança em buscar informações e ajuda com seus familiares, pois os alunos relataram tranquilamente que seria o próximo passo. A reflexão sobre a economia de água foi semelhante à do grupo 3A, reforçando sobre a conscientização que a escola já promove.

Durante a construção do carrinho, percebeu-se que o grupo 1B foi um dos que utilizaram um arame duro servindo de eixo no carrinho, mas aos poucos perceberam que o peso poderia atrapalhar na locomoção. Diante disso, aumentaram o tamanho da bexiga para aumentar a pressão do ar, mas não adiantou porque a bexiga ficou com um tamanho desproporcional ao do carrinho e caiu do lado, impedindo o movimento.

Após algumas deduções “refutadas” e de ações de ajustes das rodas, diminuindo os tamanhos do carrinho e da bexiga, conseguiram então o objetivo que foi fazer o carrinho se movimentar com a propulsão do ar da bexiga.

Figura 15 - Diagrama - Construção dos conceitos do grupo 2B

Fonte: Bertolino e Capri (2017)

Segundo os argumentos sintetizados do grupo 2B, percebe-se que na hipótese inicial, disseram que utilizariam um motorzinho usado com uma bateria. Mas essa condição foi “refutada” e perdeu suas “garantias”, depois das discussões referentes a não utilização de materiais que poluíssem. Restou então iniciar um novo debate sobre uma nova alternativa. Decidiram então que usariam uma vela igual de barco e ficariam assoprando.

Logo após o registro do segundo argumento, perceberam que para uma corrida que precisariam de muita pressão do ar para conseguir uma propulsão significativa. Então chegaram ao consenso que teriam mesmo que pesquisar, pois essa ideia foi totalmente “refutada”. Notou-se então que a cada instancia de possíveis soluções hipotéticas, as refutações foram imediatas.

Diante dessas dúvidas o grupo 2B então partiu para a pesquisa. Resolveram ir à casa de uma aluna que tinha um pai militar e por conta da sua experiência poderia ajudar o grupo com uma nova solução. De fato o pai da aluna contribuiu com algumas ideias e depois de fazerem o carrinho, colocaram uma hélice reciclada e um “garrote”(borracha) de procedimentos médicos para tentar fazer a propulsão.

Segundo relatos, depois dos testes perceberam que não era tão simples assim, pois mesmo trocando o corpo do carrinho e deixando as rodas com menos atrito, o carrinho vibrava muito e não saía do lugar enquanto a hélice girava tracionada pelo “garrote”.

Tentaram algumas vezes, fizeram outras pesquisas e descobriram que a solução mais prática e rápida seria com uma bexiga e canudo. E assim fizeram, testaram e deu certo.

Contudo, pode-se notar que mesmo com as objeções e controvérsias o grupo não desistiu, continuou e depois do desequilíbrio encontrado, conseguiu construir uma nova hipótese, solucionando o problema proposto.

Figura 16 - Diagrama - Construção dos conceitos do grupo 3B

Fonte: Bertolino e Capri (2017)

Analisando os argumentos hipotéticos do grupo 3B, percebeu-se uma diferença em relação aos conceitos dos outros grupos, pois os membros relataram que para a propulsão usariam uma garrafa plástica pressurizada, mas por outro lado não tinham uma definição de como fariam tal procedimento.

Após a “refutação” de ter a consciência de não utilizar a água para estes meios, eles mudaram radicalmente o argumento dizendo que fariam uma vela como usada em barcos e esperariam o vento. Em outra reunião ficaram sabendo que a corrida seria no pátio da escola, e mesmo assim teriam que contar com um vento constante, o que era improvável.

A instabilidade emocional em alguns momentos ficou evidente no grupo 3B, pois nem sempre as decisões eram unânimes. Por isso a intervenção da professora foi indispensável, até que eles decidissem coletivamente quais seriam os próximos passos.

Diante dos obstáculos encontrados o grupo 3B partiu para a pesquisa, relataram que todos começaram a ver vídeos e chegaram ao consenso que usariam uma hélice de pirulito e um elástico usado. Após fazer o carrinho, instalaram a hélice com o elástico e começaram os testes. Após alguns testes descobriram que precisavam fazer ajustes no tamanho do carro, nas rodas e inclusive na aerodinâmica. Foi o que fizeram, mas mesmo assim o torque do elástico, velocidade de rotação da hélice e a força do vento gerado não foram suficientes para mover o carrinho que já havia sofrido modificações para ficar mais leve.

Preocupados com o prazo para os testes finais, reuniões e corrida, o grupo 3B fez outras pesquisas e resolveu fazer com bexiga e canudo que seria mais prático e rápido. Fizeram e deu certo, alcançando o objetivo que foi o movimento por propulsão e a participação na corrida.

Figura 17 - Diagrama - Construção dos conceitos do grupo 4B

Fonte: Bertolino e Capri (2017)

Após as análises dos argumentos expostos no diagrama da Figura 24, verificou-se que logo de início o grupo 4B relatou a hipótese de fazer utilizando um motor de carrinho com controle remoto movido à bateria. Mas no momento da “refutação” disseram que iriam pesquisar pois não tinham noção do que usar.

Mesmo sem ter noção do que poderiam utilizar, os membros do grupo 4B sabiam que tinham que pesquisar e tentar ver vídeos que pudessem contribuir. Então foi justamente o que fizeram.

Após as pesquisas e vídeos, os membros do grupo viram realmente que por conta do prazo e das reuniões, tinham que optar pelo recurso mais prático que encontraram: utilizar o ar pressurizado na bexiga com um canudo de vazão.

O grupo 4B, logo após o momento do “desequilíbrio” conceitual, definiu que usariam bexiga com ar e canudo, pois um dos seus membros já havia brincado com bexigas e canudos, por isso tentariam fazer algo para fixar no carrinho. Portanto relataram que as pesquisas foram direcionadas para essa solução, favorecendo o foco das atividades.

Depois disso fixaram a bexiga e o canudo na parte superior do carrinho, começaram os testes e perceberam que precisavam ajustar o tamanho, pois o corpo do carrinho ainda estava grande. Por conta disso utilizaram uma garrafa menor, trocaram a roda de tampas largas por tampas finas e fizeram os testes necessários.

Após os testes necessários de ajustes de vazão dos canudos, relataram que ficaram até emocionados quando o carrinho se locomoveu. Participaram da corrida e conseguiram entender, segundo seus relatos, porque o carrinho foi “empurrado” para a frente, relembrando a terceira Lei de Newton (ação e reação).

Pode-se observar que a operação epistêmica mais presente durante os processos foi o levantamento de hipóteses. Logo, verifica-se a forte presença de uma metodologia proveniente da investigação científica, necessária à resolução de um problema via experimentação.

Para uma breve análise em relação à quantidade de refutações que os grupos superaram, elaborou-se um gráfico (Figura 18) ilustrando tais dados.

Figura 18 - Gráfico com o total de refutações dos grupos

Fonte: Bertolino e Capri (2017)

Contabilizando a quantidade de “refutações” que as deduções-hipotéticas dos grupos tiveram, verificou-se que o grupo 4A e 3B foram os grupos que tiveram um número maior. Em cada impasse em relação às suas hipóteses, tiveram que conviver com a “mudança de conceitos”, alterando os seus argumentos a cada descoberta de uma possível solução. Percebeu-se que as “justificativas” utilizadas pelos grupos foram perdendo as “condições de base” ao longo das argumentações até chegarem a uma argumentação estável acompanhada pela solução do problema, correspondendo aos modelos propostos por Toulmin (2001) e Lawson (2002).

Inicialmente, alguns membros do grupo 4A e grupo 3B, ao relatarem os “caminhos” (conceitos) que percorreram, ambos ficaram com vergonha. E depois, dos esclarecimentos das professoras, dizendo que todas as dificuldades são subsídios para uma aprendizagem

mais sólida, sentiram-se mais aliviados, pois viram que tudo fez parte de um crescimento conceitual e de aprendizagem. Neste caso, quem mais deparou com as “refutações” foi quem mais teve a oportunidade de aprender e ficar diante de um universo maior de possíveis soluções.

Para exemplificar um pouco mais sobre o processo de retorno aos testes, quando as ações dos grupos não alcançavam os objetivos esperados, reproduz-se o fluxograma (Figura 19) conforme Capri Neto et al (2014), no qual aplica-se a Aprendizagem Baseada em Projetos e ilustra-se o processo de aplicação de acordo com as atividades desenvolvidas pelos alunos.

Figura 19 - Fluxograma do processo de aplicação de uma pesquisa com PjBL

Fonte: Capri Neto et al (2014)

De acordo com os autores, no processo mostrado (Figura 19), na última fase do processo havia a possibilidade de abandono do Projeto se caso os testes não levassem a soluções que atendiam aos objetivos esperados. Em concordância com as atitudes dos alunos da pesquisa de Capri Neto et al (2014), os alunos do 5º também não abandonaram o Projeto, pelo contrário, em cada hipótese refutada, surgia o anseio pela busca de novas soluções até chegarem a construção de uma nova hipótese.

Alem da preocupação em observar os processos de argumentação dos grupos, atentou-se para outros comportamentos individuais e coletivos dos alunos. Um deles foi

sobre a interação com os materiais (objetos) por meio da experimentação que facilitou muito na validação hipotética, de acordo com as teorias de Piaget (1985), que descreve sobre o desenvolvimento cognitivo por meio da interação com o objeto. Outra observação importante foi sobre as interações e comportamentos coletivos em que todos se ajudaram em todos os aspectos, materiais, psicológicos, emocionais e logísticos, corroborando com Vygotsky (1984).

Podemos ainda concluir, citando novamente Piaget (1985), a respeito da inter-relação que foi descrita em dois níveis: inicialmente, a legalidade observável, que representou o momento em que as crianças aplicaram aos objetos as suas operações para compreenderem as relações elementares ou medidas; e a causalidade subjetiva e dedutiva, quando atribuíram suas estruturas operatórias aos objetos. Refletindo sobre todo o processo de argumentação verificou-se ainda, em vários períodos, que quando uma hipótese era proposta e questionada ou refutada, se alguém acreditasse na hipótese proposta, este se engajavam em uma discussão, apresentando novas hipóteses. Com isso, a discussão se propagava até que surgia um apoio ou garantia para dar força para a hipótese. Esse fato contribuía para uma melhor qualificação ou abandono das hipóteses de modo que somente eram propostos testes de hipóteses quando havia um consenso no grupo. Caso contrário não se sustentava a hipótese passível de refutação.

5.5 Resultados da avaliação diagnóstica final

No gráfico (Figura 20) observou-se que houve um crescimento considerável nos conteúdos das respostas em relação à Avaliação Diagnóstica Inicial.

Figura 20 – Gráfico com o resultado geral das Avaliações Diagnósticas

Fonte: Bertolino e Capri (2017)

De acordo com o gráfico da Figura 20, percebeu-se que houve uma grande diferença nos resultados das avaliações: diagnóstica inicial e avaliação diagnóstica final. Portanto o que se pode ressaltar depois de todo o processo é a surpreendente capacidade de gestão e autonomia dos alunos sobre as atividades propostas.

Os resultados mostram uma evolução satisfatória na argumentação científica, diante das respostas refinadas de alguns alunos. Isso norteia caminhos possíveis na busca de uma aprendizagem de conteúdos necessários segundo os PCN, mas ainda não contemplados na grade curricular.

No Quadro 9 faz-se a verificação das respostas da questão 3 da Avaliação Diagnóstica Final, em que os alunos responderiam se haviam pesquisado em casa sobre algo relacionado à ação e reação.

Quadro 9 - Respostas da questão 3 da Avaliação Diagnóstica Final

Aluno	Resposta da Questão 3
Aluno 1	<i>"Pesquisei a locomoção de um objeto pelo ar"</i>
Aluno 3	<i>"Pesquisei sobre como fazer o carrinho andar"</i>
Aluno 5	<i>"Sim pesquisei na internet e como fazer o carrinho"</i>
Aluno 6	<i>"Pesquisei sobre ação e reação"</i>
Aluno 7	<i>"Sim pesquisei na internet e nos livros de como fazer o carrinho"</i>
Aluno 10	<i>"Sim pesquisei na internet e nos livros de como fazer o carrinho"</i>
Aluno 11	<i>"Pesquisei na internet "</i>
Aluno 16	<i>"Sim pesquisei na internet "</i>
Aluno 17	<i>"Eu pesquisei sobre ação e reação e também um tipo que vai e vem"</i>
Aluno 19	<i>"Eu pesquisei sobre o avião e o foguete que envolve ação e reação"</i>
Aluno 20	<i>"Sim pesquisei na internet sobre locomoção do objeto através do ar"</i>
Aluno 21	<i>"Pesquisei sobre como o carrinho andar"</i>
Aluno 23	<i>"Pesquisei conversando com meus pais sobre o carrinho"</i>
Aluno 24	<i>"Pesquisando em vídeos para ter mais idéias"</i>
Aluno 26	<i>"Fazer o carrinho andar"</i>
Aluno 28	<i>"Sim pesquisei na internet e nos livros de como fazer o carrinho"</i>
Aluno 30	<i>"Sim pesquisei sobre locomoção do ar"</i>
Aluno 31	<i>"Chuveiro, fogão, isqueiro, televisão e ventilador"</i>
Aluno 32	<i>"O isqueiro aperta o botão e sai o fogo, esse atrito causa ação e reação"</i>
Aluno 33	<i>"Quando esquento água para fazer macarrão (ação) e quando ela vira vapor (reação)"</i>
Aluno 34	<i>"De como iríamos fazer o carrinho se locomover"</i>
Aluno 35	<i>"Sim pesquisei na internet e conversei sobre como fazer o carrinho"</i>
Aluno 37	<i>"Sim pesquisei na internet de como íamos fazer o carrinho andar com o ar"</i>

Fonte: Bertolino e Capri (2017)

Notou-se no Quadro 9 que os alunos 19, 31, 32 e 33 entenderam que deveriam relatar sobre algum objeto de uso cotidiano em casa, qual a relação com o conteúdo de Física ação e reação. Os demais alunos pesquisaram em casa e na internet sobre como

fariam o carrinho se locomover com a ação apenas do ar, entendeu-se que a maioria foi movida pelo interesse de buscar soluções coletivas diante do que foi proposto. Como exemplo, o relato do Aluno 37: "Sim pesquisei na internet de como íamos fazer o carrinho andar com o ar".

No Quadro 10 há a exposição de algumas respostas referente à questão 4 do questionário da avaliação final para exemplificar a evolução dos argumentos. A pergunta foi sobre o porquê a bexiga estoura quando enchemos com bastante ar. Nota-se que 62% (23 alunos) tiveram uma melhora na argumentação científica em comparação às respostas da Avaliação Inicial.

Quadro 10 - Respostas da questão 4 da Avaliação Diagnóstica Final

Aluno	Resposta da Questão 4
Aluno 1	<i>"A pressão do ar aumenta causando uma reação e explode"</i>
Aluno 3	<i>"Porque tem um limite e o material não aguenta tanta pressão"</i>
Aluno 5	<i>"Porque ao enchermos muito a bexiga fica com muita da pressão e estoura"</i>
Aluno 6	<i>"Porque o espaço é limitado se a pressão aumenta e não resiste ela estoura"</i>
Aluno 7	<i>"Ela estoura por causa reação da pressão na bexiga"</i>
Aluno 10	<i>"Porque ela fica com muita pressão e estoura"</i>
Aluno 11	<i>"Ela estoura por causa da pressão"</i>
Aluno 16	<i>"Ela estoura por causa da pressão do ar que aumenta"</i>
Aluno 17	<i>"Porque ela estica muito e não resiste a pressão"</i>
Aluno 19	<i>"Ela estoura por causa da pressão"</i>
Aluno 20	<i>"Muita pressão do ar causa uma reação"</i>
Aluno 21	<i>"Ela estoura por causa da pressão que é muita"</i>
Aluno 23	<i>"Por causa da pressão"</i>
Aluno 24	<i>"Ela estoura por causa da pressão, pois a bexiga não resiste"</i>
Aluno 26	<i>"Ela tem muita pressão"</i>
Aluno 28	<i>"Ela estoura por conta de muita pressão"</i>
Aluno 30	<i>"Porque o balão não resiste à pressão do ar"</i>
Aluno 31	<i>"Ela estoura por causa da pressão"</i>
Aluno 32	<i>"A pressão do ar é muita e causa uma reação"</i>
Aluno 33	<i>"A pressão aumenta muito e a bexiga estoura"</i>
Aluno 34	<i>"Por causa da pressão do ar"</i>
Aluno 35	<i>"Porque ela ficou com muita pressão do ar"</i>
Aluno 37	<i>"É porque a bexiga fica muito cheia e o ar prende e estoura"</i>

Fonte: Bertolino e Capri (2017)

No Quadro 11 encontram-se os resultados da questão 5 que perguntava por que uma bicicleta de rodas finas é mais rápida que uma de rodas largas, percebe-se uma ascensão nos conceitos sobre o atrito.

Quadro 11 - Respostas da questão 5 da Avaliação Diagnóstica Final

Aluno	Respostas da Questão 5
Aluno 1	<i>"Por ser menor é mais leve e o atrito é menos"</i>
Aluno 3	<i>"Porque a bicicleta de rodas finas tem o efeito de menos atrito no chão"</i>
Aluno 5	<i>"Porque a bicicleta de rodas finas tem menos atrito e as rodas largas tem mais"</i>
Aluno 6	<i>"Porque a bicicleta de rodas finas é mais leve com menos atrito"</i>
Aluno 7	<i>"Porque a bicicleta de rodas finas é mais leve e tem menos atrito"</i>
Aluno 10	<i>"Porque a bicicleta de rodas finas tem menos atrito"</i>
Aluno 11	<i>"Porque a bicicleta de rodas finas tem menos atrito do que a de rodas largas"</i>
Aluno 16	<i>"Porque a bicicleta de rodas finas tem menos atrito e as rodas largas tem mais"</i>
Aluno 17	<i>"Porque a bicicleta de rodas finas tem menos atrito e as rodas largas tem mais"</i>
Aluno 19	<i>"Porque a de rodas finas são mais leves e tem menos atrito"</i>
Aluno 20	<i>"Menos peso, menos atrito"</i>
Aluno 21	<i>"Bicicleta de rodas finas tem menos atrito e a larga mais"</i>
Aluno 23	<i>"Porque as de rodas finas tem menos atrito"</i>
Aluno 24	<i>"A roda fina é mais leve e tem menos atrito"</i>
Aluno 26	<i>"Porque as rodas finas são mais leves e tem menos atrito"</i>
Aluno 28	<i>"Porque a bicicleta de rodas finas tem menos atrito"</i>
Aluno 30	<i>"A bicicleta de rodas finas tem menos atrito"</i>
Aluno 31	<i>"Porque a bicicleta de rodas finas tem menos atrito"</i>
Aluno 32	<i>"Atrito é o contato com o chão através do magnetismo envolvendo a gravidade e aerodinâmica usa o ar se locomovendo"</i>
Aluno 33	<i>"A pressão do ar nas rodas largas é maior do que nas finas"</i>
Aluno 34	<i>"Por causa do atrito"</i>
Aluno 35	<i>"Porque a bicicleta de rodas finas tem menos atrito e as rodas largas tem mais atrito"</i>
Aluno 37	<i>"É porque a mais fina é mais leve diminuindo a aerodinâmica"</i>

Fonte: Bertolino e Capri (2017)

No Quadro 12 são apresentadas as respostas da questão 6 do questionário da Avaliação Final, percebe-se uma melhora na qualidade das respostas, não só pelo fato de

100% (37 alunos) não responder nada a respeito na avaliação inicial, mas por utilizarem uma linguagem mais científica.

Quadro 12 - Respostas da questão 6 da avaliação diagnóstica final

Aluno	Respostas da Questão 6
Aluno 1	"Atrito é o contato pela gravidade e aerodinâmica o movimento do ar"
Aluno 3	"O que eu sei é que cada tipo de chão tem um atrito diferenciado e aerodinâmica é uma reação do ar em movimento"
Aluno 5	"Atrito é o contato com qualquer coisa e aerodinâmica é o contato com o ar"
Aluno 6	"Atrito contato com o chão e aerodinâmica contato com o ar com o ar"
Aluno 7	"Atrito é como um peso forte que fica no chão e aerodinâmica é o ar que exerce no objeto"
Aluno 10	"Atrito contato e aerodinâmica influencia do ar"
Aluno 11	"Atrito é o contato e aerodinâmica é o ar em movimento"
Aluno 16	"Atrito contato com o objeto e aerodinâmica estudo do ar "
Aluno 17	"Atrito é o contato e aerodinâmica é como se fosse o atrito do ar sobre o objeto"
Aluno 19	"Atrito é fricção entre duas superfícies e aerodinâmica é a parte da Física que estuda a força do ar sobre os corpos"
Aluno 20	"Atrito é o contato com o chão magnetismo e a aerodinâmica contato com o ar"
Aluno 21	"Atrito contato com algum objeto e aerodinâmica é a força do ar"
Aluno 23	"Atrito é contato com o chão envolvendo a gravidade e a aero dinâmica envolve o ar em movimento"
Aluno 24	"Atrito é o contato com o chão por conta da gravidade e aerodinâmica é a ação do ar em movimento sobre o objeto"
Aluno 26	"Aerodinâmica é quando voa e atrito é quando faz uma ação no objeto"
Aluno 28	"Atrito contato e aerodinâmica influencia do ar"
Aluno 30	"Atrito é o contato com o chão e aerodinâmica é a pressão do ar em movimento"
Aluno 31	"Atrito contato e aerodinâmica influencia do ar"
Aluno 32	"Atrito gruda no chão por causa do magnetismo e a aerodinâmica é a locomoção do ar"
Aluno 33	"Atrito é o contato com o chão envolvendo o magnetismo e gravidade. aerodinâmica é a ação do ar sobre o objeto"
Aluno 34	"Atrito é o contato com o chão aerodinâmica é o ar que se locomove no objeto"
Aluno 35	"Atrito contato com magnetismo e aerodinâmica algo que locomove no ar em ação"
Aluno 37	"Atrito tem a ver com o peso no chão e aerodinâmica com a velocidade do ar"

Fonte: Bertolino e Capri (2017)

Depois da análise das repostas da questão 6 contidos no Quadro 12, verificou-se que das 37 respostas com conteúdo coerente sobre a pergunta, 23 respostas (62%) continham uma argumentação científica acima do esperado. Considerando que a faixa etária é de 10 anos, não tinham aulas ou explicações sobre o assunto e o tempo de aplicação do Projeto não

ultrapassou 6 meses, o rendimento qualitativo muito bom, justificado inclusive pela resposta do aluno 19: *"Atrito é fricção entre duas superfícies e aerodinâmica é a parte da Física que estuda a força do ar sobre os corpos"*. Isso revela o total empenho do aluno e de todos os seus pares na busca por uma explicação vez mais científica.

No Quadro 13 estão representadas as respostas da questão 7 da Avaliação Final, que solicitava que os alunos escrevessem como fizeram o carrinho de brinquedo com propulsão a ar.

Quadro13 - Respostas da questão 7 da Avaliação Final

Aluno	Respostas da Questão 7
Aluno 1	"Com materiais recicláveis, bexiga e canudo para se locomover"
Aluno 3	"Fizemos um carrinho movido a ar com bexiga e utilizamos outros objetos recicláveis."
Aluno 5	"Utilizamos canudo, CD, aero e uma tampinha para fazer as rodas; e para fazer o carrinho se locomover usamos a borda de uma garrafinha, elástico, grampo e bexiga"
Aluno 6	"Bastante material reciclado, jornal e usamos o ar da bexiga para fazer andar."
Aluno 7	"Com material reciclado, canudo e bexiga colocada atrás para dar pressão"
Aluno 10	"O meu grupo fez o carrinho e usamos: tinta preta para pintar, garrafa PET, CD para a roda ficar fina e ter menos atrito e bexiga colocada na traseira"
Aluno 11	"Garrafa Pet, bexiga, canudos e CD e depois enchemos e soltamos"
Aluno 16	"Com material reciclado, colocamos a bexiga atrás, enchemos e soltamos"
Aluno 17	"Um carrinho leve com ar pressurizado na bexiga"
Aluno 19	"Eu coloquei bexiga, materiais recicláveis como garrafa plástica, Cd, etc. e pesquisamos sobre o ar e locomoção"
Aluno 20	"Com material reciclado, bexiga, canudo, decoramos com glitter e enchemos a bexiga para locomover"
Aluno 21	"Nós fizemos com materiais reciclados e também com outros tipos de material como canudo e bexiga para a pressão."
Aluno 23	"Material reciclado, bexiga e canudo depois enchemos e soltamos"
Aluno 24	"Com materiais reciclados, bexiga e canudo para fazer a pressão do ar para o carrinho andar"
Aluno 26	"Usamos material reciclado, CD para as rodas e bexiga para ação e reação do ar"
Aluno 28	"Com ar pressurizado na bexiga"
Aluno 30	"Garrafa Pet, bexiga, canudos e CD e material mais leve para andar mais rápido"
Aluno 31	"Com ar pressurizado na bexiga"
Aluno 32	"Com material reciclado, depois prendemos a bexiga no canudo, prendemos na garrafa e assoprados"
Aluno 33	"Com o material reciclado e canudo com bexiga na ponta, usando a pressão do ar para se locomover"
Aluno 34	"Material reciclado e pesquisa sobre o ar pressurizado na bexiga"
Aluno 35	"Material reciclado e pressão do ar usando a bexiga e a roda fina com CD"
Aluno 37	"Material reciclado e bexiga com canudo e o nosso carro era do Batmam"

Os dados do Quadro 13 mostram que a maioria dos alunos relacionou uma extensa lista de materiais reciclados desde garrafas a eixos de aros de bicicleta. Para simplificar resolveu-se transcrever “material reciclado” para abreviar a listagem. Portanto, todos escreveram como fizeram e quais materiais usaram para a propulsão a ar. Um fato importante é que todos conseguiram fazer o carrinho e participar em tempo da corrida prevista no final das atividades.

Cabe ressaltar que quatro alunos (10, 19, 21 e 37) responderam na Avaliação Inicial que usariam bexiga, mas não sabiam como fariam. E, ao final na Avaliação Final os mesmos e os demais já sabiam, pois tinham feito e comprovado na prática. Acredita-se que tal fato se deu porque os conhecimentos foram compartilhados.

Para levantamento e registro sobre a argumentação científica dos alunos, as duas turmas dos 5º anos foram reunidas no pátio da escola para desenvolver um Mapa Conceitual (Figura 21). Esse Mapa objetivava o registro dos conceitos a fim de verificar a evolução coletiva dos conteúdos de Física e também aos argumentos sobre a confecção do carrinho utilizando material reciclado, a propulsão e a corrida.

Figura 21 - Mapa Conceitual coletivo feito no quadro

Fonte: Bertolino e Capri (2017)

5.6 Avaliação e fechamento do Projeto

Após o encerramento das atividades propostas, e como previsto, aplicou-se uma avaliação (Apêndice D), fez-se uma reunião e coletaram-se depoimentos para verificar a importância do Projeto na visão das professoras e dos alunos. Para ilustrar elaborou-se um gráfico (Figura 22) com as notas de 0 a 10 e outro (Figura 23) para as avaliações se: péssimas, regulares, boas, ótimas ou excelentes.

Figura 22 - Avaliação do Projeto por satisfação

Fonte: Bertolino e Capri (2017)

Diante dos resultados do gráfico da Figura 22, verificou-se que o nível de satisfação em relação ao Projeto foi elevado e que tanto os alunos como as professoras obtiveram aproveitamento nas atividades, reuniões, encontros e momentos de interação.

Figura 23 - Avaliação do Projeto por notas

Fonte: Bertolino e Capri (2017)

Na avaliação do Projeto por notas, o gráfico da Figura 23 mostra que a maioria atribuiu notas 9 e 10. Considerando que essas notas exprimem um padrão de satisfação acima do esperado, subentende-se que a comunidade escolar ficou satisfeita com a aplicação do Projeto de um modo geral.

A avaliação positiva do Projeto não é um mérito de apenas um método ou de algumas metodologias, mas de um conjunto de ações que levaram a aprendizagem que agregou significado a toda a comunidade escolar. Esse pressuposto tem por referencial os estudos de Luckesi (1998) e Hoffmam (2001), que orientam sobre os processos e instrumentos de avaliação escolar, como uma “via de mão-dupla” onde educador e educando são avaliados.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho contou com aceitação e acolhimento por parte de toda a gestão administrativa da Rede Municipal de Pindamonhangaba. Ao perceber o grau de importância e contribuição que este trabalho poderia impactar no município, abraçaram a causa em prol de resultados além do previsto inicialmente. Mostrou algumas ações externas envolvendo outras instituições são possíveis e que a comunidade escolar deve estar aberta para outros Projetos, estreitando a relação entre a universidade e a escola.

A escolha de uma escola da rede pública, de modo particular foi por sempre ter estudado em instituições públicas, inclusive em uma escola de fazenda com sala multisseriada. Sempre acreditei que o desenvolvimento da aprendizagem é possível em todas as esferas sócio-econômicas, desde que existam ambientes e práticas facilitadoras, mesmo que os recursos humanos e materiais estejam abaixo do esperado.

Nos primeiros contatos das reuniões com os pais dos alunos, percebeu-se a valorização e a ruptura de alguns “pré-conceitos” de que a Universidade não chega até séries iniciais da escola e não oferece caminhos para uma gradual aproximação. Logo, houve uma quebra nesse paradigma e de acordo com depoimentos, a presença de um aluno de pós-graduação da USP, valorizou e gerou uma credibilidade na unidade escolar.

Ao apresentar a proposta de trabalho para as professoras ambas ficaram um pouco apreensivas, pois inicialmente acharam que aumentaria a gama de conteúdos a serem ministrados, deixando suas tarefas diárias acumuladas. E, ao serem “tranquilizadas”, informadas de que seriam tutoras e orientadoras, agradeceram pela iniciativa e escolha de suas salas e da escola. Inclusive a Metodologia Pesquisa-Ação contribuiu para uma integração maior entre a comunidade escolar e o pesquisador. Segundo relatos das mesmas, o Projeto levou-as a refletir sobre suas formações e suas práticas que podem de algum modo, serem direcionadas para a multidisciplinaridade, cooperação e pesquisa, além dos “muros” da escola.

Nos contatos com os alunos ficou claro que na rede pública, a prontidão, integração, cooperação e inclusive a “inclusão” são peculiares. Inclusive a vivência quase que diária mostrou que mesmo com um desnível de aprendizagem é possível criar

ambientes facilitadores onde todos possam desenvolver-se de modo ativo dentro de suas limitações. Comprovou que principalmente entre os alunos a inclusão social acontece de fato.

Nos momentos de atividades em grupo, pesquisa e até mesmo no momento da “corrida dos carrinhos”, registrou-se uma mudança significativa na argumentação, pois nas perguntas e questionamentos sobre alguns fenômenos, a melhora na argumentação ficou explícita em relação às “falas” do começo da aplicação do Projeto. As atividades de experimentação e testes contribuíram para que todos participassem e se cobrassem mutuamente sobre como argumentar melhor em cada explicação.

No momento em que as duas turmas foram chamadas para se reunirem no pátio da escola para a construção do Mapa Conceitual coletivo para argumentar sobre os conceitos, vários alunos perguntaram: “Os professores da USP não vêm hoje?”, curiosos para saber se naquela atividade teriam a presença dos professores Ângelo Capri Neto e Maria da Rosa Capri que estiveram no dia da “Corrida dos Carrinhos”.

Foi notável que a presença de representantes da USP valorizou ainda mais a importância e comprometimento do Projeto, dando boas perspectivas e contribuindo para a motivação não só dos alunos, mas de toda a comunidade escolar.

Antes mesmo da conclusão das atividades, a comunidade escolar solicitou uma ampliação do Projeto em um momento oportuno para atender as crianças dos outros anos, pois foi notória a curiosidade e vontade de participar dos momentos proporcionados aos alunos dos 5º anos. Certamente essas solicitações são fruto de um trabalho onde todos ganham e se ajudam com o objetivo único e imensurável, o ensino-aprendizagem.

Satisfatoriamente os resultados mostraram o alcance do objetivo proposto inicialmente que era se a Aprendizagem Baseada em Projetos com o método PBL pode complementar o ensino de Ciências com conteúdos de Física suprimindo a necessidade dos conteúdos previstos nos PCN que não fazem parte da grade curricular.

É esclarecido inclusive pela autora Berbel (1998) que tanto a Aprendizagem Baseada em Projetos como qualquer outro método na educação não são aplicados isolados, e que sempre será adaptado a realidade dentro do contexto social do aluno. Portanto, compreende-se que ajustes e adaptações serão certamente resguardados nas aplicações.

A preocupação em desenvolver o Projeto por meio de um método que refletisse acerca de um problema, como é o caso do método PBL, fez com que toda a comunidade escolar se preocupasse ainda mais a se unir em prol da busca por soluções. Por esta razão, não só as gestoras e professoras se empenharam, mas também os pais dos alunos.

Um fato inesperado em relação do Projeto foi a escolha dentre os outros Projetos da escola para a “Mostra de Melhores Práticas” da Rede Municipal de Pindamonhangaba que acontece todos os anos no mês de outubro. Nesta mostra todas as escolas expõem os melhores Projetos escolhidos para compartilhar as melhores práticas pedagógicas.

A escolha do Projeto por parte dos gestores, professores e alunos valorizou de modo gratificante todo o empenho da comunidade escolar, que não mediu esforços e se envolveu integralmente.

No evento da mostra que aconteceu no dia 24 de outubro de 2015 na praça central da cidade de Pindamonhangaba, foram expostos os carinhos de corrida dos alunos e montada uma pista para que os visitantes pudessem fazer os testes da propulsão a ar dos carrinhos. Sem dúvida, foi muito gratificante e emocionante, pois além de mostrar e explicar como foi o Projeto os alunos também deram depoimentos do que aprenderam com as atividades, dando ainda mais credibilidade ao trabalho desenvolvido.

De modo inesperado houve uma repercussão em toda a rede municipal de Pindamonhangaba, devido à aceitação da comunidade escolar e do “peso” de credibilidade que a instituição USP representa por meio da Escola de Engenharia de Lorena.

Diante de todos os registros e dados coletados, subentende-se que além do aproveitamento das atividades e das pesquisas, houve o despertar filosófico para a postura investigativa. Por meio dos experimentos, discussões e diálogos sobre os problemas em questão, os alunos adquiriram uma postura crítica em relação às incertezas dentro de um universo experimental. Com as experiências cotidianas e a busca de soluções, os alunos foram estimulados a praticar a investigação por significado, guiados por pensamentos e ações reflexivas.

Após a aplicação bem sucedida do Projeto na escola, houve uma procura por parte de outros gestores de outras unidades para uma possível aplicação do mesmo Projeto em

suas unidades. De modo responsável foi lhes respondido que em um momento oportuno tal requisição seria atendida, mas que por hora o dever com outras obrigações impediria o início imediato.

Com todos os fatos positivos explicitados, compreende-se sabiamente de que vale mesmo a pena investir em meios que levem o aluno a desenvolver sua aprendizagem com significância, servindo de base para sua formação humana e acadêmica. Sem dúvida abrem-se caminhos e estímulos para pesquisas sobre metodologias que ampliem ainda mais o conjunto de subsídios para a prática pedagógica.

REFERÊNCIAS

- AUSUBEL, D.P. **A aprendizagem significativa**: a teoria de David Ausubel. São Paulo: Moraes, 1982.
- BARBOZA, P.L.; CARDOSO, R. De quem é a responsabilidade pela falta de interesse dos alunos? **Pátio**: revista pedagógica. Porto Alegre. v. 10, n. 39, p.32-35, (ago./out. 2006)
- BERBEL, N.A.N. **A Problemática e a aprendizagem baseada em Projetos**: diferentes termos ou diferentes caminhos? Londrina: UEL, 1998.
- BORGES, A. T. Novos rumos para o laboratório escolar de Ciências. **Caderno Brasileiro do Ensino de Física**. v. 19, n.3, p.291-300, dez. 2002.
- BRASIL. Ministério da Educação. **PDE - Plano de Desenvolvimento da Educação**: Prova Brasil: ensino fundamental: matrizes de referência, tópicos e descritores. Brasília: MEC, SEB; INEP. 2008.
- BRASIL. **Lei Brasileira de Inclusão**. Brasília, DF: Senado Federal, 2015.
- BRASIL. **Estatuto da Criança e do Adolescente**. Brasília, DF: Senado Federal, 1990.
- BRASIL, Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ciências Naturais**. Secretaria de Educação Fundamental. Brasília: MEC/SEF, 1997.
- BRASIL. Senado Federal. **Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional**: nº 9394/96. Brasília: 1996.
- CARVALHO, A.M.P. **Física**: proposta para o ensino construtivista. São Paulo: EPU, 1989.
- CAPRI NETO, A; CAPRI, M.R. SOUZA, B.L.C.; GAMBARATO, B.; ZAMPONI, G.; BARRETO, M.M. Aplicação do pjbl na disciplina de análise instrumental dos cursos de engenharia química e engenharia bioquímica: estudo de caso. **COBENGE**, 2014. Juiz de Fora, MG: Abenge, 2014. p.1-12. Disponível em: <<http://www.abenge.org.br/cobenge-2014/Artigos/129891.pdf>>. Acesso em: 18 de maio de 2016.
- DALBEN, A. **Avaliação escolar**. Presença Pedagógica, Belo Horizonte, v. 11, n. 64, jul./ago. 2005.
- DEMO, P. **Educar pela pesquisa**. 8 ed. São Paulo: Autores Associados, 2011.
- DEWEY, John. **Experiência e educação**. 3 ed. São Paulo: Ed. Nacional, 1979.
- DRIVER, R. NEWTON, P. *Establishing the norms of scientific argumentation in classrooms*. **ESERA CONFERENCE**, 1997. Rome: Paper Rome, 1997.
- FREIRE, P. **Pedagogia da autonomia**: saberes necessários à prática educativa. São Paulo: Paz e Terra, 1996.
- FREITAS, L.V. e FREITAS C.V. **Aprendizagem cooperativa**. Porto: Edições Asa, 2003.

GADOTTI, M. Boniteza de um Sonho. Ensinar e Aprender com Sentido: desafio do processo ensino-aprendizagem. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE EDUCAÇÃO, 5, 2004, João Pessoa, **Anais do Congresso Internacional de Educação**. João Pessoa: Editora Universitária, 2004.

GOTTLIEB, A. **Sócrates: o mártir da filosofia**. Trad. Irley Fernandes Franco. São Paulo: Editora UNESP, 1999.

HERNÁNDEZ, Fernando. **Transgressão e mudança na educação: os Projetos de trabalho**. Trad. Jussara Haubert Rodrigues. Porto Alegre: ArtMed, 1998.

HOFFMAN, J. **Avaliar para promover: as setas do caminho**. 6 ed. São Paulo: Editora Mediação, 2001.

JOHNSON, D; JOHNSON, R. **Aprender juntos y solos: aprendizagem cooperativa, competitivo e individualista**. Buenos Aires: Grupo Editorial Aique, 1999.

KAGAN, S. **Cooperative learning**. California: San Juan. 1992.

LAWSON A. E. What does Galileo's Discovery of Jupiter's Moons Tell Us About the Process of Scientific Discovery? **Science & Education**, 11, p. 1-24 , 2002.

LIBÂNEO, J. C. **Pedagogia e pedagogos, para quê?** São Paulo: Cortez, 1998.

LIPPMAN, A. O arquiteto do futuro. **Revista Meio e Mensagem**. n.792. São Paulo, 1998. (Entrevista).

LOCATELLI, R. J; CARVALHO, A. M. P. Uma análise do raciocínio utilizado pelos alunos ao resolverem os problemas propostos nas atividades de conhecimento físico. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 7, n. 3, p. 1-18, 2007.

LOURENÇO FILHO, Manuel B. A pedagogia norte-americana. **Revista de Educação**, v. 27, nº 27-28, p. 10-18, 1939.

LUCKESI, C. **Avaliação da aprendizagem escolar**. 7ª ed. São Paulo: Cortez, 1998.

MATTAR, F. N. **Pesquisa de marketing: metodologia, planejamento, execução e análise**. São Paulo: Atlas, 1994.

MOYSÉS, L.M. **O desafio de saber ensinar**. Campinas: Papirus, 1995.

MOREIRA, Marco A. **A teoria da aprendizagem significativa e sua implementação em sala de aula**. Brasília: Editora da UnB. 2006.

NOGUEIRA, Nilbo Ribeiro. **Pedagogia dos Projetos: etapas, papéis e atores**. 2 ed. São Paulo: Érica, 2005.

NOVAK, J.D; GOWIN, D.B. **Aprender a aprender**. Lisboa: Plátano Edições Técnicas, 1999.

PACHECO, J. A. **Currículo: teoria e práxis**. 3 ed. Porto: Porto, 2006.

PERRENOUD, P. **Escola e cidadania**: o papel da escola na formação para a democracia. (trad. Fátima Murad). Porto Alegre: Artmed, 2005.

PIAGET, J. e INHELDER, B. **Desenvolvimento das quantidades Físicas na criança**. São Paulo: Cia.Ed. Nacional, 1984.

PIAGET, J. **Psicologia e pedagogia**: A resposta do grande psicólogo aos Projetos do ensino. Rio de Janeiro: Forense Universitária, 1985.

SÃO PAULO. Secretaria Estadual da Educação. **Matrizes de referência para a avaliação do rendimento escolar**. São Paulo: SEESP, 2009.

SASSERON, L.H. e CARVALHO, A.M.P. Construindo argumentação na sala de aula: a presença do ciclo argumentativo, os indicadores de Alfabetização Científica e o padrão de Toulmin. **Ciência & Educação**, v.17, n.1, 2011. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1516-73132011000100007&script=sci_arttext> Acesso em: 27/07/2015.

TAVARES, R. Animações interativas e mapas conceituais: uma proposta para facilitar a aprendizagem significativa em Ciências. **Ciências & Cognição**, v. 13, n.2, p. 99- 108, 2008.

TEIXEIRA, A. **Educação para a democracia**. Rio de Janeiro: Ed.UFRJ, 1997. (Original publicado em 1936).

TOULMIN, S. E. **Os usos do argumento**. São Paulo: Martins Fontes, 2001.

VASCONCELLOS, C.S. **Planejamento**: plano de ensino-aprendizagem e Projeto Educativo. São Paulo: Libertad, 1995.

VYGOTSKY, L. **A formação social da mente**. São Paulo: Martins Fontes, 1984.

_____ **Pensamento e linguagem**. Lisboa: Antídoto, 1971.

APÊNDICES

APÊNDICE A - Avaliação Inicial - Análise os conhecimentos prévios

1. O que você acha das atividades em grupo nas aulas de Ciências?

2. Quando enchemos uma bexiga com ar e a soltamos aberta, o que acontece?

Fica pesada ☐ Amolece ☐ Flutua até esvaziar ☐ Não sei ☐

3. O que você vê na sua casa ou na escola que é relacionado ou faz lembrar dos conteúdos envolvendo ação e reação?

4. Porque ao enchermos uma bexiga com bastante ar ela estoura?

5. Porque uma bicicleta de rodas finas é mais rápida do que uma de rodas largas?

6. O que você sabe sobre atrito e aerodinâmica?

7. Escreva com suas palavras como você faria um carrinho de brinquedo que se locomovesse apenas com pressão do ar utilizando garrafas plástica e material reciclado.

APÊNDICE B – Atividade Lúdica para a formação e gerenciamento de grupos

FORMANDO GRUPOS COM CARTAS E PEÇAS – KAGAN (1992)

Objetivo

Formar grupos com as cartas (peças) coloridas para melhor dinâmica de divisão de grupos

Materiais Utilizados

Cartas em E.V.A. ou papel cartão

Metodologia e Regras da Atividade

Inicialmente o professor orienta sobre como serão formados grupos de acordo com o modelo e as cores colocadas ou projetadas no quadro.

Em seguida o professor coloca as peças em uma recipiente ou embalagem de acordo com a quantidade de alunos e quantidade de grupos a ser formado. Depois pede-se que cada aluno retire uma peça e encontre o seu grupo correspondente de acordo com a peça de encaixe e ou cor da carta.

Habilidades Desenvolvidas

H1,H2 e H3 do Bloco Números e Operações

H4,H5 e H6 do Bloco Espaço e Forma

Perceber semelhanças e diferenças entre as formas geométricas em situações que envolvam construções e representações.

APÊNDICE C - Avaliação Final – Avaliação sobre conceitos adquiridos

1. O que você achou das atividades realizadas em grupo nas aulas de Ciências?

2. Quando enchemos uma bexiga com ar e a soltamos aberta, o que acontece?

Fica pesada ☐ Amolece ☐ Flutua até esvaziar ☐ Não sei ☐

3. O que você pesquisou na sua casa ou na escola que é relacionado ou faz lembrar dos conteúdos envolvendo ação e reação?

4. Porque ao enchermos uma bexiga com bastante ar ela estoura?

5. Porque uma bicicleta de rodas finas é mais rápida do que uma de rodas largas?

6. O que você sabe sobre atrito e aerodinâmica?

7. Escreva com suas palavras como você fez o carrinho de brinquedo que se locomove apenas com pressão do ar utilizando garrafas plásticas e material reciclado.

APÊNDICE D - Avaliação do Projeto – Avaliação sobre as atividades desenvolvidas

1. Em uma escala de 0 a 10, qual nota você atribui ao Projeto?

2. Qual a sua opinião sobre o Projeto?

APÊNDICE D – Modelo do Termo De Consentimento Livre e Esclarecido**TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO****PARA PAIS E/OU RESPONSÁVEIS*****Aplicação adaptada do método PBL (Problem Based Learning) nas séries iniciais: um recurso para a significância do aprendizado***

Pesquisador (a) responsável: Josué Bertolino.

Eu, _____,
responsável do (a) estudante _____, residente
no endereço _____ profissão _____, declaro ter
conhecimento sobre a pesquisa *Aplicação adaptada do método PBL (Problem Based Learning) nas séries iniciais: um recurso para a significância do aprendizado* que tem como objetivo geral aplicar atividades utilizando a Aprendizagem Baseada em Problemas (PBL) como incentivo para o estudo de Física no Ensino Fundamental I, de maneira inovadora e construir um protótipo com materiais reciclados, para suprir as dificuldades de interesse pelos conteúdos. É de meu conhecimento que a participação do meu (minha) filho (a) nesta pesquisa não implica em nenhum benefício pessoal, não é obrigatória e não trará riscos previsíveis. Caso queira, sei que há a possibilidade de desistência a qualquer momento, sem que isso cause prejuízo. Meu (minha) filho (a), portanto, será acompanhado e assistido pelo (a) pesquisador (a) responsável durante a aplicação dos instrumentos de pesquisa ((jogos, computadores, questionários, atividades e exposição), podendo fazer perguntas sobre qualquer dúvida que apareça durante todo o estudo.

Não haverá nenhuma forma de reembolso de dinheiro, já que com a participação na pesquisa, não terei nenhum gasto.

Diante disso, aceito que meu (minha) filho (a) participe voluntariamente desta pesquisa, sabendo que os dados coletados estarão sob o resguardo científico e o sigilo profissional, e contribuirão para o alcance dos objetivos deste trabalho e para posteriores publicações dos dados.

Assinatura do Pai ou Responsável

Assinatura do Pesquisador

ANEXOS**ANEXO A – Figuras (Fotos) do Projeto****Figura A1 – Reunião (encontro) com Gestores da Rede Municipal**

Fonte: Bertolino e Capri (2017)

Figura A2 – Reunião (encontro) Gestores da Rede Municipal

Fonte: Bertolino e Capri (2017)

Figura A3 – Realização da Avaliação Diagnóstica Inicial

Fonte: Bertolino e Capri (2017)

Figura A4 – Realização da Avaliação Diagnóstica Inicial

Fonte: Bertolino e Capri (2017)

Figura A5 – Separação do Materiais e Confecção do s Carrinhos

Fonte: Bertolino e Capri (2017)

Figura A6 – Separação dos Materiais e Confecção do s Carrinhos

Fonte: Bertolino e Capri (2017)

Figura A7 – Corrida do s Carrinhos

Fonte: Bertolino e Capri (2017)

Figura A8 – Corrida do s Carrinhos

Fonte: Bertolino e Capri (2017)

Figura A9 – Corrida dos Carrinhos - Finalização

Fonte: Bertolino e Capri (2017)

Figura A10 – Criação do Mapa Conceitual Coletivo

Fonte: Bertolino e Capri (2017)

Figura A11 – Mostra de Melhores Práticas da Rede Municipal

Fonte: Bertolino e Capri (2017)

Figura A12 – Mostra de Melhores Práticas da Rede Municipal

Fonte: Bertolino e Capri (2017)

Figura A13 – Termo de Consentimento Livre Esclarecido – Secretária de Educação

USP EEL-USP

**TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO
PARA A SECRETÁRIA DE EDUCAÇÃO DE PINDAMONHANGABA**

***“APRENDIZAGEM BASEADA EM PROJETOS COM PROTÓTIPO:
inovando o estudo da Física Moderna no Ensino Fundamental”***

Pesquisador responsável: **Josué Bertolino**

Eu, Maria Aparecida Pedroso Rocha Pena, Secretária de Educação de Pindamonhangaba, SP, declaro ter conhecimento sobre a pesquisa ***“APRENDIZAGEM BASEADA EM PROJETOS COM PROTÓTIPO: inovando o estudo da Física Moderna no Ensino Fundamental”*** que tem como objetivo geral aplicar atividades utilizando a Aprendizagem Baseada em Projetos, como incentivo para o estudo de Física no Ensino Fundamental I, de maneira inovadora construir um protótipo utilizando materiais reciclados para suprir as dificuldades de interesse pelos conteúdos.

É de meu conhecimento que a participação dos alunos da Rede Municipal nesta pesquisa não implica em nenhum benefício pessoal, não é obrigatória e não trará riscos previsíveis. Os estudantes serão acompanhados e assistidos pelo pesquisador responsável durante a aplicação dos instrumentos de pesquisa (jogos, computadores, questionários, atividades e exposição), podendo fazer perguntas sobre qualquer dúvida que apareça durante todo o estudo.

Não haverá nenhuma forma de reembolso de dinheiro, já que com a participação na pesquisa, não teremos gastos.

Diante disso, aceito que os alunos participem voluntariamente desta pesquisa, sabendo que os dados coletados estarão sob o resguardo científico e o sigilo profissional, e contribuirão para o alcance dos objetivos deste trabalho e para posteriores publicações dos dados.

Maria A. Pedroso R. Pena
Secretária de Educação e Cultura

Assinatura da Secretária de Educação

Assinatura do Pesquisador

Pindamonhangaba, SP, 23/02/2015

Fonte: Bertolino e Capri (2017)

Figura A14 – Termo de Consentimento Livre Esclarecido – Diretora Pedagógica

**TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO
PARA A DIRETORA DO DEPARTAMENTO PEDAGÓGICO DA SECRETARIA
DE EDUCAÇÃO DE PINDAMONHANGABA**

***“APRENDIZAGEM BASEADA EM PROJETOS COM PROTÓTIPO:
inovando o estudo da Física Moderna no Ensino Fundamental”***

Pesquisador responsável: **Josué Bertolino**

Eu, Márcia Fernandes Lima Silva, Diretora do Departamento Pedagógico da Secretaria de Educação de Pindamonhangaba, SP, declaro ter conhecimento sobre a pesquisa ***“APRENDIZAGEM BASEADA EM PROJETOS COM PROTÓTIPO: inovando o estudo da Física Moderna no Ensino Fundamental”*** que tem como objetivo geral aplicar atividades utilizando a Aprendizagem Baseada em Projetos, como incentivo para o estudo de Física no Ensino Fundamental I, de maneira inovadora construir um protótipo utilizando materiais reciclados para suprir as dificuldades de interesse pelos conteúdos.

É de meu conhecimento que a participação dos Alunos da Rede Municipal nesta pesquisa não implica em nenhum benefício pessoal, não é obrigatória e não trará riscos previsíveis. Os estudantes serão acompanhados e assistidos pelo pesquisador responsável durante a aplicação dos instrumentos de pesquisa (jogos, computadores, questionários, atividades e exposição), podendo fazer perguntas sobre qualquer dúvida que apareça durante todo o estudo.

Não haverá nenhuma forma de reembolso de dinheiro, já que com a participação na pesquisa, não teremos gastos.

Diante disso, aceito que os alunos participem voluntariamente desta pesquisa, sabendo que os dados coletados estarão sob o resguardo científico e o sigilo profissional, e contribuirão para o alcance dos objetivos deste trabalho e para posteriores publicações dos dados.

Assinatura da Diretora do Departamento Pedagógico

Márcia Fernandes Lima Silva

Diretora do Departamento Pedagógico

Assinatura do Pesquisador

Pindamonhangaba, SP, 23 / 02 / 2015

AUTORIZADO

23/02/2015

Márcia F.L. Silva

Departamento Pedagógico

Fonte: Bertolino e Capri (2017)

Figura A15 – Termo de Consentimento Livre Esclarecido – Gestora

**TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO
PARA A GESTORA DA ESCOLA PROFa. GILDA PIORINI MOLICA**

***“APRENDIZAGEM BASEADA EM PROJETOS COM PROTÓTIPO:
inovando o estudo da Física Moderna no Ensino Fundamental”***

Pesquisador responsável: **Josué Bertolino**

Eu, Miriam, Gestora da Escola Municipal Gilda Piorini, declaro ter conhecimento sobre a pesquisa. ***“APRENDIZAGEM BASEADA EM PROJETOS COM PROTÓTIPO: inovando o estudo da Física Moderna no Ensino Fundamental”*** que tem como objetivo geral aplicar atividades utilizando a Aprendizagem Baseada em Projetos, como incentivo para o estudo de Física no Ensino Fundamental I, de maneira inovadora construir um protótipo utilizando materiais reciclados para suprir as dificuldades de interesse pelos conteúdos.

É de meu conhecimento que a participação dos alunos nesta pesquisa não implica em nenhum benefício pessoal, não é obrigatória e não trará riscos previsíveis. Os estudantes serão acompanhados e assistidos pelo pesquisador responsável durante a aplicação dos instrumentos de pesquisa (jogos, computadores, questionários, atividades e exposição), podendo fazer perguntas sobre qualquer dúvida que apareça durante todo o estudo.

Não haverá nenhuma forma de reembolso de dinheiro, já que com a participação na pesquisa, não teremos gastos.

Diante disso, aceito que os alunos participem voluntariamente desta pesquisa, sabendo que os dados coletados estarão sob o resguardo científico e o sigilo profissional, e contribuirão para o alcance dos objetivos deste trabalho e para posteriores publicações dos dados.

Miriam

Assinatura da Gestora

Josué Bertolino

Assinatura do Pesquisador

Pindamonhangaba, SP, 08 / 05 / 2015

Fonte: Bertolino e Capri (2017)

Figura A16 – Termo de Consentimento Livre Esclarecido – Professora

**TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO
PARA PROFESSORES (AS)**

***“APRENDIZAGEM BASEADA EM PROJETOS COM PROTÓTIPO:
inovando o estudo da Física Moderna no Ensino Fundamental”***

Pesquisador (a) responsável: Josué Bertolino.

Eu, Fátima Mariani Monteiros de Campos, professor (a) do
alunos do 5º ano B da Escola Gilda Piorini Molica, declaro ter conhecimento sobre a pesquisa
***“APRENDIZAGEM BASEADA EM PROJETOS COM PROTÓTIPO: inovando o estudo da
Física Moderna no Ensino Fundamental”*** que tem como objetivo geral aplicar atividades
utilizando a Aprendizagem Baseada em Projetos como incentivo para o estudo de Física no
Ensino Fundamental I, de maneira inovadora e construir um protótipo com materiais reciclados,
para suprir as dificuldades de interesse pelos conteúdos. É de meu conhecimento que a
participação dos meus alunos (as) nesta pesquisa não implica em nenhum benefício pessoal, não
é obrigatória e não trará riscos previsíveis. Caso queira, sei que há a possibilidade de desistência
a qualquer momento, sem que isso cause prejuízo. Meus alunos (as), portanto, serão
acompanhados e assistidos pelo (a) pesquisador (a) responsável durante a aplicação dos
instrumentos de pesquisa (jogos, computadores, questionários, atividades e exposição), podendo
fazer perguntas sobre qualquer dúvida que apareça durante todo o estudo.

Não haverá nenhuma forma de reembolso de dinheiro, já que com a participação na
pesquisa, não terei nenhum gasto.

Diante disso, aceito que meu (minha) filho (a) participe voluntariamente desta pesquisa,
sabendo que os dados coletados estarão sob o resguardo científico e o sigilo profissional, e
contribuirão para o alcance dos objetivos deste trabalho e para posteriores publicações dos dados.

 Assinatura do (a) Professor (a)

 Assinatura do Pesquisador

Pindamonhangaba, SP, 15 / 05 / 2015

Fonte: Bertolino e Capri (2017)

Figura A17 – Termo de Consentimento Livre Esclarecido – Pais ou Responsáveis (amostra)

**TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO
PARA PAIS E/OU RESPONSÁVEIS**

PESQUISA CIENTÍFICA COMO REQUISITO PARCIAL DA OBTENÇÃO DO
TÍTULO DE MESTRE EM PRJETOS EDUCACIONAIS DE CIÊNCIAS

***“APRENDIZAGEM BASEADA EM PROJETOS COM PROTÓTIPO: inovando
o estudo da Física nas aulas de Ciências do Ensino Fundamental”***

Pesquisador responsável: Josué Bertolino.

Eu, _____, responsável pelo
(a) aluno (a) _____
residente no endereço _____
profissão do lar, declaro ter conhecimento sobre a
pesquisa ***“APRENDIZAGEM BASEADA EM PROJETOS COM PROTÓTIPO: inovando o
estudo da Física nas aulas de Ciências do Ensino Fundamental”*** que tem como objetivo
geral aplicar atividades utilizando a Aprendizagem Baseada em Projetos como incentivo para o
estudo de Física no Ensino Fundamental I, de maneira inovadora e construir um protótipo com
materiais reciclados, para suprir as dificuldades de interesse pelos conteúdos. É de meu
conhecimento que a participação do meu (minha) filho (a) nesta pesquisa não implica em
nenhum benefício pessoal, não é obrigatória e não trará riscos previsíveis. Caso queira, sei que
há a possibilidade de desistência a qualquer momento, sem que isso cause prejuízo. Meu
(minha) filho (a), portanto, será acompanhado e assistido pelo (a) pesquisador (a) responsável
durante a aplicação dos instrumentos de pesquisa (jogos, computadores, questionários,
atividades e exposição), podendo fazer perguntas sobre qualquer dúvida que apareça durante
todo o estudo.

Autorizo o uso e veiculação de depoimentos, imagens e vídeos para fins da pesquisa
supracitada, com os direitos previstos no Estatuto da Criança e do Adolescente, ciente de que
não haverá nenhuma forma de reembolso em dinheiro, já que com a participação na pesquisa,
não terei nenhum gasto.

Diante disso, aceito que meu (minha) filho (a) participe voluntariamente desta pesquisa,
sabendo que os dados coletados estarão sob o resguardo científico e o sigilo profissional, e
contribuirão para o alcance dos objetivos deste trabalho e para posteriores publicações dos
dados.

Assinatura do Pai ou Responsável

Assinatura do Pesquisador