

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FORMAÇÃO CIENTÍFICA,
EDUCACIONAL E TECNOLÓGICA

RONNIE PETTER PEREIRA ZANATTA

**A ROBÓTICA EDUCACIONAL COMO FERRAMENTA METODOLÓGICA NO
PROCESSO ENSINO-APRENDIZAGEM: UMA EXPERIÊNCIA COM A SEGUNDA
LEI DE NEWTON NA SÉRIE FINAL DO ENSINO FUNDAMENTAL**

DISSERTAÇÃO

CURITIBA

2013

RONNIE PETTER PEREIRA ZANATTA

**A ROBÓTICA EDUCACIONAL COMO FERRAMENTA METODOLÓGICA NO
PROCESSO ENSINO-APRENDIZAGEM: UMA EXPERIÊNCIA COM A SEGUNDA
LEI DE NEWTON NA SÉRIE FINAL DO ENSINO FUNDAMENTAL**

Dissertação apresentada como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre em Ciências do Programa de Pós-Graduação em Formação Científica, Educacional e Tecnológica, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Área de Concentração: Ciência, Tecnologia e Meio Ambiente. Linha de Pesquisa: Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) no Ensino de Ciências.

Orientador: Prof. Dr. Charlie Antoni Miquelin

CURITIBA

2013



Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Pro-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação
Diretoria de Pesquisa e Pós-Graduação – Câmpus Curitiba
Programa de Pós-Graduação em Formação Científica, Educacional e Tecnológica



**TERMO DE APROVAÇÃO
DISSERTAÇÃO DE Mestrado N° 06/2013**

A robótica educacional como ferramenta metodológica no processo ensino-aprendizagem: uma experiência com a Segunda Lei de Newton no ano final do Ensino Fundamental

por

Ronnie Petter Pereira Zanatta

Esta dissertação foi apresentada às 9h do dia 10 de dezembro de 2013 como requisito parcial para a obtenção do título de **Mestre em Ciências**, com área de concentração em *Ciência, Tecnologia e Ambiente Educacional* do Mestrado Profissional do Programa de Pós-Graduação em Formação Científica, Educacional e Tecnológica. O candidato foi arguido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

Prof. Dr. Charlie Antoni Miquelin
Orientador (UTFPR)

Prof. Dr. Nestor Cortez Saavedra Filho
(UTFPR)

Prof. Dr. Wagner Duarte José
(UESB)

À Valci, minha mãe, por sua história de sucesso na educação de seus filhos, diante de todas as adversidades.

À memória de Beto, meu pai, que sonhou com o meu sucesso.

À Silvia, Deyvison e Kelli pelos exemplos, paciência e amor.

À Gabriel, Daniel, Gustavo, Ana Carolina e Julia, que tenham a opção, e a escolha, das próprias formações.

À Marcio, Valdecir e Lucimar por estarem presentes.

AGRADECIMENTOS

Certamente estes parágrafos não irão atender a todas as pessoas que fizeram parte dessa importante fase de minha vida. Portanto, desde já peço desculpas àquelas que não estão presentes entre essas palavras, mas elas podem estar certas que fazem parte do meu pensamento e de minha gratidão.

Primeiramente, gostaria de deixar registrado o meu reconhecimento à Deus. Senhor meu Deus e meu Pai, eu te agradeço por tudo que tens feito em minha vida e, neste momento, eu te agradeço infinitamente pela graça deste trabalho. Sem seu cuidado, Senhor, eu não teria vencido.

Agradeço à minha família, pois acredito que sem o apoio deles seria muito difícil vencer esse desafio.

Reverencio o Professor Dr. Charlie Antoni Miquelin pela sua dedicação e pela orientação deste trabalho.

Agradeço aos pesquisadores e professores da banca examinadora pela atenção e contribuição dedicadas a este estudo.

Agradeço aos professores do PPGFCET que de maneira fabulosa transformaram minha visão sobre um profissional do magistério.

Aos colegas da primeira turma do PPGFCET: Andréia, Fábio, Gilmara, Márcia, Maurício, Paulo, Sam, Silvia e Thomas pelas conversas, intercâmbio de ideias, aprendizados, risos e desabafos.

Aos amigos da “ponta da mesa”, gostaria de externar minha felicidade de poder conviver com eles durante a realização deste estudo.

Aos amigos do grupo “Luki”, agradeço pela paciência na minha ausência e pelas alegrias nos momentos juntos.

Agradeço à direção e equipe pedagógica da Escola Municipal do CAIC Cândido Portinari que contribuíram para a concretização dos resultados alcançados neste trabalho.

A todos os colegas de trabalho pelo apoio.

Agradeço à Valdelene pelas vibrações por meu sucesso.

E por último, e nem por isso menos importante, agradeço a Célia e a Anna Beatriz por participarem dos constantes estágios de frustrações e de sucessos desta pesquisa.

“Por vezes sentimos que aquilo que fazemos não é
senão uma gota de água no mar. Mas o mar seria
menor se lhe faltasse uma gota”

Madre Teresa de Calcutá

RESUMO

ZANATTA, Ronnie Petter Pereira. **A Robótica Educacional como Ferramenta Metodológica no Processo Ensino-Aprendizagem: Uma experiência com a Segunda Lei de Newton na Série Final do Ensino Fundamental**. 2013. 110 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências). Programa de Pós-Graduação em Formação Científica, Educacional e Tecnológica. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2013.

As tecnologias, no decorrer da história, têm apoiado e ressignificado os diferentes processos de ensino-aprendizagem, ao mesmo tempo em que são influenciadas por esses processos. A robótica educacional, assim como os mais recentes recursos didático-tecnológicos, abre novas possibilidades educacionais, e estas possibilidades são exploradas neste trabalho. A partir de uma pedagogia empírica, uma análise da interferência do uso da robótica educacional na aprendizagem do conhecimento científico foi realizada em alunos da série final do ensino fundamental em uma escola municipal de Curitiba. Baseando-se na teoria Construcionista de Seymour Papert derivada, principalmente, da noção de Piaget de que conceitos abstratos podem ser aprendidos a partir da investigação exploratória com as mãos, a busca de indícios dessa aprendizagem ocorreu através de aulas práticas de montagem e programação de robôs (LEGO® Mindstorms NXT) e simulações de situações reais, interpretações da natureza e transposição conceitual. O escopo deste trabalho foi investigar as contribuições da robótica educacional na formação de subsídios para a cognição da segunda lei de Newton e suas aplicações. Como deve ser a metodologia de uma aula de Física no ensino fundamental com a introdução da robótica educativa? Essa ferramenta pode ser usada nesse contexto do cotidiano escolar? Os resultados apontam esse recurso como uma ferramenta bastante útil no processo de ensino-aprendizagem do conteúdo proposto, uma metodologia dinâmica e o fator motivacional dos estudantes bastante elevado.

Palavras-chave: Tecnologias Educacionais. Robótica Educacional. Ensino de Ciências.

ABSTRACT

ZANATTA, Ronnie Petter Pereira. **The Educational Robotics as Methodological Tool in Teaching-Learning Process: An experiment with Newton's Second Law in the Final Series of Elementary Education.** 2013. 110 f. Dissertation (Master in Science Teaching). Post-Graduation Program in Scientific Education, and Educational Technology. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2013.

Technologies, throughout history, have supported and reframed the different processes of teaching and learning at the same time they are influenced by these processes. The educational robotics, as well as the latest educational and technological resources, opens up new educational possibilities, and these possibilities are explored in this work. From an empirical pedagogy, an analysis of the interference of the use of educational robotics in the learning of scientific knowledge students was held in the final series of elementary education in a public school in Curitiba. Based on the theory of Constructivist Seymour Papert derived mainly from Piaget's notion that abstract concepts can be learned from the exploratory research with hands, to look for evidence that learning occurred through practical lessons assembly and programming of robots (LEGO® Mindstorms NXT) and simulations of real situations, interpretations of nature and conceptual transposition. The scope of this work was to investigate the contributions of educational robotics in training grants for cognition of Newton's second law and its applications. How should the methodology of a physics class in elementary school with the introduction of educational robotics? This tool can be used in the context of everyday school life? The results show this feature as a useful tool in the teaching - learning content proposed a methodology and dynamic motivational factor for students quite high.

Keywords: Educational Technologies. Educational Robotics. Science Teaching.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 - TARTARUGA DE CHÃO.	26
FIGURA 2 - TARTARUGA VIRTUAL.....	26
FIGURA 3 - NÍVEL FUNCIONAL DA ROBÓTICA EDUCACIONAL.	29
FIGURA 4 - DIAGRAMA DO CICLO BÁSICO DE INVESTIGAÇÃO-AÇÃO.....	45
FIGURA 5 – INTERFACE DO SOFTWARE DE PROGRAMAÇÃO MINDSTORMS NXT.....	51
FIGURA 6 – PALHETA DE ÍCONES FUNCIONAIS DO MINDSTORMS NXT..	51
FIGURA 7 – ALUNOS NA INTRODUÇÃO AO SOFTWARE DE PROGRAMAÇÃO..	52
FIGURA 8 – BLOCOS DE MONTAR, POLIAS, ENGRENAGENS E CORREIAS DO KIT LEGO® MINDSTORMS NXT 2.0.....	52
FIGURA 9 – MOTORES DO KIT LEGO® MINDSTORMS NXT 2.0.....	53
FIGURA 10 – SENSORES DO KIT LEGO® MINDSTORMS NXT 2.0. FONTE:.....	53
FIGURA 11 – MICRO CONTROLADOR LEGO® MINDSTORMS NXT 2.0	53
FIGURA 12 – ALUNOS NA MONTAGEM DOS ROBÔS.....	54
FIGURA 13 – OBJETO A DE MASSA 0,1 QUILOGRAMA.....	54
FIGURA 14 – OBJETO B DE MASSA 0,6 QUILOGRAMA.....	55
FIGURA 15 – OBJETO Ω DE MASSA 1 QUILOGRAMA.	55
FIGURA 16 – LAYOUT DA MESA DE TREINOS.....	56
FIGURA 17 – ALUNOS NO REGISTRO DAS ESTRATÉGIAS ADOTADAS.	57
FIGURA 18 – ANOTAÇÕES DAS ESTRATÉGIAS ADOTADAS.	57
FIGURA 19 – ANOTAÇÕES DAS ESTRATÉGIAS ADOTADAS.	57
FIGURA 20 - ESTRUTURA DO ROBÔ MONTADO PELOS ALUNOS	58
FIGURA 21 – BARRA DE FERRAMENTAS DOS MOTORES DO SOFTWARE DE PROGRAMAÇÃO MINDSTORMS NXT.....	58
FIGURA 22 – GRUPO DE ALUNOS TESTANDO AS PROGRAMAÇÕES.....	59
FIGURA 23 – ROBÔ EXECUTANDO A PROGRAMAÇÃO.....	59
FIGURA 24 – ANOTAÇÕES SOBRE OS TESTES REALIZADOS	60
FIGURA 25 – ANOTAÇÕES SOBRE OS TESTES REALIZADOS.	60
FIGURA 26 – ANOTAÇÕES REALIZADAS SOBRE A SEGUNDA MISSÃO.....	62
FIGURA 27 – ANOTAÇÕES REALIZADAS SOBRE A SEGUNDA MISSÃO.....	62
FIGURA 28 – ANOTAÇÕES REALIZADAS SOBRE A TERCEIRA MISSÃO.	64

FIGURA 29 – ANOTAÇÕES DE NOVAS ESTRATÉGIAS PARA A EXECUÇÃO DA TERCEIRA MISSÃO	65
FIGURA 30 – ANOTAÇÕES REALIZADAS SOBRE A EXECUÇÃO DA TERCEIRA MISSÃO.	66
FIGURA 31 – ANOTAÇÕES DAS DIFICULDADES ENCONTRADAS NA REALIZAÇÃO DAS MISSÕES	67
FIGURA 32 – ANOTAÇÕES SOBRE AS CONCLUSÕES DAS MISSÕES.....	68
FIGURA 33 – ANOTAÇÕES SOBRE AS CONCLUSÕES DAS MISSÕES.....	68
FIGURA 34 - ANOTAÇÕES SOBRE AS CONCLUSÕES DAS MISSÕES.	69
FIGURA 35 – REGISTRO DAS RELAÇÕES ENTRE O EXPERIMENTO E O COTIDIANO.	69

LISTA DE ACRÔNIMOS

Unicamp Universidade Estadual de Campinas

LISTA DE SIGLAS

CAI	Computer Aided Instruction
EUA	Estados Unidos da América
LED	Light Emitting Diode
MEC	Ministério da Educação e da Cultura
MIT	Massachusetts Institute of Technology
NIED	Núcleo de Informática Aplicada à Educação
PCN	Parâmetros Curriculares Nacionais
SEED	Secretaria de Educação a Distância
SME	Secretaria Municipal de Educação
TIC	Tecnologias de Informação e Comunicação

LISTA DE SÍMBOLOS

α	Objeto de massa 0,1 quilograma
β	Objeto de massa 0,6 quilograma
Ω	Objeto de massa 1 quilograma

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	16
2 OS FUNDAMENTOS TEÓRICOS	20
2.1 CONSTRUCIONISMO	20
2.2 ROBÓTICA EDUCACIONAL	25
2.2.1 A ROBÓTICA EDUCACIONAL NA REDE MUNICIPAL DE ENSINO DE CURITIBA	30
2.3 REVISÃO DA LITERATURA	31
2.3.1 TIC NO ENSINO DE CIÊNCIAS: A ROBÓTICA EDUCACIONAL	31
2.3.2 ENSINO DE CIÊNCIAS NO ENSINO FUNDAMENTAL: O CASO DA FÍSICA	37
2.3.3 BREVE DISCUSSÃO SOBRE A SEGUNDA LEI DE NEWTON	40
3 METODOLOGIA	44
4 RESULTADOS	50
4.1 PRIMEIRO E SEGUNDO ENCONTROS	50
4.2 TERCEIRO E QUARTO ENCONTROS	55
4.3 QUINTO E SEXTO ENCONTROS	60
4.4 SÉTIMO ENCONTRO	63
4.5 OITAVO ENCONTRO	66
4.6 NONO ENCONTRO	67
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	72
6 REFERÊNCIAS	78
APÊNDICE A - Portfólio	84
APÊNDICE B – Proposta Didática (Produto)	92

CAPÍTULO 1

1 INTRODUÇÃO

Quando ingressei na carreira do magistério, há seis anos, era tomado por um paradoxo interior: a euforia em poder contribuir para a disseminação do conhecimento a tantos alunos, mudando sua forma de ver o mundo, principalmente os fenômenos naturais e a interferência do homem nesses fenômenos e, ao mesmo tempo, o temor em encontrar alunos, que influenciados pelo acelerado avanço da informação tecnológica, enxergassem em mim um professor obsoleto, incapaz de fazer da aprendizagem algo estimulante e precípuo.

Essa dubiedade de sentimentos me proporcionou um pensamento crítico sobre minha própria perspectiva profissional: eu não poderia me tornar impermeável ao conhecimento novo, refém da penúria de ideias num mundo cada vez mais digital. A busca pela inovação deveria ser parte do meu cotidiano pedagógico.

Assim, ao assumir o cargo de professor de ciências no ensino fundamental no município de Curitiba, em 2010, conheci algo que poderia transformar a minha prática docente nas aulas sobre conceitos físicos: a robótica educacional. O encantamento por essa ferramenta foi imediato. Já nos primeiros contatos pude perceber a Física fluir de forma ativa, viva, desafiadora. Percebi a necessidade de me aprofundar nesse novo conhecimento, nessa nova tecnologia.

Encontrei nesse programa de mestrado a oportunidade de inovar, de desenvolver uma didática nova e de apresentar aos meus alunos a Física sob uma visão atual, cotidiana, estimulante. Fazer a ligação da Física com o mundo real não é muito fácil para a maioria dos alunos. Uma das características dessa disciplina é o fato de trabalhar com conceitos abstratos, e a capacidade dos alunos em abstrair é reduzida, principalmente entre os mais novos (SANTOS e MENEZES, 2005, p. 2748). Fiolhais e Trindade (2003) comentam que algumas possíveis razões apontadas para o insucesso da aprendizagem nesta ciência, em geral, são métodos de ensino desajustados das teorias de aprendizagem mais recentes e não utilização dos meios mais modernos. Com isso, surgiu a ideia de simular situações reais que envolvam um conteúdo curricular específico da disciplina de ciências com a robótica educacional. Seria possível subsidiar a compreensão da segunda Lei de Newton em uma atividade com o robô? Como deveria ser planejada uma metodologia com a utilização desse recurso didático? Essa ferramenta pode ser usada nesse contexto do cotidiano escolar?

Em minha atuação docente, pude perceber que a robótica educacional, apesar de estar presente nas onze escolas da rede municipal de ensino de Curitiba que ofertam os anos finais do ensino fundamental desde meados de 2004, ainda não era utilizada como recurso em sala de aula. O foco era a robótica como projeto extracurricular, envolvendo apenas alguns poucos alunos. Este trabalho busca apresentar uma nova alternativa para a utilização deste material.

O desenvolvimento da robótica para uso em sala de aula é baseado nas pesquisas de Seymour Papert, derivadas, principalmente, da noção de Piaget de que conceitos abstratos podem ser aprendidos a partir da investigação exploratória com as mãos. Papert criou a linguagem Logo de programação, voltada especificamente para crianças. A adaptação das ideias de Piaget por Papert ficou conhecida como Construcionismo. E, sendo o robô um objeto físico e manipulável, ele se encaixa naturalmente dentro dessa perspectiva. A robótica possibilita que o aluno aprenda conceitos abstratos de forma ativa (CHAMBERS et al., 2008). A partir de um *software*, alguns blocos de montar e um micro controlador programável, o aluno é capaz de montar um robô e realizar programações específicas. A programação é citada pela maioria dos autores como uma atividade muito rica, pois é rigorosa e construtiva. O aluno sente na prática o conteúdo, pesquisando de acordo com suas necessidades ou interesses e manipula componentes eletro-eletrônicos (SILVA et. al., 2009).

Para o desenvolvimento desta pesquisa, os alunos de duas turmas da oitava série do ensino fundamental trabalharam de forma colaborativa utilizando kits de robótica educacional Lego® Mindstorms NXT, com o objetivo de simular situações do cotidiano e solucionar os problemas que por ventura surgiam durante essa simulação.

Com tal ensaio, pode-se verificar alguns objetivos ora propostos:

- Análise da emergência de subsídios para entendimento da segunda Lei de Newton numa atividade com robótica educacional;
- Potencial desta tecnologia como recurso didático nas aulas de ciências no ensino fundamental;
- Desenvolvimento metodológico com o uso da robótica educacional.

Inicialmente, apresentamos o Construcionismo – teoria da aprendizagem proposta por Seymour Papert – como referencial teórico. Descrevemos no capítulo 2

a gênese desse pensamento, o advento do computador no âmbito educacional e a visão de Papert sobre a ideia da escola sobre este recurso. Descrevemos, também, uma breve definição de robótica educacional, seu surgimento como material didático e suas características educacionais na visão de alguns autores e seu estado da arte no município de Curitiba-PR. Ainda neste capítulo, fazemos um panorama da revisão da literatura sobre robótica e educação. Exibimos algumas pesquisas que relacionam a robótica educacional com o processo ensino-aprendizagem e sobre a abordagem da física no ensino fundamental – realidades e perspectivas, além de uma breve discussão sobre a segunda Lei de Newton no campo teórico da relação entre força e velocidade (sua variação).

A abordagem metodológica e a ferramenta utilizada para a análise dos resultados desta pesquisa estão descritas no capítulo 3.

O capítulo 4 foi destinado à execução das atividades com os alunos, divididos em nove etapas e à análise dos resultados. Buscaremos analisar se o conteúdo curricular proposto foi abordado durante as atividades de experimentação e quais são os conceitos físicos mais presentes na realização das programações e execuções dos robôs.

Por fim, apresentamos nossas conclusões sobre a utilização da robótica educacional como ferramenta metodológica no processo ensino-aprendizagem da segunda Lei de Newton na série final do ensino fundamental, suas contribuições e limites como recurso didático e uma visão pessoal do engajamento dos alunos durante as atividades.

CAPÍTULO 2

2 OS FUNDAMENTOS TEÓRICOS

2.1 CONSTRUCIONISMO

“Se um homem tem fome, você pode dar-lhe um peixe, mas é melhor dar-lhe uma vara e ensiná-lo a pescar.”

(Provérbio popular africano, PAPERT, 2008, p. 134)

Talvez seja essa a definição mais apropriada da ideia construcionista. O sul-africano Seymour Papert, psicólogo, matemático e professor do Laboratório de Inteligência Artificial do MIT (Massachusetts Institute of Technology), desenvolveu práticas educacionais propondo o computador como uma ferramenta para a construção do conhecimento e para o desenvolvimento do aluno.

Criador da Linguagem Logo, Papert apresenta uma filosofia onde a criança é convidada a “entrar em contato com algumas das mais profundas ideias em ciências, matemática e criação de modelos” (PAPERT, 1985, p.18) através do uso do computador como ferramenta de aprendizagem. Ainda propõe que a criança não deve aprender com o computador, e sim ensiná-lo, mudando, dessa maneira, a forma com que o computador é usado. Ele passa a ser a ferramenta com a qual a criança pode formalizar os seus conhecimentos intuitivos e deixa de ser o meio de transferir informação.

Papert se refere ao computador como uma “Máquina do Conhecimento”. De acordo com Camacho (2010, p. 7), o computador seria, na teoria de Papert, uma ferramenta que, além de proporcionar divertimento e motivação às crianças, ajuda, também, “a responder às perguntas dessas crianças, sem a supervisão de um adulto”.

Para Valente (1999, p. 23), “o aspecto pedagógico do Logo está fundamentado no construtivismo piagetiano”. A capacidade intelectual da criança se desenvolve com a interação com os objetos do ambiente em que ela vive. Para tanto, não é necessário que a criança seja ensinada explicitamente. A linguagem Logo permite que a criança adquira o conhecimento a partir de um ambiente virtual simulado onde a interação com os objetos desse ambiente favoreça o desenvolvimento de conceitos.

Papert sugere uma “megamudança” que passa, necessariamente pela inserção das novas tecnologias no cotidiano escolar e, principalmente, no reconhecimento da importância dessa nova realidade na formação das crianças. Deve ficar claro aqui, que nosso entendimento sobre o termo “megamudança” não se refere ao uso acrítico da tecnologia pela sociedade, não só na educação, mas em suas necessidades como um todo. Essa transformação passa a ser, então, uma reformulação da visão sobre o uso da tecnologia no cotidiano das pessoas e, neste caso específico, na escola. O senso crítico no uso desses recursos deve ser constante durante a práxis docente.

Em um de seus trabalhos, Papert propõe a criação de um Micromundo (ambiente virtual de aprendizagem) para a aprendizagem das leis do movimento de Newton. Para ele, se a criança manipular um objeto de aprendizagem interativo – chamado de DinaTart (Tartaruga dinâmica) – ela torna-se uma arquiteta construtora do seu próprio conhecimento. Segundo ele,

“a aprendizagem da física consiste em colocar o conhecimento da física em contato com o conhecimento pessoal bastante diversificado. E, para que isso aconteça, devemos permitir que o aprendiz construa e trabalhe com sistemas transitórios que os físicos talvez se recusem a reconhecer como física.” (PAPERT, 1985, p. 150).

Interpretamos esse ambiente virtual como uma possibilidade de o indivíduo realizar uma investigação sobre o objeto de estudo de forma lúdica e dinâmica estimulando-o a aprender brincando. Não que a brincadeira seja a peça mais importante nesse processo, mas que ela seja mecanismo que leve à reflexão sobre os procedimentos utilizados na investigação, ao levantamento de hipóteses, à estruturação dos conhecimentos prévios e à confirmação ou refutação destes conhecimentos a partir dos testes das programações elaboradas.

O indivíduo num micromundo físico é capaz de criar suas próprias suposições e capaz de torná-las reais. Ele pode moldar a realidade em que irá trabalhar e formular hipóteses e desenvolver alternativas para a solução dos obstáculos.

“Como numa boa aula de educação artística, a criança está aprendendo conhecimentos técnicos como um meio de realizar um objetivo criativo e de sua própria escolha. Há um produto. E tanto o professor como a criança podem ficar entusiasmado com ele.” (PAPERT, 1985, p. 163).

Papert critica duramente a escola no que se refere à Matemática – palavra proposta por ele para referir-se à arte de ensinar (PAPERT, 2008, p. 88). Camacho

(2010, p. 10) fala de matemática como “dar tempo a si mesmo” para que a criança possa “observar e refletir” sobre o problema em questão e, assim, promover a discussão, pois “a comunicação promove a aprendizagem”. Não deve haver qualquer repressão a essa comunicação por parte dos professores, ao contrário, ela deve ser encorajada em suas aulas. Sob esse prisma, os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN), apontam que no ensino de Ciências

“são especialmente interessantes atividades que envolvam participação oral, como debates, dramatizações, entrevistas e exposições espontâneas ou preparadas, atividades em grupo voltadas para a experimentação, observação e reflexão. Entre estas atividades, aquelas de natureza lúdica, gestual e coletiva, ao lado das de desenho, cumprem também a função de minimizar a ruptura até mesmo afetiva do regime de professor de turma”. (BRASIL, 2001, p. 58)

Assim, no desenvolvimento deste trabalho, pretende-se fomentar a discussão, a análise e a reestruturação de ideias e estratégias de aprendizagem de um conteúdo curricular específico das Ciências Naturais no ensino fundamental.

O desafio maior do Construcionismo é fazer a mudança de mentalidade dos intervenientes de todo processo educativo, desde o ministério, passando pelas direções das escolas e professores, até chegar aos alunos. Seria uma reconstrução total da Escola proposta por Papert (CAMACHO, 2010).

Essa teoria de aprendizagem, denominada Construcionismo, representa uma adaptação dos princípios do Construtivismo de Piaget e descreve atividades referentes a essa utilização de recursos tecnológicos no processo de ensino-aprendizagem. A ideia é fortalecer e perpetuar o processo concreto típico (referindo-se ao estágio de operações concretas de Piaget) até mesmo após o período etário proposto por Piaget. Ainda, segundo Resnick (1998), no Construcionismo as pessoas constroem novos conhecimentos quando elas estão envolvidas na construção de produtos com significado pessoal. “Elas podem construir castelos de areia, máquinas de Lego ou programas de computador. O que é importante é que elas estão empenhadas em criar algo que seja significativo para si ou para os outros ao seu redor” (RESNICK, 1998, p. 1).

As duas principais ideias de Papert que diferem das ideias de Piaget, segundo Valente (2003) são: primeiro, o fato de que o aluno é quem constrói alguma coisa, isto é, o aprendizado ocorre por meio do fazer, do colocar a mão na massa;

segundo, o fato do aluno construir algo do seu interesse e para o qual está motivado.

De acordo com Almeida (1987, p. 67):

“Papert vem fazer uma conjugação importantíssima de teoria e prática de informática com a teoria e prática de Piaget. O computador vem permitir que as crianças que têm acesso a ele construam elas mesmas suas estruturas intelectuais, espontaneamente, sem que estas lhe sejam inculcadas. O que não significa que elas sejam elaboradas a partir do nada. Ao contrário, as crianças elaboram suas estruturas de pensamento manipulando os materiais que encontra em seu ambiente.”

Segundo Papert, a Escola tende a infantilizar as crianças, colocando-as numa posição de ter que fazer conforme são mandadas (PAPERT, 2008, p. 136). Isso se torna ofensivo, pois a criança aprende melhor quando assume o comando da sua aprendizagem. Cabe à criança, nessa linha de pensamento, ser o agente construtor de hipóteses e aquele que as testa, criando seu conhecimento a partir dessa relação com o objeto de aprendizagem, pois, segundo a teoria Construcionista, essa criança fará melhor se descobrir por si mesma o conhecimento específico de que precisa. Ao professor, que ao nosso ver é indispensável nesse processo, é atribuído o papel de provocador do pensamento da criança sobre o objeto de estudo, indagando-a sobre o que está acontecendo e o que ela pensa que vai acontecer, estabelecendo com ela uma relação de cordialidade e companheirismo.

Nas palavras de Papert,

“Assim, o Construcionismo, minha reconstrução pessoal do Construtivismo, apresenta como principal característica o fato que examina mais de perto do que os outros *ismos* educacionais a idéia da construção mental. Ele atribui especial importância ao papel das construções no mundo como um apoio para o que ocorreu na cabeça, tornando-se, desse modo, menos uma doutrina puramente mentalista. Também leva mais a sério a idéia de construir na cabeça reconhecendo mais de um tipo de construção (algumas delas tão afastadas de construções simples como cultivar um jardim) e formulando perguntas a respeito dos métodos e materiais usados” (PAPERT, 2008, p. 137).

Dessa forma, essa filosofia propõe a introdução, no processo ensino-aprendizagem, de situações desafiadoras, junto com as novas tecnologias, tornando a criança protagonista da construção do seu próprio conhecimento. Ela precisa criar algo de concreto para facilitar sua aprendizagem, tal como uma maquete ou um modelo, por exemplo. Com isso, a criança poderá localizar os obstáculos, analisar os erros e desenvolver novas táticas, sendo proporcionado, dessa forma, a

autonomia necessária para que a criança aprenda sem ser dependente das respostas de um adulto (PAPERT, 2008; CAMACHO, 2010).

Na elaboração de estratégias na programação do robô para a execução de ações, a criança cria um grau de riqueza de pensamentos com uma sofisticação muito maior do que é possível pelo computador. Com isso, a manipulação correta do robô exige a capacidade da criança de assumir o seu ponto de vista, fortalecendo o protagonismo dela frente ao seu aprendizado.

Para Valente (1999, p. 56), “o programa que a criança define pode ser visto como uma descrição do seu processo de pensamento”. Dessa forma, existe uma ideia para solucionar um problema e um programa para executar essa ideia. O erro deve ser considerado como algo inesperado que deve ser estudado para uma nova reflexão, pois de acordo com essa filosofia, não existe um programa falso ou errado, antes disso pode-se melhorá-lo.

Podemos relacionar a atividade de programação do robô com o uso da robótica educacional como recurso didático. O aluno não deve se limitar às ações de manipulação e observação. A atividade proposta pelo professor deve conter características de um trabalho científico. Segundo Carvalho et. al. (2010, p. 21), “o aluno deve refletir, discutir, explicar, relatar, o que dará ao seu trabalho as características de uma investigação científica”.

Assim, a criança se torna livre para explorar e os erros são usados como depuração dos conceitos e não como arma do professor. A noção de êxito e de resultados é transformada. Considerando que um trabalho lúdico tem suas habilidades como referência, a criança deixa de se culpar ou se frustrar com o erro (ALMEIDA, 1987, p. 70). A proposta de Papert é justamente esta: “incentivar a exploração e a criatividade, já que entender é inventar” (CAMACHO, 2010, p. 8).

Compartilhamos da visão de Almeida (1987, p. 68), quando afirma que “o ensino-aprendizagem das ciências físicas ganhou no Logo uma grande colaboração”. Tendo em vista o dinamismo dos princípios da física, as tecnologias disponíveis até então eram representações estáticas. O computador favorece a representação dos movimentos da Tartaruga onde a criança pode intrinsecamente conhecer alguns conceitos como aceleração, velocidade e entender as leis de Newton.

Valente (1988) afirma que a atividade mais importante em Logo é a exploração. Porém, ele alerta que cada pessoa tem um estilo e uma maneira diferente de fazer as coisas. A exploração sem a preocupação com o objetivo do que fazem é muito comum entre as pessoas. Isso facilita a construção do conhecimento sobre o objeto de estudo.

Os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) de Ciências Naturais corroboram com esse fato e ajuda a justificar essa pesquisa quando afirmam que o professor tem como papel “criar oportunidades de contato direto de seus alunos com fenômenos naturais e artefatos tecnológicos, em atividades de observação e experimentação” (BRASIL, 2001, p. 58). Dessa forma, a exploração do material favorece na resolução de questões problematizadoras das quais o indivíduo está envolvido.

2.2 ROBÓTICA EDUCACIONAL

Pode-se definir robótica educacional como um ambiente de aprendizagem composto por artefatos manipuláveis providos de sensores, motores, processadores e um software de computador. Denomina-se esses artefatos como robôs pedagógicos que têm a função de interagir com o meio externo executando ações programadas.

A linguagem Logo foi desenvolvida no final dos anos 1960 como uma programação para crianças. Inicialmente foi criado um robô de mecânica simples, conhecido como “tartaruga de chão” que era conectado ao computador por um longo “cordão umbilical” (figura 1). Conforme ocorreu a popularização dos computadores pessoais no final dos anos 1970 nos EUA, a comunidade Logo mudou seu foco para as “tartarugas de tela”. Neste caso, o indivíduo controla uma tartaruga digital, representada por uma imagem na tela do computador, que ao se movimentar deixa “rastros” que podem formar diferentes imagem, como é o caso das figuras geométricas que aparecem na figura 2. Estas eram muito mais rápidas e mais precisas que as tartarugas de chão e, dessa forma, permitiam que as crianças criassem e investigassem os efeitos geométricos mais complexos.



Figura 1 - Tartaruga de Chão. Fonte:
http://weeklysqueak.files.wordpress.com/2013/04/turtle_with_apple.jpg (acesso em 08/10/2013)

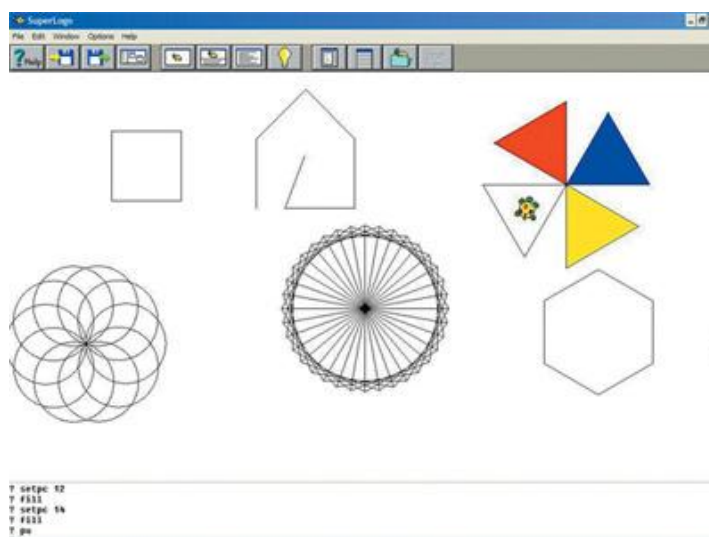


Figura 2 - Tartaruga Virtual. Fonte:
<http://folders.axevalley.devon.sch.uk/html/ict/year7/SuperLogo/images/imagineologoprimg3.jpg>
 (acesso em 08/10/2013)

Com a junção da linguagem Logo desenvolvida por Papert no "Epistemology and Learning Group" do Massachusetts Institute of Technology (MIT) com os brinquedos da empresa dinamarquesa LEGO® surgiu o sistema de robótica Lego/Logo com a finalidade de possibilitar à criança a construção de protótipos e suas programações em Logo para proporcionar comportamentos aos protótipos montados.

A parceria Lego/Logo trouxe duas grandes contribuições ao pensamento Construcionista: primeiro o fato de que as crianças não recebem o material

Lego/Logo pronto, elas devem construir seu próprio objeto de aprendizagem – com isso, verifica-se a aprendizagem ocorrendo tanto *através* do objeto como *sobre* o objeto construído; em segundo lugar, as crianças não estão restritas às tartarugas, elas podem construir e programar uma grande variedade de máquinas criativas que vão desde um simples carro de corrida até um parque de diversões automatizado (RESNICK, 1998).

Esse material consiste em blocos de montar, engrenagens, polias, correias, eixos, motores, sensores, micro controlador programável e software próprio.

“Com a LEGO® MINDSTORMS NXT os estudantes podem construir robôs e usar o software para planejar, testar e modificar sequências de instruções de uma variedade de comportamentos da vida real. Eles se reúnem e analisam dados de sensores utilizando o registro de dados funcionais, tais como exibição de gráficos. Robótica é uma maneira emocionante para trazer ciência, tecnologia, engenharia e matemática para uma sala de aula” (LEGO, 2012, *online*).

Segundo Zilli (2004), as principais vantagens da robótica educacional são:

- Desenvolver o raciocínio lógico e as habilidades manuais e estéticas;
- Favorecer a utilização dos conceitos aprendidos na elaboração e execução de projetos;
- Estimular a investigação e a compreensão;
- Preparar o aluno para o trabalho em grupo;
- Fomentar a criatividade;
- Estimular o hábito do trabalho organizado;
- Reelaborar hipóteses a partir do erro;
- Aplicar a teoria formulada em atividades práticas.

Reforçando este pensamento, o micromundo proposto por Papert (1985), se torna o ambiente em que essas habilidades e atitudes podem ser percebidas, pois insere o indivíduo num mundo simulado que o permite não só brincar com os objetos, mas também refletir sobre eles desenvolvendo alternativas para a solução dos obstáculos. Assim, o conhecimento pode ser estruturado, investigado e reformulado.

Gomes (2007) vai além ao afirmar que a robótica educacional ajuda na superação de limites de comunicação, fazendo com que o aluno verbalize seus conhecimentos e suas experiências e desenvolva sua capacidade de argumentar e

contra-argumentar; favorece a interdisciplinaridade, promovendo a integração de conceitos de áreas como: matemática, física, eletrônica, mecânica e arquitetura.

No nosso caso, optamos pelo kit de robótica educacional Lego® Mindstorms NXT 2.0, que é um material desenvolvido pela empresa dinamarquesa LEGO® em parceria com o Epistemology and Learning Group do Massachusetts Institute of Technology (MIT). O kit consiste em blocos de montar, motores, sensores, micro-controlador e software de programação. Nossa opção pelo uso desta tecnologia educacional está ancorada nas orientações didáticas apresentadas nos PCN em que as investigações em aulas de Ciências devem utilizar-se de diversos recursos didáticos, como jogos e simulações que favoreçam o confronto entre as hipóteses iniciais e as informações obtidas para a reestruturação das explicações. Assim, a comparação entre os resultados e os conhecimentos prévios interessam também para o aluno reconhecer e valorizar seu processo de aprendizagem (BRASIL, 2001).

Segundo Curcio (2008, p.20), “a robótica pode ampliar significativamente a gama de atividades desenvolvidas na escola e promover a interação entre as diferentes áreas do conhecimento”. Com isso, cria-se uma ponte que possibilita a ligação entre as fronteiras estabelecidas pela fragmentação do currículo proposto. O professor conduz a construção e a aplicação dos protótipos e das maquetes, facilitando a criação dessa ponte entre os conteúdos. A autora apresenta um esquema que representa o nível funcional da robótica educacional (figura 1) em que esquematiza o processo de transferência de informações entre indivíduo/software de programação/robô. Nessa representação, a autora descreve o computador como o recurso que possui um software, apresentado ao indivíduo através de uma interface na qual ele insere instruções que serão transferidas para o robô executar a programação recebida.

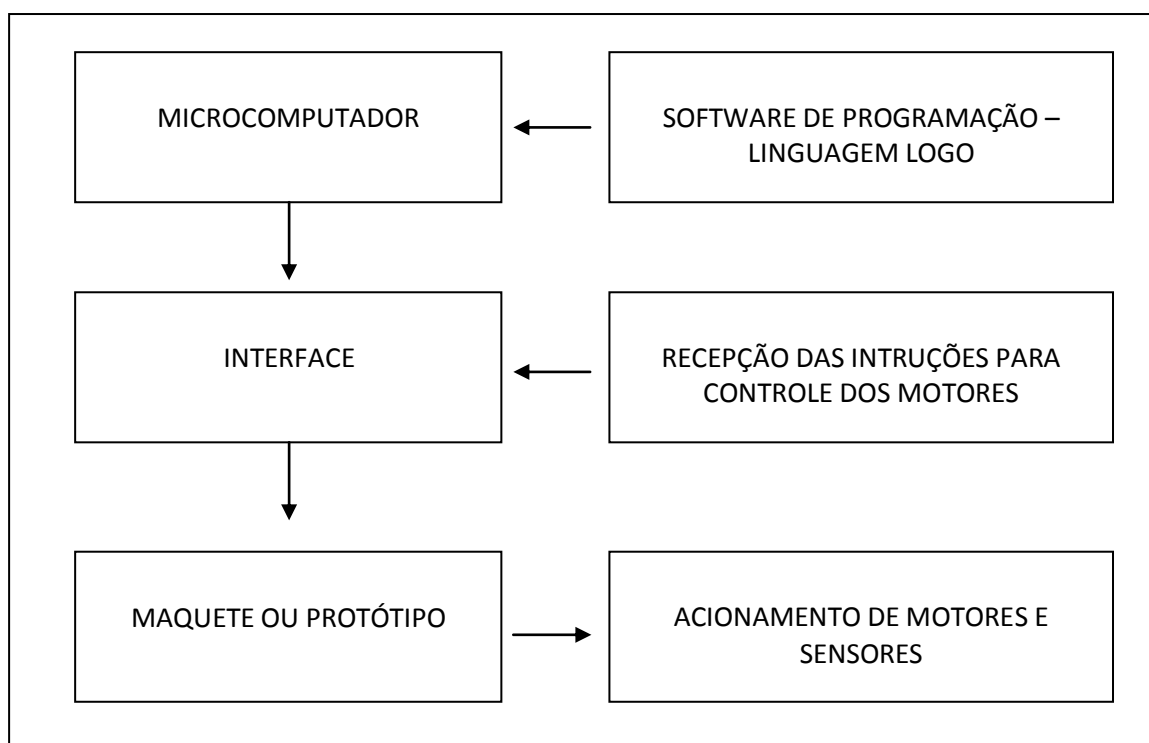


Figura 3 - Nível Funcional da Robótica Educacional. Fonte: Curcio (2008)

De acordo com Quintanilha (2008), no Brasil os projetos com robótica educacional ainda não passam de iniciativas isoladas elaborados principalmente por universidades. O país carece de um direcionamento para que essa ferramenta possa ser inserida no contexto escolar, possibilitando realizar a estimulação da criatividade e da participação ativa do aluno, a partir do trabalho em grupo e da resolução de problemas no cotidiano escolar.

“A idéia de robótica educacional foi introduzida no Brasil por Seymour Papert em 1975, que junto com Marvin Minsky disseminou os conceitos e fundamentações da linguagem Logo. Nos anos seguintes, foram realizados experimentos envolvendo a linguagem Logo e crianças. Em 1983, pesquisadores criaram o NIED, da Unicamp, em Campinas/SP, que disseminaram o uso do Logo no Brasil.” (CURCIO, 2008, p.23)

Entretanto, é inequívoco situar a atuação docente frente às novas tecnologias. Estudos apontam para uma carência significativa na formação do professor no que tange à utilização das TIC no cotidiano escolar (MOULTON & JOHNSON, 2010; GUEDES e KLEBER, 2010).

Um obstáculo que percebemos, através de conversas com coordenadores pedagógicos de escolas, é a falta de uma formação do professor para o uso efetivo desses recursos. O desafio não é somente uma problematização sobre a prática docente no uso das novas tecnologias, mas, a preparação do professor em níveis básicos para lidar com o computador e seus componentes.

Schlemmer (2006, p. 37), afirma que “mais do que se adaptar às novas tecnologias, os professores devem ser protagonistas dessa nova realidade”, reforçando a ideia de que a formação docente deve ser repensada e que em função das novas formas de pensamento, de expressão e relação entre os sujeitos decorrentes da popularização das novas tecnologias digitais, novas estratégias metodológicas precisam ser previstas visando a utilização desses novos recursos nos processos ensino-aprendizagem.

Frente a esta realidade, observamos a necessidade de, além da disponibilização desses recursos tecnológicos, a implementação de políticas de formação continuada de professores para o domínio dessas tecnologias que, por vezes, estão presentes no cotidiano da maioria das pessoas. Este argumento vem de encontro também com o proposto na legislação descrita nos PCN que frequentemente assinala o uso das diversas TIC nos processos metodológicos no ensino fundamental.

Portanto, o que defendemos é muito semelhante às considerações de Garcia et. al. (2011) quando afirma que não basta apenas introduzir aparatos tecnológicos para dinamizar práticas tradicionais já em vigor. É fundamental a construção de competências para inserir a tecnologia criticamente no processo de aprendizagem dos alunos.

2.2.1 A ROBÓTICA EDUCACIONAL NA REDE MUNICIPAL DE ENSINO DE CURITIBA

Na Prefeitura Municipal de Curitiba, a robótica educacional foi introduzida em meados de 2004 com a aquisição de kits LEGO® RCX, mas apenas em caráter extracurricular. Não existem, de acordo com o Departamento de Tecnologia e Difusão Educacional da Secretaria Municipal de Educação (SME), documentos que

descrevem os contextos pelos quais foram adquiridos esses kits. As Diretrizes Curriculares da Educação do município de Curitiba apontam o uso das novas tecnologias como ferramentas muito úteis, para acesso à internet, simulações, busca e propagação de dados, o uso de softwares específicos e a tabulação e processamento de dados. Nos princípios para a Educação em Curitiba, também descritos nas Diretrizes Curriculares do município, as atividades com robótica educacional deverão ser “derivadas do conteúdo que o professor está trabalhando com as crianças. Não são montagens soltas, mas sim contextualizadas no planejamento do professor” (Diretrizes Curriculares, 2006, p. 73).

São poucos os estudos referentes à utilização da robótica na sala de aula nas escolas municipais de Curitiba. O que constatamos hoje, na maioria das escolas municipais que dispõem deste recurso, é que as metodologias utilizando a robótica educacional não atendem às próprias Diretrizes Curriculares, sendo essa ferramenta utilizada apenas como projeto extracurricular ou em atendimento de alunos no contra-turno escolar.

Assim, ao percebermos a imaturidade dos alunos na oitava série e de alguns professores no que se refere às Leis do Movimento de Newton, baseados na legislação do município e na disponibilidade desse recurso nas escolas, propomos que esse recurso tecnológico atue como facilitador no processo ensino aprendizagem de conceitos científicos.

2.3 REVISÃO DA LITERATURA

2.3.1 TIC NO ENSINO DE CIÊNCIAS: A ROBÓTICA EDUCACIONAL

Uma característica marcante do mundo atual é o uso da tecnologia como recurso mediador em diversas tarefas da humanidade. Segundo Mainart e Santos (2010, p. 1), “o desenvolvimento de competências e habilidades ligadas à tecnologia, é fator de grande importância na globalização de ideias, das experiências aglomeradas durante séculos”, pois fomenta a produção de equipamentos com alta capacidade produtiva e custo relativamente baixo.

Segundo Almeida (2008, p. 103), a história das tecnologias na educação inicia-se na década de 1970 nos EUA, com o desenvolvimento e uso de programas tipo CAI (*Computer Aided Instruction*) que era “baseado em teorias comportamentalistas que direcionam o uso do computador como máquina de ensinar em uma perspectiva educacional instrucionista”. O Construcionismo marca a década de 1980 e a partir dos anos 90 a flexibilidade e a maior autonomia do professor no uso de recursos tecnológicos em suas aulas foi incentivada, levando, nos anos 2000, à incitação e a integração das TIC ao currículo das escolas pelas políticas públicas. É, também, a partir da década de 1990 no Brasil, com a criação da SEED/MEC, que os programas de uso de tecnologias na educação e de educação a distância com suporte em tecnologias, foi fortemente impulsionado.

No que se refere ao ensino de ciências naturais, as TIC se apresentam como grande potencial enquanto recurso didático seja na forma de hipertextos, de imagens, do uso de computadores, entre outros. O computador pode ser uma ferramenta de múltiplas funcionalidades: nas simulações de leis da física, de eventos geológicos e astronômicos, nas representações de reações químicas, gráficos dinâmicos, instrumento de pesquisa na web, etc. (ASSIS, CZELUSNIAK e ROEHRIG, 2011). Porém, de acordo com Martinho & Pombo (2009, p. 529), “o potencial das TIC, quando utilizadas no ensino das ciências, está relacionado com a reestruturação do currículo e a redefinição das pedagogias de ensino”.

Dentre as várias tecnologias existentes no âmbito escolar, este trabalho tem o intuito de analisar uma tecnologia específica: a Robótica Educacional.

Em 2004, Zilli analisou o uso da Robótica Educacional como recurso pedagógico e apontou as diversas formas de como essa tecnologia é usada nas escolas públicas e particulares do município de Curitiba. Nesta pesquisa, verifica-se que poucas escolas em Curitiba usam a Robótica educacional como recurso pedagógico e, nas que utilizam, ocorrem variações nas metodologias usadas conforme os pressupostos epistemológicos e dos objetivos de quem estiver coordenando o ambiente. De acordo com a pesquisadora, “a robótica contempla o desenvolvimento pleno do aluno, pois propicia uma atividade dinâmica, permitindo a sua construção cultural e, enquanto cidadão, torna-o autônomo, independente e responsável” (ZILLI, 2004, p. 77).

Rocha, em 2006, apresenta uma investigação da utilização da robótica pedagógica no processo de ensino-aprendizagem de programação de computadores. O objetivo da pesquisa era contribuir para a melhoria da aprendizagem de programação de computadores em uma instituição de ensino superior. Apesar da verificação de aspectos promissores, constatou-se alguns limites na aplicação da robótica educacional como “mecanismo de fomento à interação entre os alunos e destes com o professor em um ambiente que favorece a construção do conhecimento” (ROCHA, 2006, p. 9).

Ribeiro (2006), observando a carência de pesquisas sobre robótica educacional no primeiro ciclo do Ensino Básico, realizou um trabalho visando contribuir para minimizar essa lacuna do conhecimento. Os objetivos da pesquisa foram analisar a motivação para aprender proporcionada pela robótica educacional em estudantes do primeiro ciclo, analisar se este recurso didático é apropriado para o nível etário estudado, quais componentes da matriz curricular do primeiro ciclo podem ser abordados a partir da utilização da robótica educacional. Para tanto, os estudantes deveriam dramatizar, através da construção e programação de robôs, uma história popular denominada “Carochinha”. Os robôs representavam os personagens da história. Como conclusão, observou-se a afirmação para a maioria das hipóteses levantadas, como, por exemplo, a robótica educacional não só é adequada para o nível etário do primeiro ciclo da Educação Básica, como também aumenta a motivação em aprender por parte dos estudantes envolvidos. Nota-se a emergência de assuntos relativos às áreas das Ciências, Artes, Matemática, Língua Portuguesa, Dramatização e Tecnológicas.

Baseado em que a maioria dos projetos de robótica educacional é realizada com kits comerciais como o Lego Mindstorms, e estes kits apresentam um custo elevado no Brasil, Gonçalves propôs, em 2007, a construção de protótipos robóticos a partir de componentes de baixo custo e do reaproveitamento de sucata eletrônica e a utilização da placa GoGo – desenvolvida como uma alternativa mais barata que a placa RCX do Lego. Como resultado de sua pesquisa, Gonçalves constatou que o protótipo criado, por ser mais simples torna-se mais compreensível aos estudantes em relação aos conceitos computacionais. Entretanto, são necessários conhecimentos técnicos específicos na área de eletrônica, o que dificulta a implementação do projeto.

Outra pesquisadora, Alzira Ferreira da Silva, propôs em 2009 uma metodologia para o ensino de robótica no Ensino Fundamental I baseada na teoria sócio-histórica de Lev Vygostsky. Para isso, foram realizadas atividades onde os estudantes produziram seu conhecimento a partir da construção de protótipos robóticos, sua programação e controle. Nesse processo, a criança construiu espaços de aprendizagem que, segundo a pesquisadora, “quando bem aproveitados proporcionam a construção, pelos indivíduos não só de conceitos científicos, mas também de habilidades e competências importantes para as interações sociais e culturais de cada um e do grupo”. Nesta pesquisa o robô foi observado como mediador no processo ensino-aprendizagem (SILVA, 2009, p. 7).

César (2009), analisou as potencialidades e limites do ambiente de ensino e aprendizagem da robótica educacional livre no processo de (re)construção de conceitos científico-tecnológicos na formação de professores, a partir do desenvolvimento de artefatos robóticos na perspectiva da filosofia de softwares e hardwares livres. Para tanto, a pesquisa foi desenvolvida em um curso de Pedagogia de uma instituição de Ensino Superior. O foco principal era o conhecimento nas áreas de eletrônica e informática e suas derivações. Como resultados foram verificados que a maioria indivíduos que participaram da pesquisa estava familiarizada com os termos técnicos específicos da área analisada, tais como LEDs, resistores, placa de circuito impresso, tensões e resistência e com a funcionalidade dos componentes do computador, concluindo-se que a robótica propicia um ambiente capaz de facilitar a aprendizagem nesse caso.

Kloc, Koscianski e Pilatti apresentaram em 2009 uma proposta tecnológica em apoio ao desenvolvimento de práticas pedagógicas, utilizando a robótica como ferramenta interdisciplinar. Esta proposta foi desenvolvida em um curso técnico em informática de uma Instituição de Ensino Superior de Telêmaco Borba – Paraná. Nas conclusões averigua-se a motivação por parte dos indivíduos envolvidos em buscar conhecimentos referentes ao domínio de recursos tecnológicos intrínsecos à montagem e programação de dispositivos robóticos de forma articulada aos diversos conteúdos, tais como programação, montagem e designer de protótipos e redes de computadores.

Ainda em 2009, Maliuk revelou um panorama da Robótica na sociedade. Caracterizou os termos robô, robótica e robótica educacional e fez um levantamento

das implicações da utilização dessa ferramenta nas aulas de matemática, principalmente na mudança de concepção do papel dos professores e alunos.

Em 2010, o pesquisador Rogério Lopes Leitão analisou as potencialidades e contribuições da robótica educacional no ensino da Matemática. Para isso, ele desenvolveu sua pesquisa com estudantes do último ano do Ensino Fundamental II onde os alunos foram desafiados a construir e programar um robô que desempenhasse uma determinada coreografia. Ao final, verificou-se que diversos conceitos matemáticos emergiram da atividade proposta, tais como simetria e reflexão, proporcionalidade, estimativa e propriedade dos ângulos. Contudo, nesse caso, a robótica educativa foi utilizada apenas na verificação de quais conteúdos surgem a partir de uma atividade em um micromundo, não especificando a aprendizagem conceitual da matemática.

Visando a inserção da robótica no meio educacional, Guedes e Kleber (2010), mostraram que a aprendizagem de vários temas abordados em disciplinas do ensino fundamental pode ser auxiliada pelo uso dessa nova tecnologia. Porém, nota-se uma necessidade na reformulação dos currículos escolares no que se refere ao uso dos processos automatizados dentro da escola, além da melhor capacitação dos professores para o uso destes novos recursos.

Francisco et al. (2010), realizou um levantamento bibliográfico sobre a produção científica na base de dados da Capes acerca da utilização da Robótica Educacional. Foram analisadas teses e dissertações veiculadas entre os anos 1996 e 2008. Segundo os autores, as pesquisas apontam para a ausência de preparação tecnológica como principal obstáculo para a consolidação desta tecnologia no âmbito educacional. Existe ainda uma lacuna nos estudos no que se refere aos pressupostos que justifiquem a utilização desta tecnologia em sala de aula sem que isso seja visto como ensino tecnicista. Foram identificadas apenas onze produções acadêmicas, o que levou a afirmarem que a “robótica educacional não se constitui como um tema frequentemente estudado pelos pesquisadores brasileiros”. Isso torna a robótica educacional uma área pouco explorada no Brasil se comparada ao seu destaque acadêmico no contexto internacional. Ainda sobre esse estudo, verificou-se que apenas 27% dos estudos realizados foram desenvolvidos em Programas de Pós-Graduação em Educação. A grande maioria se concentra nas áreas de Ciências Exatas e da Terra e Engenharias. Por fim, os pesquisadores

alertam que a implementação dessa tecnologia nas escolas é um desafio que só será vencido quando “a potencialidade deste recurso for compreendida e incorporada crítica e reflexivamente pelos professores, alunos e demais membros da comunidade escolar” (FRANCISCO JÚNIOR et al., 2010, p. 50).

Também em 2010, Moulton & Johnson, revisaram a literatura científica acerca do uso da robótica educacional nas escolas a fim de verificar a contribuição potencial desta ferramenta no ambiente escolar e apresentar uma síntese da evidência empírica disponível sobre a eficácia desse recurso no processo ensino-aprendizagem. Foram localizados dez artigos considerados relevantes em bases de dados bibliográficos on-line. Para cada artigo foram analisados a finalidade do estudo, o conteúdo abordado com o auxílio da robótica educacional, o tipo de robô utilizado, a metodologia da pesquisa e os resultados obtidos. Como resposta, verificou-se que os artigos analisados sugerem que a robótica educacional geralmente atua como um elemento que melhora a aprendizagem, no entanto, isso nem sempre é o caso, pois há alguns estudos que relatam situações em que não houve melhoria na aprendizagem. O estudo ainda atenta para a falta de preparo dos professores para a utilização desta ferramenta como recurso didático.

Em 2011 o pesquisador Marcos de Castro Pinto desenvolveu sua pesquisa a qual possui como foco a formação de professores na área da robótica educacional sustentado sob dois pilares: um pedagógico, com a aplicação de uma arquitetura interativa apoiada nas tecnologias de informação e comunicação (TIC) e outro tecnológico, com a proposta de utilização de tecnologias livres de hardware. Um dos objetivos da pesquisa era proporcionar o acesso de instituições públicas de ensino a modernas plataformas de programação a partir do baixo custo e da facilidade de programação por não especialistas. Uma das plataformas de tecnologias de hardware livres utilizadas foi o Arduino. Os resultados apontam para uma melhoria na motivação dos professores participantes e na colaboração significativa para a inserção desta tecnologia no ambiente escolar.

2.3.2 ENSINO DE CIÊNCIAS NO ENSINO FUNDAMENTAL: O CASO DA FÍSICA

Muito se discute sobre o ensino de Ciências no ensino fundamental brasileiro (Barbosa Lima & Carvalho, 2003; Carvalho et. al., 2010; Nascimento & Barbosa-Lima, 2006; Mozena & Ostermann, 2008; Longhini, 2008; Colombo Junior et al., 2012; Campos et al., 2012). Com abordagens diferentes, todos estes trabalhos buscam contribuir para o aperfeiçoamento das práticas docentes nas aulas de Ciências.

Parece um consenso entre os pesquisadores de que o ensino de Ciências no ensino fundamental é de suma importância para o desenvolvimento acadêmico dos estudantes. Tal importância se dá ao fato de ser, justamente nessa faixa etária, a curiosidade e a motivação em descobrir o novo estar mais aguçada. Compartilhamos com Campos et al (2012, p. 1402-2), quando afirmam:

“não ensinar ciências para indivíduos nessa idade significa ignorar processos, abandonando as crianças aos seus próprios pensamentos, privando-as de um contato mais sistematizado com a realidade e da troca de pontos de vista com outras pessoas.”

Um grupo de estudos liderado pela pesquisadora Anna Maria Pessoa de Carvalho (2010), afirma que as atitudes e procedimentos dos alunos se tornam tão relevantes quanto a aprendizagem de conceitos científicos. Isso tonifica a aplicação desta pesquisa, pois, na nossa visão, a robótica fortalece as atitudes de busca do conhecimento novo. Os autores ainda ressaltam a importância das atividades investigativas no ensino de ciências quando propõe essa metodologia como ponto de partida para desenvolver a compreensão de conceitos. Segundo eles, a investigação durante as aulas

“é uma forma de levar o aluno a participar de seu processo de aprendizagem, sair de uma postura passiva e começar a perceber e agir sobre o seu objeto de estudo, relacionando o objeto com acontecimentos e buscando as causas dessa relação, procurando, portanto, uma explicação causal para o resultado de suas ações e/ou interações” (CARVALHO, et. al, 2010, p. 22).

Em outra obra, Carvalho et. al. (1998), ao dissertar sobre o papel do professor frente à construção do conhecimento científico no ensino fundamental, endossa a realização desta pesquisa ao afirmar que se quisermos realmente que nossos

alunos aprendam o que ensinamos, temos de criar um ambiente intelectualmente ativo que os envolva, organizando grupos cooperativos e facilitando o intercâmbio entre eles.

Longhini (2008) apresenta um levantamento da literatura acerca do panorama geral de como se encontra o ensino de ciências no ensino fundamental. De acordo com o autor, alguns aspectos como a precariedade do ensino de conteúdos científicos, a má formação dos professores de Ciências, um número reduzido de atividades em Ciências neste nível de ensino, a restrição ao uso do livro didático como material de apoio às aulas e os problemas conceituais encontrados em coleções de livros didáticos de Ciências podem ser elencados como fatores negativos ao desenvolvimento dos conteúdos científicos em sala de aula. Além destes fatores, o autor atenta para outro aspecto muito importante no que se refere à dificuldade na aprendizagem dos alunos: “a concepção do professor a respeito de como o aluno aprende”. É necessário desfazer a crença de que apenas “falar os conteúdos” ou “dar a resposta” levará o aluno à aprendizagem. Este comportamento pode inibir ou até mesmo cortar o raciocínio do estudante (LONGHINI, 2008, p. 242).

Neste aspecto, considerando a robótica educacional nas aulas de ciências como uma atividade que oportuniza a emergência das práticas reflexivas sobre o processo de aprendizagem, esta atividade pode ser fundamentada nas palavras de Carvalho et. al. (2010, p. 9):

“Não basta o professor *saber que* aprender é também apoderar-se de um novo gênero discursivo, o gênero científico escolar, ele também precisa *saber fazer* com que seus alunos aprendam a argumentar, isto é, que eles sejam capazes de reconhecer as afirmações contraditórias, as evidências que dão ou não suporte às afirmações, além da capacidade de integração dos méritos de uma afirmação. Eles precisam *saber criar* um ambiente propício para que os alunos passem a refletir sobre seus pensamentos, aprendendo a reformulá-los por meio da contribuição dos colegas, mediando conflitos pelo diálogo e tomando decisões coletivas”.

Quanto à abordagem da Física no ensino de Ciências, Colombo Junior et. al (2012, p. 490) afirmam que

“não é difícil perceber que raramente tópicos de física são abordados em sala de aula. Um dos principais motivos deve-se ao fato de que a maioria dos professores não consegue (ou não sabe) ensinar este tema tão amplo e presente na vida cotidiana, já que não estudaram durante sua formação inicial e raras tiveram contato durante a formação continuada”.

Dessa forma, o pensamento desses autores coopera com este trabalho quando afirma que as “atividades e experimentos investigativos, com os quais o aluno discute e argumenta com seus pares na busca por uma conclusão compartilhada por todos a respeito de determinado conceito” (COLOMBO JUNIOR et. al., 2012, p. 494), particularmente no ensino de física no ensino fundamental, é uma maneira de alcançar os objetivos supra citados. Colaborando com esse pensamento, Schroeder (2007, p.91), afirma que “a física possibilita atividades em que as crianças ajam sobre os materiais utilizados, observem o resultado de suas ações e reflitam sobre suas expectativas iniciais, reforçando ou revendo suas opiniões e conclusões”.

Nossa interpretação para esse argumento é que as discussões sobre diferentes pontos de vista em uma aula de Ciências em relação ao tema proposto são importantes instrumentos para a construção de explicações. Durante essas discussões sobre o objeto de aprendizagem, ocorre uma geração de conflitos cognitivos e também sua superação. Neste ponto, apresentamos a robótica educacional como instrumento capaz de fornecer situações onde os estudantes possam construir uma nova explicação para o fenômeno estudado a partir da comparação entre suas opiniões e aquelas apresentadas por seus colegas.

Em outra sondagem bibliográfica, Campos et al. (2012) mostra que os tópicos de Física se apresentam de forma bastante tímida no nível fundamental de ensino, sendo majoritariamente explorado os processos biológicos. Isto provoca sérias lacunas no processo ensino-aprendizagem, favorecendo apenas memorização do que é abordado nesses conteúdos. Nas palavras dos autores, “evitar o contato com conceitos físicos é privar o estudante de construir seu conhecimento a respeito do mundo que o cerca” (CAMPOS et. al., 2012, p. 1402-3). Favorecendo este pensamento, a legislação educacional, através dos PCN, a abordagem das Ciências Naturais sem uma interação direta com os vários fenômenos naturais (no nosso caso, os fenômenos físicos) ou tecnológicos deixa uma grande vacuidade na formação dos estudantes (BRASIL, 2001).

Em uma revisão sistematizada da literatura em artigos de periódicos brasileiros, Mozena & Ostermann (2008) averiguaram que a maior parte das pesquisas referentes ao ensino de Física no ensino fundamental dá grande ênfase à metodologia do ensino de ciências, centrados principalmente na experimentação e

investigação por parte do aluno, nas interações dialógicas em sala de aula e no uso de historinhas. Para as autoras, é necessário voltar o foco das pesquisas para a mensuração e/ou qualificação da aprendizagem e, ainda, transpor as pesquisas para a escola, visto que muitos dos professores não têm acesso aos trabalhos desenvolvidos nas academias.

Os PCN traz, ainda, em seus objetivos para o Ensino de Ciências Naturais a formulação de questões, o diagnóstico e a proposição de soluções reais a partir de elementos das Ciências onde os conceitos, os procedimentos e as atitudes são desenvolvidos no aprendizado escolar (BRASIL, 2001). Corroborando para esse argumento e legitimando nosso entendimento de que a robótica educacional é uma atividade de alto grau de reflexão e crítica, Carvalho et. al. (2010), aponta que uma aula de Ciências deve ser instigadora de dúvidas, insistindo na criação de uma polêmica acerca das afirmações apresentadas sobre o fenômeno estudado, em que as respostas não são dadas prontas, levando os alunos a não somente construir explicações causais, mas experimentar suas hipóteses para a obtenção de mais evidências que podem comprovar ou refutar suas concepções.

2.3.3 BREVE DISCUSSÃO SOBRE A SEGUNDA LEI DE NEWTON

Como é possível um caminhão ser rebocado por um automóvel menor? Por que, depois de iniciado o movimento, o caminhão necessita de uma certa distância para parar? Por que um ônibus com lotação máxima demora mais tempo para sair do repouso? Por que, se utilizarmos a mesma intensidade de força para lançarmos uma bola de futebol e uma bola de tênis, a bola de tênis viaja mais rápido no espaço? As respostas para essas e outras questões semelhantes podem ser encontradas no estudo da dinâmica, a relação entre o movimento e a força. Esse estudo tem suas bases apoiadas em um conjunto de três afirmações conhecidas como Leis de Newton, ou Leis do Movimento.

Sir Isaac Newton (1642-1727) publicou em 1687 sua grande obra intitulada "*Princípios Matemáticos da Filosofia Natural*" na qual descreve sua formulação dos princípios da mecânica.

Chibeni (1999), discute de forma crítica a interpretação amplamente difundida do enunciado da segunda lei de Newton. Para ele, o axioma $F = m \cdot a$ (força é igual ao produto entre massa e aceleração) difere significativamente do original de Newton. Na visão de Chibeni, é importante observar que essa forma com a qual estamos familiarizados a interpretar a segunda lei de Newton é uma relação de igualdade e não de proporcionalidade como enunciado pelo próprio Newton; e também, que a força não é proporcional “à taxa de variação (da quantidade) de movimento, mas à própria variação (da quantidade) de movimento” (CHIBENI, 1999, p.7).

Consideramos, dessa maneira, imprescindível mencionar o papel da cosmologia aristotélica¹ no desenvolvimento da construção do conhecimento sobre a evolução dos conceitos apresentados por Newton. Para Peduzzi (1996, p. 60),

“Conceitos como movimento natural, movimento forçado, lugar natural, etc. estruturam princípios [...] não dedutíveis de outros mais gerais. Isto é, enunciados que funcionam como premissas para a dedução de correlações a serem encontrados em níveis mais baixos de generalidade (tal como a velocidade de um corpo é diretamente proporcional à força motriz a ele aplicada e inversamente proporcional à resistência do meio no qual ele se movimenta)”.

O próprio Newton em carta a Robert Hooke confirma essa ideia ao escrever: “se consegui enxergar mais longe, é porque estava apoiado em ombros de gigantes” (ZANETIC, 1988, p. 33).

Uma das razões pelas quais a cosmologia aristotélica torna-se precípua na abordagem das leis de Newton, é que, antes de estudar física, durante anos, o indivíduo caminhou, empurrou caixas, chutou bolas, e fez dezenas de coisas que envolvem movimentos. Com isso, ele desenvolve um ‘senso comum’ sobre os movimentos, suas causas e efeitos. Entretanto, muitas dessas ideias do ‘senso comum’, não se combinam com uma análise lógica nem com a experiência (RIBEIRO FILHO, [s.d.]).

Isto posto, a robótica educacional se inclui nesse processo como agente facilitador na observação dos fenômenos empiricamente testados. Pois, como ressalta Chibeni (1999), o próprio Newton procurou sustentar implícita ou

¹ Chibeni (1999) reforça a importância dos estudos que remontam à Antiguidade Grega, onde Aristóteles (384-322 a.C.) descreveu seus pensamentos sobre o mundo. Para o autor, a cosmologia aristotélica serve de pano de fundo para a implantação da nova mecânica proposta por Newton e seus predecessores.

explicitamente que suas definições e leis eram a definição refinada e generalizada de fatos empíricos.

Acreditamos que, baseados nos pressupostos teóricos da evolução das ideias sobre movimentos, o indivíduo pode refletir criticamente a respeito do que enuncia a Segunda Lei de Newton: A mudança de movimento é proporcional à força motora imprimida e é produzida na linha reta na qual aquela força é imprimida, destacando a proporcionalidade entre a variação da quantidade de movimento e a força. Assim sendo, procuraremos formar nos estudantes do ensino fundamental um senso crítico sobre a existência da relação entre força, massa e velocidade dos corpos, proporcionando uma análise da proporcionalidade entre estas grandezas físicas.

Tanto Zanetic (1988) como Peduzzi (1996) destacam a importância de se levar em conta as concepções aristotélicas. Neste trabalho, procuramos desenvolver uma estratégia didática com a robótica educacional que circunde estas concepções.

CAPÍTULO 3

3 METODOLOGIA

A proposta de implementação da robótica educacional na sala de aula para a abordagem da segunda Lei do Movimento de Newton foi realizada com base na literatura que abrange as ideias investigação-ação (ENGEL, 2000; TRIPP, 2005; FRANCO, 2012). O que propomos é que a investigação-ação ocorra por parte dos alunos na descoberta do conhecimento novo. É importante destacar que esse tipo de metodologia na literatura é voltada para a ação do pesquisador e não do público pesquisado. Porém, como foi discutido no capítulo anterior, o referencial teórico adotado – o Construcionismo – propõe que o professor forneça subsídios para que os alunos criem objetos derivados de recursos tecnológicos e a partir dessa construção eles reflitam, discutam e reformulam, se necessário, suas teorias. Portanto, conforme propõe Papert, a metodologia desta pesquisa se fundamentou na criação de um micromundo e da constante instigação da dúvida do professor-pesquisador sobre os alunos envolvidos.

Numa simplificação, a investigação-ação é o “aprender-fazendo”, onde o aluno identifica um problema, levanta hipóteses para resolvê-lo, coloca-as em ação, verifica-as se resultaram no esperado e, em caso contrário, define um novo plano de ação. Tripp (2005) se refere à este tipo de investigação como um ciclo “no qual se aprimora a prática pela oscilação sistemática entre agir no campo da prática e investigar a respeito dela” (TRIPP, 2005, p. 445). Para tanto, ele apresenta um diagrama (figura 4), onde ele descreve o planejamento, a implantação, a descrição e a avaliação da prática, em que o aluno aprende mais, no correr do processo, tanto a respeito da prática quanto da própria investigação.

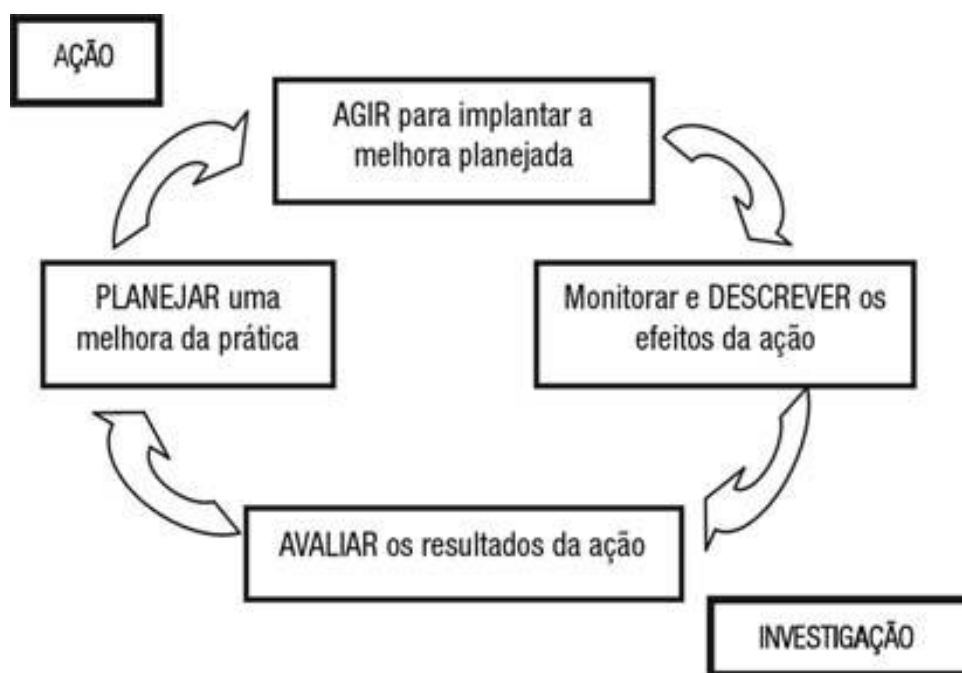


Figura 4 - Diagrama do Ciclo Básico de Investigação-Ação. Fonte: TRIPP, 2005.

Interpretamos essa definição como muito semelhante a propostas por Papert (2008) na teoria do Construcionismo onde o indivíduo é estimulado a perscrutar a própria ação – causas e efeitos – sobre o objeto de aprendizagem. Nesse pensamento o estudante detém a liberdade de iniciativa e o controle no ambiente computacional, assumindo assim seu aprendizado como uma construção pessoal do conhecimento. “O objetivo é encorajar o estudante a tomar a iniciativa, e o aprendizado é entendido não como uma mera aquisição de conhecimento, mas como uma evolução em direção à expertise” (VALENTE, 1999, p. 49).

Na metodologia Construcionista a criatividade da criança é fundamental para o desenvolvimento da sua aprendizagem. “Assim, ao invés de sufocar [essa] criatividade da criança, a solução é criar um ambiente intelectual menos dominado pelo critério de falso e verdadeiro, como acontece na escola” (PAPERT, 1985, p. 163). Com isso, se fortalece a necessidade de aproveitar as “falsas teorias” ou os “erros” dos estudantes durante o processo de aprendizagem. Esse “erro” serve de base para novas hipóteses a serem testadas, reformuladas e re-testadas, favorecendo assim a construção do conhecimento a partir de uma realidade do aluno.

Contrapondo a pedagogia proposta pelo Construcionismo, a investigação-ação apresenta algumas características que guiam o investigador em sua práxis como a crítica reflexiva, a cooperação, a criação de estruturas de ação e a interiorização da teoria e da prática. Dessa maneira, é possível analisar o estabelecimento de pensamentos autocríticos em relação à aprendizagem (FRANCO, 2005).

O desenvolvimento desta pesquisa teve início em maio de 2012 em uma escola municipal de Curitiba. Fundada em 1994, a escola é uma das onze escolas da Rede Municipal de Ensino de Curitiba que oferecem os anos finais do ensino fundamental. Localizada em uma região da periferia da cidade, a instituição atende aproximadamente 2200 alunos distribuídos em três turmas de Educação Infantil e sessenta e quatro turmas de Ensino Fundamental (1º ano a 8ª série). Visto uma grande apatia dos alunos no processo ensino-aprendizagem na disciplina de Ciências, a disponibilidade de kits de robótica educacional na escola e uma vasta literatura propondo a investigação-ação como metodologia de ensino, as atividades propostas neste trabalho ocorreram em duas turmas da oitava série durante as aulas de Ciências Naturais.

Baseados na metodologia utilizada, os alunos foram divididos em seis grupos distintos – três grupos em cada turma, cada um contendo entre oito e onze integrantes. Para o desenvolvimento das aulas foram utilizados dois espaços escolares: um laboratório de informática e uma sala multiuso, onde se encontrava a mesa de treinos da equipe de robótica da escola.

No primeiro e no segundo encontros, os alunos foram convidados a discutir sobre a utilização de dispositivos robóticos no cotidiano das pessoas. Baseados nos recursos tecnológicos disponíveis, tanto na escola como em suas casas, essa discussão abordou os aspectos críticos sobre a utilização da tecnologia e suas interferências na vida das pessoas. Após, o contato com os alunos foi dirigido no sentido de introduzir o conhecimento sobre o material utilizado, a manipulação das peças de montagem do robô e a utilização das principais ferramentas de programação do *software* Mindstorms NXT. Para a montagem do robô foi sugerido a construção de uma estrutura semelhante a um “carro de corrida”. Nesse momento percebemos o trabalho cooperativo e colaborativo dos indivíduos envolvidos. Esse fato vem de encontro com as palavras de Rasera e Japur (2001, p. 202), que

afirmam como implicação da perspectiva Construcionista que “o conhecimento deixa de ser visto como originado na mente individual, e passa a ser entendido como produzido na relação entre as pessoas”.

Foram planejadas mais sete sessões de atividades, totalizando nove encontros. Cada encontro consistia em uma aula de 50 minutos, somando ao final aproximadamente sete horas e trinta minutos de atividades em cada turma.

Já com os robôs construídos nas sessões anteriores, e baseados na ideia de que a criança aprende de maneira mais eficaz quando constrói algo palpável para atingir o conhecimento por si próprio, os cinco encontros seguintes foram destinados a cumprir três missões propostas. A partir desse ponto todas as táticas elaboradas para a execução das missões foram de total responsabilidade dos grupos. Em linha com a metodologia investigativa, o professor atuou como provocador de dúvidas sobre as ideias e atitudes desenvolvidas pelos alunos, um guia na estruturação das discussões e não um transmissor do conhecimento.

No ambiente construído para as aulas, a averiguação dos objetivos propostos se deu através de uma abordagem qualitativa. De acordo com Minayo (2002, p. 21),

“A pesquisa qualitativa responde a questões muito particulares. Ela se preocupa, nas ciências sociais, com o nível de realidade que não pode ser quantificado. Ou seja, ela trabalha com o universo de significados, motivos, aspirações, crenças, valores e atitudes, o que corresponde a um espaço mais profundo das relações, dos processos e dos fenômenos que não podem ser reduzidos à operacionalização de variáveis”.

Flick (2009, p. 29), afirma ainda que “os critérios centrais da pesquisa qualitativa consistem mais em determinar se as descobertas estão embasadas no material empírico, [...] assim como na relevância das descobertas e na reflexividade dos procedimentos”. Dessa forma, a pesquisa passa a ter foco nas novas descobertas e no desenvolvimento de teorias empiricamente fundamentadas.

Em linha com a perspectiva de pesquisa qualitativa, optamos pela utilização de portfólios e bloco de anotações da exploração de campo do pesquisador como instrumentos de coleta de dados. Nas palavras de Bona & Basso (2009, p. 1),

“O portfólio é um instrumento de avaliação reflexiva para o estudante e professor, segundo sua autonomia e responsabilidade, e não apenas uma ‘pasta de materiais’; para o estudante porque ele deve ser capaz de explicar o que aprendeu baseando-se em evidências escolhidas por ele, como exemplos: trabalhos, temas, provas, relatos de estudo e pesquisa, e outros; para o professor porque ele deve ser um ‘perguntador’, e não um

'controlador do processo', partindo do que o estudante evidenciou e lhe permitia criar um ambiente estimulante para a nova aprendizagem".

No oitavo encontro, os alunos realizaram uma análise dos registros feitos no portfólio. No último encontro os alunos foram convidados a discutir sobre as hipóteses levantadas e os resultados dos experimentos.

Os resultados foram analisados de acordo com a teoria de Bardin (2011), que define a Análise de Conteúdo como um conjunto de instrumentos metodológicos sutis cuja hermenêutica é controlada, baseada na dedução: a inferência. Segundo a autora, a análise de conteúdo permeia entre o rigor da objetividade e a fecundidade da subjetividade. Proporciona ao pesquisador a busca pelo não aparente, o potencial de inédito, retido por qualquer mensagem. Para tanto, ela estabelece alguns métodos e técnicas: organização da análise; a codificação de resultados; as categorizações; as inferências e, por fim, a informatização da análise das comunicações. As diferentes fases da análise de conteúdo organizam-se em torno de três pólos: 1. A pré-análise; 2. A exploração do material; e, por fim 3. O tratamento dos resultados: a inferência e a interpretação.

CAPÍTULO 4

4 RESULTADOS

Neste capítulo, apresentamos os detalhes e as análises dos encontros e das estratégias utilizadas pelos alunos no desenvolvimento das atividades propostas.

4.1 PRIMEIRO E SEGUNDO ENCONTROS

No início do projeto, os alunos foram informados de que participariam de uma atividade diferente do cotidiano escolar deles até então e que a participação ativa seria de fundamental importância para o sucesso das aulas. Foi incitada uma discussão sobre robôs e dispositivos robóticos e sua participação no cotidiano das pessoas. O objetivo da discussão era trazer para a sala de aula os conhecimentos prévios acerca da tecnologia abordada e o real contato dos alunos com essa tecnologia em seu dia a dia. Como resultado dessa discussão, verificou-se a presença de diferentes artefatos robóticos no cotidiano dos envolvidos, que, às vezes, passam despercebidas como é o caso do elevador, portões eletrônicos, fornos de microondas e videogames.

Após a discussão, foi realizada uma atividade para a apresentação e utilização do material de construção do robô e do software de programação. Como proposto o material utilizado foi o kit de robótica educacional Lego Mindstorms NXT 2.0. Trata-se de um material desenvolvido pela empresa dinamarquesa LEGO® em parceria com o "Epistemology and Learning Group" do Massachusetts Institute of Technology (MIT).

O *software* Mindstorms NXT (figura 5) foi desenvolvido para fins educativos, elaborado em uma perspectiva computacional acessível e de fácil interpretação. É utilizado na programação do micro controlador LEGO® NXT.

Como característica, esse *software* permite que o aluno monte sua programação a partir da escolha de ícones com funções específicas localizados em uma palheta de comandos no lado esquerdo da interface (figuras 6 e 7) e os organize de forma linear, criando uma sequência de comandos que o robô deverá desempenhar.

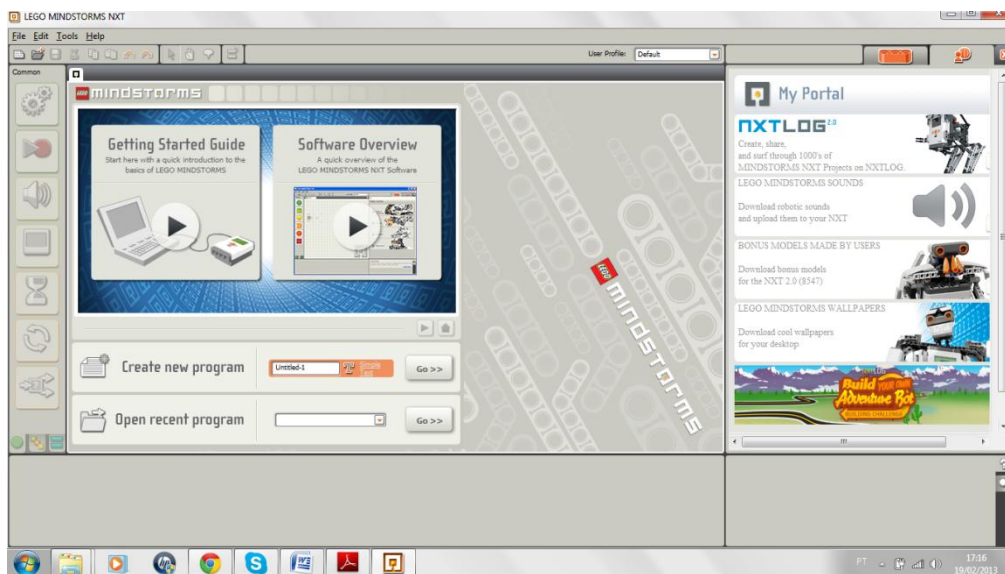


Figura 5 – Interface do Software de Programação Mindstorms NXT – Fonte: Autoria Própria.



Figura 6 – Palheta de Ícones Funcionais do Mindstorms NXT. Fonte: Autoria Própria.

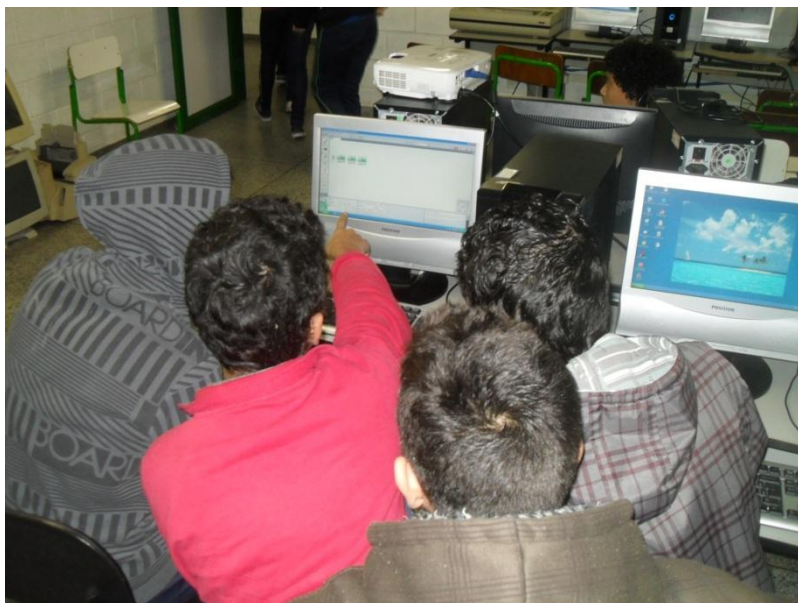


Figura 7 – Alunos na Introdução ao Software de Programação. Fonte: Autoria Própria.

Para a montagem do robô foram utilizados blocos de montar, engrenagens, polias, correias, eixos, motores, sensores e micro controlador programável que são constituintes do kit de robótica educativa LEGO® Mindstorms NXT 2.0, conforme figuras 8, 9, 10 e 11.



Figura 8 – Blocos de Montar, Polias, Engrenagens e Correias do Kit LEGO® Mindstorms NXT 2.0. Fonte: Autoria Própria.



Figura 9 – Motores do Kit LEGO® Mindstorms NXT 2.0. Fonte: Autoria Própria.



Figura 10 – Sensores do Kit LEGO® Mindstorms NXT 2.0. Fonte: Autoria Própria.



Figura 11 – Micro Controlador LEGO® Mindstorms NXT 2.0. Fonte: Autoria Própria.



Figura 12 – Alunos na Montagem dos Robôs. Fonte: Autoria Própria.

Para o desenvolvimento das atividades, construímos três objetos cúbicos com arestas oito centímetros e com massas distintas, conforme figuras 12, 13, 14 e 15. Esses objetos foram construídos com papelão e preenchidos com materiais de massas diferentes: objeto α preenchido com isopor; objeto β , preenchido com areia; objeto Ω , preenchido com moedas. Com isso, obtivemos três objetos distintos com massas, respectivamente, de 0,1 quilograma, 0,6 quilograma e 1 quilograma. Depois de preenchidos, os objetos foram encapados e etiquetados com os símbolos supracitados. Esses objetos foram posteriormente utilizados nas atividades com o robô.



Figura 13 – Objeto α de massa 0,1 quilograma. Fonte: Autoria Própria.



Figura 14 – Objeto β de massa 0,6 quilograma. Fonte: Autoria Própria.



Figura 15 – Objeto Ω de massa 1 quilograma. Fonte: Autoria Própria.

4.2 TERCEIRO E QUARTO ENCONTROS

Tendo conhecido o material de trabalho, os alunos foram convidados a participar de uma missão, cujo conteúdo que objetivávamos abranger estava intrínseco ao desenvolvimento das atividades. A missão consistia em programar o robô para levar um objeto em forma de cubo com uma massa desconhecida de um ponto da mesa (figura 16) a outro e retornar ao ponto de partida num tempo exato. Com isso, voltamos ao escopo deste trabalho que é observar as contribuições e os limites dessa tecnologia no processo de incorporação de subsídios para o entendimento da segunda Lei do Movimento de Newton, que diz: “A mudança de

movimento é proporcional à força motora imprimida e é produzida na linha reta na qual aquela força é imprimida” (NEWTON, 1990). O problema elucidado foi: quais fatores deverão ser observados e, se necessário, alterados para que o robô transporte o objeto α do ponto inicial ao ponto final, demarcados na mesa, e retornar à origem no tempo de 20 segundos? Com isso foi despertada a capacidade de investigação, dedução, planejamento e execução dos alunos envolvidos. Não foi imposto um tempo para a resolução do problema proposto, respeitando-se o tempo de aprender de cada aluno. Com isso, voltamos à teoria Construcionista, que diz: “O Construcionismo é construído sobre a suposição de que as crianças farão melhor descobrindo por si mesmas o conhecimento específico de que precisam” (PAPERT, 2008).

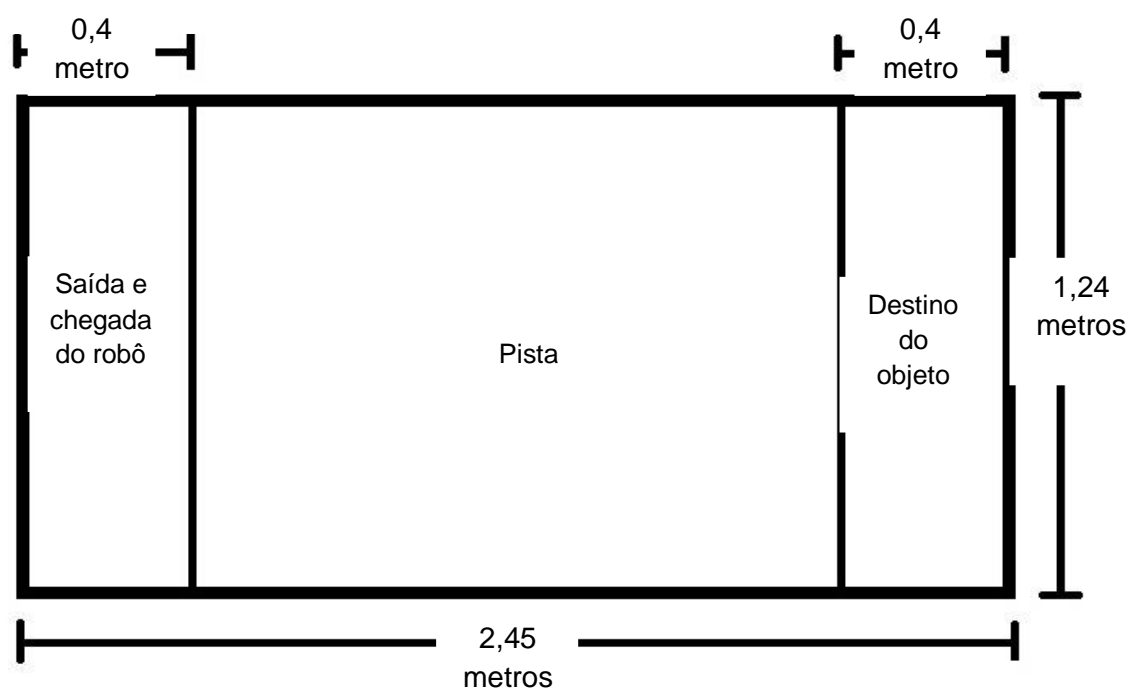


Figura 16 – Layout da Mesa de Experimentos. Fonte: Autoria Própria.

O primeiro momento após a divulgação da missão pelo professor, os alunos se ativeram a elaborar e registrar estratégias para a execução do problema (figuras 17, 18 e 19).



Figura 17 – Alunos no Registro das Estratégias Adotadas. Fonte: Autoria Própria.

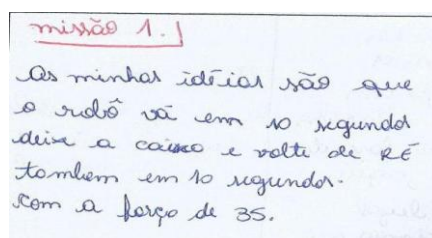


Figura 18 – Anotações das Estratégias Adotadas. Fonte: Autoria Própria.

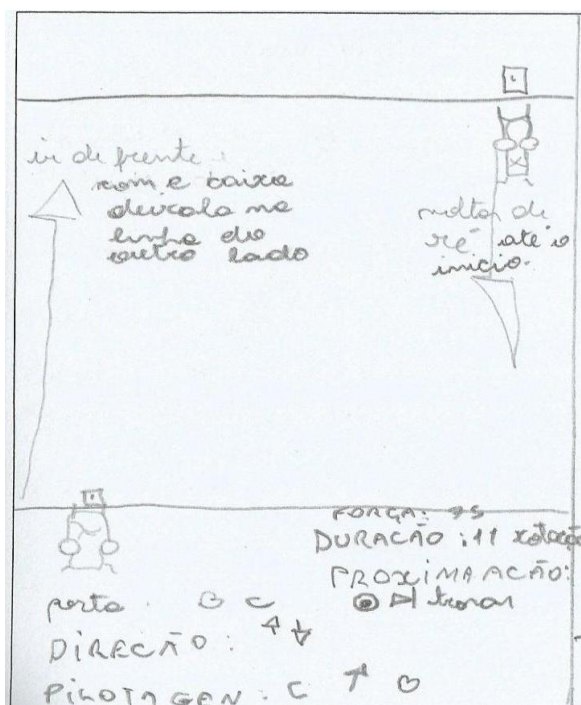


Figura 19 – Anotações das Estratégias Adotadas. Fonte: Autoria Própria.

Após o levantamento e o registro das ideias, os grupos começaram a execução da missão. Para isso, as equipes construíram uma espécie de “garra”

fixada na frente do robô para encaixar o objeto a ser transportado, conforme figura 20.

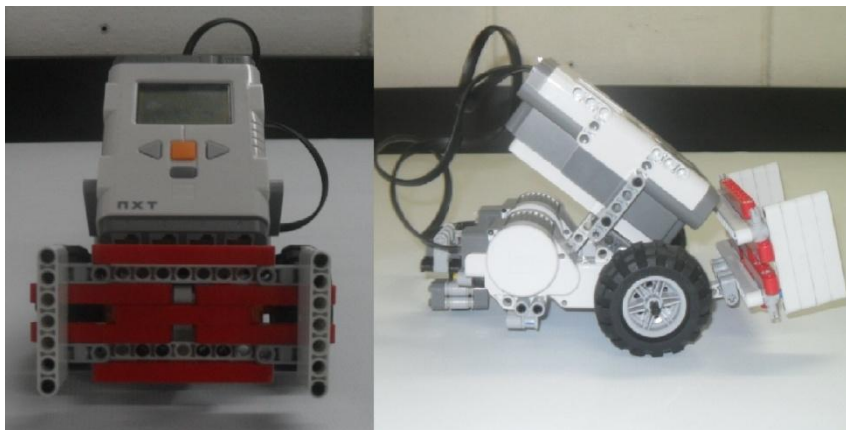


Figura 20 - Estrutura do Robô Montado pelos Alunos. Fonte: Autoria Própria.

A programação de todas as equipes foi focada na “força” e nas “rotações” dos motores, cuja manipulação poderia ser realizada na barra de ferramentas do software utilizado (figura 21).



Figura 21 – Barra de Ferramentas dos Motores do Software de Programação Mindstorms NXT. Fonte: Autoria Própria.

Com a programação feita, os grupos testavam suas hipóteses na mesa de execução (figuras 22 e 23). Para cronometrar o tempo foram utilizados um cronômetro da escola e os cronômetros dos aparelhos celulares dos próprios alunos. Todas as tentativas de execução foram registradas nos diários individuais dos alunos. Sempre que a missão falhava, os grupos retornavam ao computador e adaptavam suas programações.



Figura 22 – Grupo de Alunos Testando as Programações. Fonte: Autoria Própria.

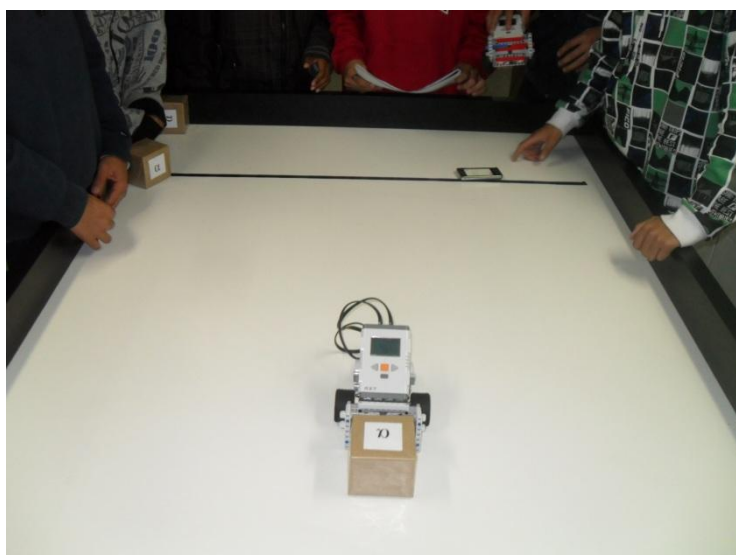


Figura 23 – Robô Executando a Programação. Fonte: Autoria Própria.

Durante a execução das tarefas, todos os membros dos grupos registraram as ideias, os testes, as novas estratégias, os re-testes e os resultados obtidos. Foram registradas também as ações necessárias para que a missão fosse cumprida de forma eficaz, conforme figuras 24 e 25.

3ª tentativa: faltou força na ida do robô. mudamos para: 78

Figura 24 – Anotações sobre os Testes Realizados. Fonte: Autoria Própria.

Nós tivemos que mudar as rotações e diminuir a força pois o robô estava andando muito rápido.

Figura 25 – Anotações sobre os Testes Realizados. Fonte: Autoria Própria.

Analisando as estratégias adotadas e os resultados das tentativas executadas, verificamos que surge um novo conhecimento sobre a relação entre força, massa e velocidade.

4.3 QUINTO E SEXTO ENCONTROS

Com maior intimidade com o robô e com o *software* de programação, o sexto e o sétimo encontros foram marcados por um ambiente mais descontraído e, ao mesmo tempo, por apresentarem um nível de ideias mais elaboradas. Formou-se, então, um ambiente muito semelhante ao micromundo proposto por Papert (1985), onde as ideias e a criatividade dos alunos não foram sufocadas, constituindo-se num ambiente intelectual menos dominado pelo critério de certo ou errado, como acontece na escola tradicional.

Nesses encontros foi apresentado a segunda missão: o robô deveria realizar a mesma missão anterior, porém com um objeto β . Ao apresentar o novo objeto aos

alunos, eles perceberam, de maneira tátil e intuitiva que esse objeto possuía o mesmo formato, mas com massa maior que a do objeto α .

As primeiras reações foram de que a “força” deveria ser alterada na programação anterior. Entretanto, alguns alunos resolveram testar a mesma programação elaborada para o objeto α com o objeto β .

Aluno A: - Ah! Só precisa mudar a força na programação.

Aluno B: - Será que se mudar as rotações também não dá certo?

Aluno A: - Mas se não mudar a força ele vai mais devagar. A caixinha é mais pesada que a primeira. Precisa de mais força pra empurrar.

Nesse momento destaca-se o trabalho dedutivo dos alunos tentando relacionar a força do robô com a massa do objeto a ser empurrado. E a analogia seguinte do aluno A faz com que o aluno B e os outros que o cercavam se convencessem de que a força é mais importante que as rotações do robô nesse caso:

Aluno A: - Um carro cheio de gente precisa de mais força pra andar do que um carro com uma pessoa só.

Percebe-se também a relação da atividade empírica com o cotidiano dos envolvidos. Como nos encontros anteriores, as ações e hipóteses foram registradas nos diários individuais.

A partir dos registros realizados sobre a segunda missão (figura 26), observa-se claramente a relação feita pelo aluno entre a variação da velocidade e a força aplicada ao objeto. E, ainda, na figura 27, a conclusão obtida por outro aluno é que a massa do objeto também influencia na velocidade do robô.

6) Como o número
 de rotações era o
 mesmo que do 1.^o
 missão apenas tive
 de adequar novamente
 a aplicação de força
 por que observei basi-
 camente que a força
 que aplica aumenta ou
 diminui a velocidade
 enfim coloquei novota-
 mente a força até ele
 ele cumprir o percurso
 em escator 20 segundos

Figura 26 – Anotações Realizadas sobre a Segunda Missão. Fonte: Autoria Própria.

7.^o Realmente é
 preciso aumentar
 a força pois
 a diferença da 1.^o progra-
 mação é que a caixa
 era mais leve contém menos
 massa, e agora é diferente
 contém mais massa.

Figura 27 – Anotações Realizadas sobre a Segunda Missão. Fonte: Autoria Própria. Verificou-se também análise comparativa dos alunos entre o tempo gasto para o robô atingir determinada velocidade e a massa do objeto empurrado.

Aluno A: *Na primeira missão, o robô pegava velocidade mais rápido. Essa caixa é bem pesada e faz ele demorar para pegar velocidade.*

Aluno B: *É que a caixa mais leve não segura o robô. A caixa pesada faz força também daí o robô não consegue correr rápido. Por isso, tem que mudar a força do motor pra ele voltar. Ele demora pra ir com a caixa mais pesada. Tem que ser mais rápido pra voltar, senão estoura o tempo.*

Com base no diálogo, é possível verificar a relação entre a força, a massa e a velocidade sendo novamente discutida.

Nesta etapa, todas as equipes conseguiram programar o robô para executar a missão proposta.

4.4 SÉTIMO ENCONTRO

Por fim, foi apresentado a última missão: o robô deveria executar as mesmas missões anteriores, mas com o objeto Ω . Ao receber o objeto da missão, os indivíduos dos grupos perceberam que o objeto Ω tinha o mesmo formato, mas uma massa muito maior que a dos objetos α e β . Já era sabido por parte dos pesquisadores que um único robô, mesmo com sua força máxima, não seria capaz de empurrar esse objeto. A intenção dessa missão era justamente verificar se os envolvidos na pesquisa estariam relacionando a força, a massa do objeto e a velocidade do robô. Com isso, os alunos partiram para as hipóteses e os testes, conforme a figura 28.

3^o missão
 1^o não deu certo, por
 esqueça de arrumar a
 força e trocar as
 rodas.
 2^o Troquei as rodas
 por rodas maiores e
 regulei a força, mais
 continua não dando
 certo.
 3^o O robô nem saiu
 do lugar. Ainda não
 sei o que está acontecendo
 4^o não deu certo nova
 mente. Eu acho que os
 motores não aguentam
 com a quantidade de
 massa da 3^o missão

Figura 28 – Anotações Realizadas sobre a Terceira Missão. Fonte: Autoria Própria.

Verificando que nenhum robô conseguia empurrar o objeto Ω , os alunos começaram a trocar informações sobre suas programações com os outros grupos na tentativa de encontrar uma solução para o problema encontrado. Durante as discussões, pode-se observar, conforme diálogo abaixo e figura 29, uma trama de ideias que fortalecem a hipótese de que quanto maior a massa do objeto, mais força deverá ser aplicada nele para movê-lo.

Aluno C: - Mas está com 100 de força e ele só patina e não sai do lugar.

Aluno D: - E se trocássemos as rodas por rodas maiores?

Aluno C: - Mas ele precisa de mais força. As rodas maiores não vão dar mais força pra ele.

Aluno E: - *E se colocar dois robôs juntos pra empurrar a caixinha?*

Aluno D: - *Vamos programar os dois com força 100 cada um e colocar um atrás do outro.*

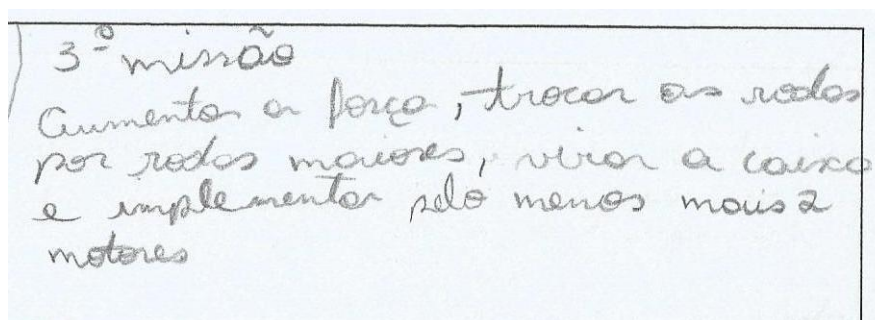


Figura 29 – Anotações de Novas Estratégias para a Execução da Terceira Missão. Fonte: Autoria Própria.

Após o teste das ideias elaboradas, os integrantes das equipes verificaram que com mais motores, mais força era aplicada à caixa, porém a velocidade dos robôs ainda era insuficiente para cumprir a missão no tempo pré-determinado de 20 segundos. Mas, com a euforia de ver que o objeto Ω havia se movido com a junção de dois robôs, os alunos resolveram adicionar mais um robô, totalizando três robôs enfileirados com força máxima de 100 para empurrar o objeto na mesma direção e no mesmo sentido (figura 30). Todavia, no retorno dos robôs, as programações não foram eficazes. Os robôs se chocaram entre si diversas vezes impedindo a realização da missão por completo.

À primeira vista, nossa ideia não abrangia a junção de robôs para a execução da missão. Isso surpreendeu e, ao mesmo tempo, fortaleceu a ideia de que o micromundo contribui para o afloramento de ideias e conhecimentos que, talvez, em uma aula sem esse recurso tecnológico, seriam sufocados ou mesmo passariam despercebidos.

As anotações da figura 30 descrevem a necessidade da aplicação de uma força maior no objeto com massa superior para que sua velocidade seja o suficiente

para realizar a missão no tempo determinado. Mais uma vez, verifica-se a influência da força aplicada na variação da velocidade do robô.

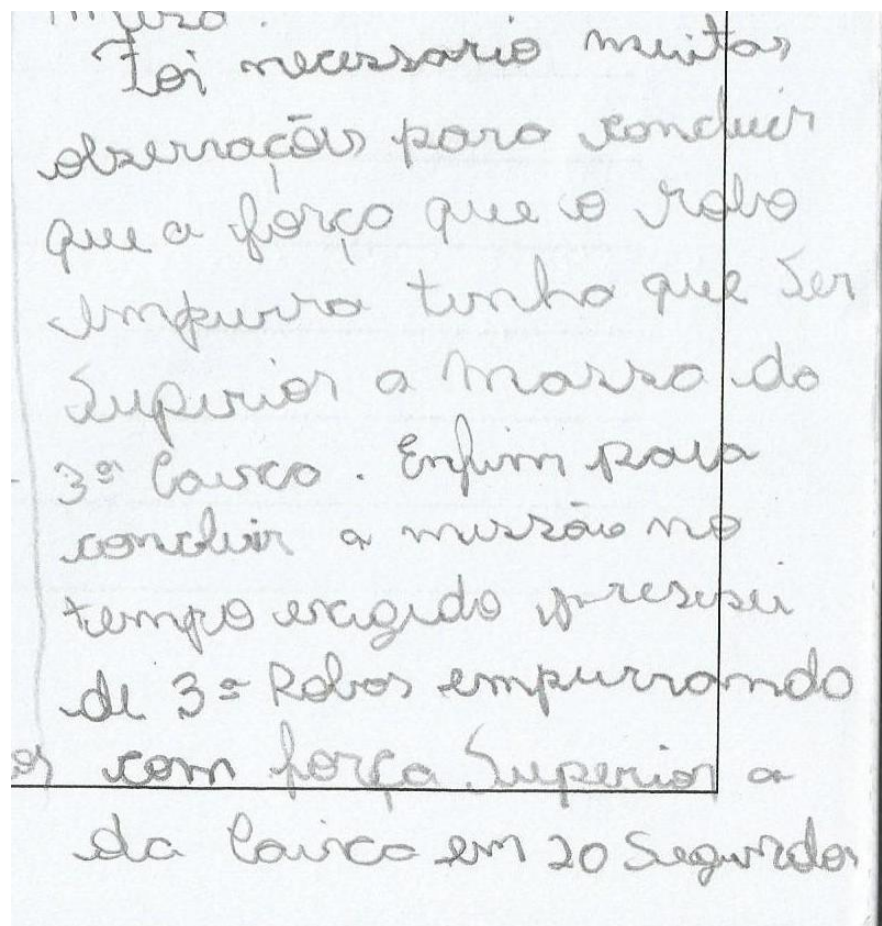


Figura 30 – Anotações Realizadas sobre a Execução da Terceira Missão. Fonte: Autoria Própria.

A esta altura, os alunos já tinham uma grande familiaridade com o robô e com o *software* de programação e em um grande grupo, utilizando todos os três robôs juntos, realizaram a missão em um tempo menor que o das missões anteriores.

4.5 OITAVO ENCONTRO

No oitavo encontro, os alunos receberam seus diários e, em grupos, discutiram entre si as análises realizadas e os desafios encontrados.

Sobre as dificuldades encontradas para a realização das missões, é notável, conforme figura 31, que o maior desafio foi proporcionar a força na programação de acordo com as diferentes massas.

QUAL(IS) FOI(RAM) A(S) MAIOR(ES) DIFICULDADE(S)?		
1 ^o missão	2 ^o missão	3 ^o missão
Acertar a força para ir e voltar.	Acertar a força tomarem porque sempre faltava ou via de robô.	Tomarem a força mas não chegou a ser concluído.

Figura 31 – Anotações das Dificuldades Encontradas na Realização das Missões. Fonte: Autoria Própria.

Fizeram uma comparação entre as programações utilizadas na realização das missões e constataram que numa mesma missão havia programações diferentes. Após discussões, as possíveis causas dessas diferenças, são as instabilidades nas estruturas do robô (peças diferentes na sua estrutura) e o nível de energia na bateria utilizada.

4.6 NONO ENCONTRO

Em um círculo de conversa formado na sala de aula, os estudantes expuseram suas experiências e seus resultados. Apresentaram suas hipóteses, resultados dos testes, os erros de planejamento e as novas estratégias adotadas. As experiências referentes às programações realizadas abrangeram grande parte do tempo proposto para o debate. Houve uma troca de informações, conclusões e ideias. Foram expostas as conclusões individuais e coletivas. A conclusão mais

comum entre os alunos era a da relação entre força do robô e massa do objeto a ser empurrado (figuras 32 e 33).

Muitas conclusões finais são que eu percebi que quanto mais a massa for maior maior a força para que o robô conseguisse levar a caixa até a linha preta, mas para saltar deu diminuiu porque ele não ele saltou das mãos, mas eu preciso também de tempo no mesmo episódio, então mudou foi mais fácil por segundo, por não precisava ficar calculando, só por segundos, preciso medir o tempo e a fonte de energia que precisaria ter local.

A caixa A tem menos a massa do que a B e a B tem menos do que a C.

Tivemos muitas dificuldades para medir a força de cada missão, então por sempre usamos a mão eu a menor, até por isso não conseguimos concluir a 3ª missão que era levar a caixa C que tinha mais massa do que os outros.

Figura 32 – Anotações sobre as Conclusões das Missões. Fonte: Autoria Própria.

Na primeira missão a caixa ALFA tinha menos massa que as outras, porque foi mais fácil de ser completada a missão.

Na segunda missão a caixa BETA tinha mais massa que a ALFA, mas nós já tínhamos uma base para começar, foi só aumentar a força, mas mesmo assim foi difícil realizá-la, e nós idemotamos para concluí-la.

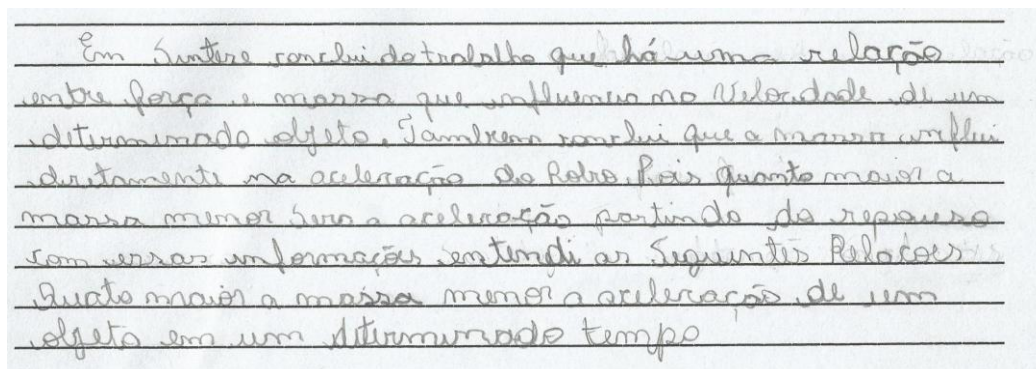
Nós não conseguimos fazer a terceira missão, mas isso era os outros grupos eu percebi que a caixa era bem mais pesada que as outras, e mesmo com a força máxima seria impossível e então então a certeza um aluno teve a ideia de pegar outro robô e dobrar a força para completar a missão.

Com os olhos, eu pude ver que quanto maior a massa maior a dificuldade para movê-la.

Figura 33 – Anotações sobre as Conclusões das Missões. Fonte: Autoria Própria

Como descrito nas figuras 32 e 33, as conclusões dos envolvidos corroboram para o escopo deste trabalho, quando elucidam a relação entre a variação da velocidade do robô, a massa que ele deveria empurrar e a força utilizada na programação.

Em algumas equipes, a trama de ideias foi mais elaborada. Surgiu o termo “aceleração” e sua dependência da massa do objeto em movimento (figura 34).



Em síntese conclui do trabalho que há uma relação entre força e massa que influencia na velocidade de um determinado objeto. Também conclui que a massa influencia diretamente na aceleração do Robô. Pois quanto maior a massa menor é a aceleração partindo da repouso sem essas informações entendi as seguintes relações: Quanto maior a massa menor a aceleração de um objeto em um determinado tempo

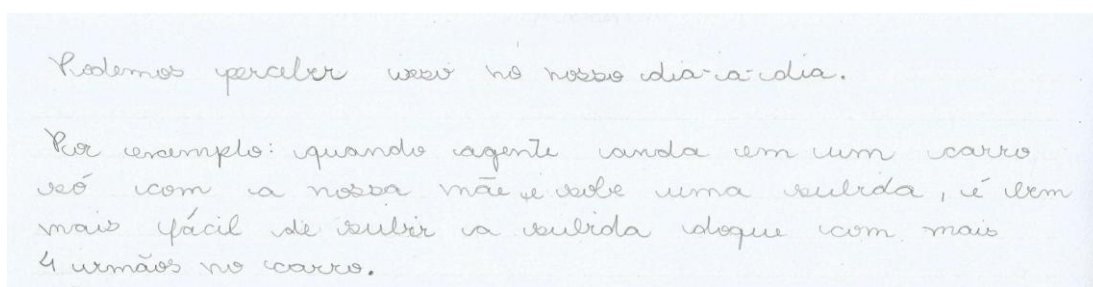
Figura 34 - Anotações sobre as Conclusões das Missões. Fonte: Autoria Própria.

Neste momento, o papel do professor foi o de instigar a dúvida acerca dos resultados obtidos, proporcionando um debate onde o cotidiano dos alunos se mesclava com as experiências com o robô. Entre as discussões ocorridas, destaca-se a que relacionava as atividades no laboratório e o cotidiano dos alunos:

Aluno F: - *Isso acontece quando o ônibus tá cheio. Ele vai mais devagar e quase não sobe a subida.*

Aluno G: - *É mesmo. E também é mais fácil um carro ultrapassar um ônibus quando ele está cheio. Ele fica mais pesado e o motor não tem força o suficiente pra fazer ele correr.*

Essas mesmas conclusões foram anotadas, durante as atividades, em alguns portfólios, como o da figura 35.



Podemos perceber isso no nosso dia-a-dia.
Por exemplo: quando agente anda em um carro só com a nossa mãe e sobe uma subida, é bem mais fácil de subir a subida do que com mais 4 irmãos no carro.

Figura 35 – Registro das Relações entre o Experimento e o Cotidiano. Fonte: Autoria Própria.

Mesmo não sendo o objetivo deste trabalho, foi possível analisar nessa fase a elevação da auto-estima do estudante e da motivação proporcionada pela atividade com robótica, diversas vezes citadas na literatura. As frases “isso é muito legal”, “a gente deveria estudar sempre assim”, “que aula mais divertida”, “todas as aulas poderiam ser assim”, “é muito mais fácil estudar assim” e “só vim hoje pra escola porque tinha aula de robótica” eclodiam em vários momentos. Essa análise se deu a partir das transcrições dos alunos e dos comentários registrados durante as atividades.

CAPÍTULO 5

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Desde o início, o ideal desta pesquisa foi proporcionar à atividade docente uma proposta metodológica que tange ao tradicionalismo² do quadro-negro e giz durante uma aula sobre um conteúdo curricular específico da disciplina de ciências.

Dispúnhamos de uma ferramenta didática que, em nossa visão, era de grande potencial metodológico – a robótica educacional –, percebíamos uma grande dificuldade na compreensão de conceitos físicos a partir de aulas teóricas que exigiam a capacidade de abstrair dos alunos da série final do ensino fundamental, propomos, então, uma junção destes dois fatores para a elaboração de uma metodologia que pudesse contribuir para um *upgrade* na cognição da segunda Lei do Movimento de Newton.

É importante informar que não era objetivo deste trabalho analisar a aprendizagem do conceito matemático de aceleração nos estudantes do ensino fundamental. Embasados em pesquisas que descrevem esse processo de aprendizagem (CORDEIRO, 2003; SAAVEDRA et. al., 2007), acreditamos que os indivíduos nessa faixa etária não possuem maturidade intelectual para analisar uma taxa de variação de outra variação, como é o caso da variação da velocidade numa determinada variação de tempo. O objetivo era analisar a percepção das relações entre força, massa e velocidade dos corpos envolvidos nas atividades.

Assim sendo, após a análise da literatura produzida com foco na robótica educacional, verificamos que existe um predomínio daquelas voltadas para a análise das contribuições e os limites desta tecnologia no âmbito escolar. Porém, não foram encontradas publicações cujo resultado demonstrou a maneira “como” essa ferramenta deveria ser utilizada. Sobre esse aspecto – a metodologia a ser utilizada – propomos uma sequência didática como produto desta pesquisa que poderá contribuir para minimizar essa lacuna do conhecimento. Já com base nos escritos sobre o ensino de Ciências, constatamos a importância do trabalho investigativo como metodologia de ensino nos tópicos desta disciplina. Relacionando as duas literaturas, podemos averiguar uma íntima simetria entre ambas no que se refere

² Entenda-se por tradicionalismo uma metodologia com ausência de recursos tecnológicos digitais.

aos procedimentos metodológicos: a investigação como fonte de aprendizado. Esse fato fortaleceu a aplicação deste trabalho.

Através da construção de robôs e, principalmente da programação dos mesmos, agimos como propôs Papert quando se referiu ao computador como “Máquina do Conhecimento”. Não porque o computador ensinaria os alunos, mas os alunos ensinariam o computador. Para ele, desenvolver um programa para o robô, nada mais é que “comunicar-se com o computador numa linguagem que tanto ele [computador] quanto o homem podem ‘entender” (PAPERT, 1985, p.18).

Cabe lembrar que a pesquisa foi desenvolvida no ensino fundamental, com uma metodologia que não privilegiou os cálculos matemáticos referentes ao conteúdo trabalhado, pois esse não era nosso objetivo. O ensino de Ciências deve proporcionar ao aluno uma intimidade com a realidade, levando-o a estabelecer vínculos com o conhecimento que extrapola a sala de aula. “Os alunos aguardam ansiosamente o momento em que todo aquele conteúdo teórico, apresentado como simplificações tiradas diretamente do cotidiano, ganhe realismo e lhes capacite a melhor entender o ambiente em que vivem” (PIETROCOLA, 2005, p. 19).

Sendo assim, verificamos que durante as atividades com os robôs, os alunos realizaram, por diversas vezes, a relação entre a massa do objeto da missão e a força necessária para a execução da mesma. Foi frequente a constatação dos alunos, conforme demonstra os diálogos registrados nos resultados e as estratégias adotadas na elaboração das programações, da relação entre a força programada e o movimento do robô. A importância dessa inferência fundamenta-se na visão de Peduzzi (1996) sobre a física aristotélica no processo de aprendizagem da mecânica newtoniana:

“Além do seu valor didático junto a certas ideias intuitivas do estudante sobre o relacionamento entre força e movimento, a física aristotélica apresenta-se como um referencial indispensável para a compreensão da física medieval e da revolução da mecânica ocorrida no século XVII” (PEDUZZI, 1996, p.49).

Em alguns casos, foi possível verificar a preocupação dos alunos em relação ao tempo gasto pelo robô para sair do estado de repouso e adquirir certa velocidade. Validando a ideia de que a força imprimida num corpo altera o seu estado de movimento. Isso foi observado principalmente quando utilizado o objeto de maior massa na missão.

A metodologia proposta pelo Construcionismo proporcionou, além de verificar a emergência do conteúdo abordado, uma análise da trama de estratégias adotadas pelos alunos até concluírem a missão proposta. Foi possível verificar, constantemente, as relações que eles fizeram com os fatos cotidianos, como por exemplo, a relação com veículos com mais ou menos passageiros, caminhões com mais ou menos carga – referindo-se aos objetos de massas diferentes que o robô deveria empurrar.

Os resultados mostraram que os subsídios para a assimilação da segunda Lei de Newton – a mudança de movimento é proporcional à força motora imprimida e é produzida na linha reta na qual aquela força é imprimida – também pode ser analisada em cada missão: quando o robô partia da origem com um objeto com massa e retornava sem o objeto, devendo realizar esse percurso em vinte segundos, pois a força da programação variava de acordo com a massa do objeto, sendo necessário programar pelo menos duas intensidades de forças diferentes – para ir e para vir. Quanto mais massa o objeto, mais tempo o robô levou para empurrá-lo e, conseqüentemente, mais força – para aumentar a velocidade – deveria ser imposta para ele retornar à origem. Ao contrário, quanto menor a massa do objeto empurrado, menos tempo ele levou para empurrá-lo e menos foi a força para fazê-lo retornar. Durante os testes das hipóteses levantadas, pode-se examinar o erro como fator integrante do processo de compreensão da aprendizagem, possibilitando novas hipóteses e novos testes. Sendo assim, presumimos a robótica como uma alternativa de grande utilidade nos procedimentos metodológicos que envolvam o conteúdo abordado nesta pesquisa.

Apesar de considerarmos a robótica educacional uma ferramenta bastante útil na observância do conteúdo proposto, cabe destacar alguns limites encontrados nessa metodologia. Primeiramente, tivemos uma certa dificuldade em conciliar apenas três robôs para cada turma de vinte e oito alunos em média. Ficou visível a necessidade de mais kits para atender de forma mais eficiente uma sala com essa quantidade de alunos. Segundo, o tempo necessário para o planejamento e execução da metodologia proposta vai além do utilizado habitualmente quando comparado com a didática tradicional. Não que essa demanda de tempo seja vista por nós como um prejuízo no processo ensino-aprendizagem. Acreditamos que é necessário uma re-análise do currículo escolar, de maneira que o torne menos

denso e mais voltado para a realidade dos alunos. Ainda é imprescindível atentar que o desenvolvimento desta pesquisa só foi possível porque os pesquisadores envolvidos têm instruções suficientes para lidar com este tipo de tecnologia educacional. Isso mostra a importância da implementação de políticas públicas de formação continuada para professores do ensino básico voltadas para a disseminação do conhecimento sobre a utilização dessas novas tecnologias.

Entretanto, conforme descrito anteriormente, acreditamos que a robótica é uma alternativa bastante interessante no processo ensino-aprendizagem da segunda Lei de Newton e, como produto desta pesquisa, apresentamos uma proposta didática (apêndice B) para a utilização desse recurso no cotidiano escolar.

Mesmo não sendo o objetivo desta pesquisa, foi possível analisar outros tópicos da Física, como: velocidade, trajetória, movimento retilíneo e força de atrito. Isso demonstra o vasto potencial da robótica educacional como ferramenta metodológica no ensino de Ciências.

Antes de concluirmos nossas considerações, entendemos muito necessário reforçar o que já analisado em outras pesquisas envolvendo a robótica educacional: a motivação dos alunos no processo de aprendizagem. É notável o sentimento de domínio sobre a aprendizagem quando se utiliza a robótica. Essa sensação de poder sobre o próprio entendimento da teia de ideias acerca do problema proposto cria um sentimento de intimidade com o objeto de aprendizagem. Pietrocola (2005) afirma que a aprendizagem deve capacitar o aluno a ganhar intimidade com o mundo a partir do conhecimento. E, que se o desejo é que o aluno amplie seu sentimento de realidade sobre o mundo através do conhecimento físico, precisa-se que a construção dos pré-requisitos necessários para essa ampliação seja um dos objetivos de ensino. E vimos na robótica uma possibilidade com grande potencial para criar esse campo de sentimento entre o aluno e o conhecimento.

Sobre as contribuições para os novos estudos, acreditamos que tecemos uma sequência didática cheia de possibilidades para o uso da robótica educacional no cotidiano escolar. As ideias aqui propostas poderão servir de balizas para novas questões que surgem quando propomos essa tecnologia em sala de aula. Tais questões que não foram abordadas nesse trabalho, mas que possibilitarão novos horizontes como o papel do professor nesse ambiente de robótica educacional; uma abordagem comparativa entre o uso deste recurso durante as aulas de conceitos

físicos e as aulas que se utilizam apenas de métodos tradicionais; a significação de mundo a partir da experiência com robótica educacional; novas metodologias utilizando-se desse recurso tecnológico. Finalizando, acreditamos que a robótica educacional pode fundamentar novas teorias, metodologias e práticas docentes.

REFERÊNCIAS

6 REFERÊNCIAS

ALMEIDA, Fernando José. **Educação e informática: os computadores em sala de aula**. São Paulo: Cortez. 1987.

ALMEIDA, Maria Elizabeth B. de. Tecnologias na Educação: Dos Caminhos Trilhados aos Atuais Desafios. **Revista Bolema**. Ano 21, n. 29, p. 99-129. 2008.

ALTOÉ, Anair; SILVA, Heliana da. O Desenvolvimento Histórico das Novas Tecnologias e Seu Emprego na Educação. In: ALTOÉ, Anair; COSTA, Maria Luiza Furlan; TERUYA, Teresa Kazuko. **Educação e Novas Tecnologias**. Maringá: Eduem, p. 13-25, 2005.

ASSIS, Kleine Karol; CZELUSNIAK, Sonia Maris; ROEHRIG, Silmara Alessi Guebur. A Articulação entre o Ensino de Ciências e as TIC: Desafios e Possibilidades para a Formação Continuada. CONGRESSO NACIONAL DE EDUCAÇÃO, 20.. 2011. Anais, p. 1155-1165. Curitiba: PUC, 2011. Disponível em: <http://educere.bruc.com.br/CD2011/pdf/5209_2477.pdf>. Acesso em 23 de novembro de 2012.

BARBOSA LIMA, M. C.; CARVALHO, A. M. P. de. Linguagem e o Ensino de Física na Escola Fundamental. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**. Vol. 20, n. 1, p. 86-97, abr. 2003.

BARDIN, Laurence. **Análise de Conteúdo**. Trad.: Luís Antero Reto, Augusto Pinheiro. São Paulo. Edições 70. 2011.

BONA, Aline Silva De; BASSO, Marcus Vinicius de Azevedo. Portfólio de Matemática: Um Instrumento de Análise do Processo de Aprendizagem. **Novas Tecnologias na Educação CINTED-UFRGS**. Vol. 7, n. 3, dez. 2003.

BOSSUET, Gérard. **O computador na escola: sistema LOGO**. Trad. De Leda Mariza Vieira Fischer. Porto Alegre, Artes Médicas, 1985.

BRASIL. Secretaria de Educação Fundamental. Parâmetros Curriculares Nacionais: Ciências Naturais. Brasília, MEC. 2001.

CAMACHO, Raquel Cristina Sousa. Síntese Crítica ao Livro de Seymour Papert “A Máquina das Crianças: Repensando a Escola na Era da Informática”. Trabalho acadêmico. Universidade da Madeira. 2010.

CAMPOS, B. S.; FERNANDES, S. A.; RAGNI, A. C. P. B.; SOUZA, N. F. Física para Crianças: Abordando Conceitos Físicos a Partir de Situações-Problema. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, vol. 34, n. 1, 2012.

CARVALHO, Anna Maria Pessoa de; et. al. **Ciências no Ensino Fundamental: o Conhecimento Físico**. São Paulo, Scipione. 1998.

CARVALHO, Anna Maria Pessoa de (org). **Ensino de Ciências: Unindo a Pesquisa e a Prática**. São Paulo, Cengage Learning. 2010.

CÉSAR, Danilo Rodrigues. Potencialidades e Limites da Robótica Pedagógica Livre no Processo de (Re)Construção de Conceitos Científico-Tecnológicos a Partir do Desenvolvimento de Artefatos Robóticos. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal da Bahia. 2009.

CHAMBERS, J.M.; CARBONARO, M.; MURRAY, H.. Developing Conceptual Understanding of Mechanical Advantage through the Use of Lego Robotic Technology. **Australasian Journal of Educational Technology**. Vol.24. Issue 4. 2008.

CHIBENI, Silvio Seno. A Fundamentação Empírica das Leis Dinâmicas de Newton. **Revista Brasileira de Ensino de Física**. Vol.21, n. 1. Março, 1999.

COLOMBO JUNIOR, Pedro Donizete; LOURENÇO, Ariane Baffa; SASSERON, Lúcia Helena; CARVALHO, Anna Maria Pessoa de. Ensino de Física nos Anos Iniciais: Análise da Argumentação na Resolução de uma “Atividade de Conhecimento Físico”. **Investigações em Ensino de Ciências**. Vol. 17(2), p. 489-507, 2012.

CORDEIRO, Luís Fernando. É Significativa a Aprendizagem Escolar do Conceito Físico de Aceleração no Primeiro Ano do Ensino Médio? Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Paraná. 2003.

COSTA, José Wilson da; OLIVEIRA, Maria Auxiliadora Monteiro (orgs). **Novas Linguagens e Novas Tecnologias: Educação e Sociabilidade**. Petrópolis, RJ. Vozes. 2004.

CURCIO, Christina Paula de Camargo. Proposta de Método de Robótica Educacional de Baixo Custo. Dissertação de Mestrado. Instituto de Tecnologia Para o Desenvolvimento (LACTEC); Instituto de Engenharia do Paraná (IEP). 2008.

Diretrizes Curriculares para a educação Municipal de Curitiba. Vol 3. Ensino Fundamental. Curitiba. 2006.

ENGEL, Guido Irineu. Pesquisa-ação. **Revista Educar**. N. 16, p. 181-191. Editora da UFPR. 2000.

FERREIRA, Alan Silva. A Contribuição da Robótica para o Desenvolvimento das Competências Cognitivas Superiores no Contexto dos Projetos de Trabalho. 2005. Disponível em: <<http://www.educacaopublica.rj.gov.br/biblioteca/tecnologia/0017.html>>. Acesso em 10 de maio de 2013.

FIOLHAIS, Carlos; TRINDADE, Jorge. Física no Computador: o Computador como uma Ferramenta no Ensino e na Aprendizagem das Ciências Físicas. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, vol. 25, n. 3, Setembro, 2003.

FLICK, Uwe. **Introdução à Pesquisa Qualitativa**. Trad.: Joice Elias Costa. 3 ed. Porto Alegre. Artmed, 2009.

FRANCISCO JÚNIOR, Nacim Miguel; VASQUES, Carla K.; FRANCISCO, Thiago Henrique Almino. Robótica Educacional e a Produção Científica na Base de Dados da CAPES. **Revista Eletrônica de Investigación y Docencia (REID)**, 4, 35-53. Julho, 2010.

FRANCO, Maria Amélia Santoro. Pedagogia da Pesquisa-Ação. **Revista Educação e Pesquisa**. Vol. 31, n. 3, p. 483-502. Set./Dez. 2005.

FRANCO, Maria Amélia Santoro. Práticas Colaborativas na Escola: As Possibilidades da Pesquisa-Ação Pedagógica. XVI ENDIPE – Encontro Nacional de Didáticas e Práticas de Ensino. UNICAMP. Campinas. 2012.

GARCIA, Marta Fernandes; RABELO, Dóris Firmino; SILVA, Dirceu da; AMARAL, Sérgio Ferreira do. Novas Competências Docentes Frente às Tecnologias Digitais Interativas. **Revista Teoria e Prática da Educação**. Vol. 14, n. 1, p. 79-87, jan./abr. 2011.

GONÇALVES, Paulo Cesar. Protótipo de um Robô Móvel de Baixo Custo para Uso Educacional. Dissertação de Mestrado. Universidade Estadual de Maringá. 2007.

KLEBER, Fábio Matias; GUEDES, Anibal Lopes; GUEDES, Fernanda Lopes. Experimentando a Tecnologia Lego Mindstorms. Anais SULCOMP, vol. 5, n. 5. 2010.

KLOC, Antonio Eduardo; KOSCIANSKI, André; PILATTI, Luiz Alberto. Robótica: Uma Ferramenta Pedagógica no Campo da Computação. I Simpósio Nacional de Ensino de Ciência e Tecnologia, UTFPR. 2009.

LEGO. Disponível em <<http://education.lego.com/en-us/preschool-and-school/upper-primary/8plus-mindstorms-education/>> acesso em 21 de novembro de 2012.

LEITÃO, Rogério Lopes. A Dança dos Robôs: Qual a Matemática que Emerge Durante uma Atividade Lúdica com Robótica Educacional?. Dissertação de Mestrado. Universidade Bandeirante de São Paulo. 2010.

LONGHINI, Marcos Daniel. O Conhecimento do Conteúdo Científico e a Formação do Professor das Séries Iniciais do Ensino Fundamental. **Investigações em Ensino de Ciências**. Vol. 13(2), p. 241-253. 2008.

MAINART, Domingos de A.; SANTOS, Ciro M. A Importância da Tecnologia no Processo Ensino Aprendizagem. VII Convibra Administração. Anais. 2010.

MALIUK, Karina Disconsi. Robótica Educacional como Cenário Investigativo nas Aulas de Matemática. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 2009.

MARQUES, Cristina P. C.; MATTOS, M. Isabel L. de; TAILLE, Yves de la. **Computador e Ensino uma Aplicação à Língua Portuguesa**. 1986, Editora Ática, São Paulo.

MARTINHO, Tânia; POMBO, Lúcia. Potencialidades das TIC no Ensino das Ciências Naturais – Um Estudo de Caso. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**. Vol. 8, n. 2, p. 527-538. 2009.

MINAYO, Maria Cecília de Souza. **Pesquisa Social: Teoria, Método e Criatividade**. Editora Vozes. 21ª Edição. Petrópolis. 2002.

MIRANDA, Juliano Rodrigues; SUANNO, Marilza Vanessa Rosa. Robótica Pedagógica: Prática Pedagógica Inovadora. XI Congresso Nacional de Educação. Anais. 2009.

MOULTON, Bruce; JOHNSON, David. Robotics Education: a Review of Graduate Profiles and Research Pathways. **World Transactions on Engineering and Technology Education**. Vol.8, n.1, 2010.

NASCIMENTO, Cláudia; BARBOSA-LIMA, Maria da Conceição. O Ensino de Física nas Séries Iniciais do Ensino Fundamental: Lendo e Escrevendo Histórias. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**. Vol. 6, n. 3. 2006.

NEWTON, Isaac. **Principia: Princípios Matemáticos da Filosofia Natural** . São Paulo. Nova Stella/Edusp, 1990.

OSTERMANN, F.; MOZENA, E. R.. A Pesquisa em Ensino de Física nas Séries Iniciais do Ensino Fundamental: Uma Revisão de Literatura em Artigos Recentes de Periódicos Nacionais “Qualis A”. XI Encontro de Pesquisa em Ensino de Física, 2008, Curitiba. Disponível em: <http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/epef/xi/sys/resumos/T0047-1.pdf> Acesso em: mai. 2013.

PAPERT, Seymour. **A Máquina das Crianças: Repensando a Escola na Era da Informática**. Edição Revisada. Porto Alegre. Artmed. 2008.

PAPERT, Seymour. **LOGO: Computadores e Educação**. Editora Brasiliense. São Paulo. 1985.

PEDUZZI, Luiz O. Q.. Física Aristotélica: Por que Não Considerá-la no Ensino da Mecânica? **Caderno Catarinense de Ensino de Física**. Vol. 13, n. 1, p. 48-63. Abr., 1996.

PIETROCOLA, Maurício (org). **Ensino de Física: Conteúdo, Metodologia e Epistemologia em uma Concepção Integradora**. 2ª ed. Ver. Florianópolis. Ed. Da UFSC, 2005.

PINTO, Marcos de Castro. Aplicação de Arquitetura Pedagógica em Curso de Robótica Educacional com Hardware Livre. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio de Janeiro. 2011.

QUINTANILHA, Leandro. Irresistível Robô. 2008. Disponível em: <<http://www.areded.inf.br/edicao-n-34-marco-2008/3920-irresistivel-robo>>. Acesso em 13 de setembro de 2012.

RASERA, Emerson F.; JAPUR, Marisa. Contribuições do Pensamento Construcionista para o Estudo da Prática Grupal. **Revista Psicologia: Reflexão e Crítica**. Vol. 14, p. 201-209. 2001.

RESNICK, Mitchel. Technologies for Lifelong Kindergarten. Educational Technology Research and Development, vol. 46, no. 4, 1998. Disponível em <<http://llk.media.mit.edu/papers/llk/index.html>>. Acesso em: 03 de março de 2013.

RIBEIRO, Célia Rosa. RobôCarochinha: Um Estudo Qualitativo Sobre a Robótica Educativa no 1º Ciclo do Ensino Básico. Dissertação de Mestrado. Universidade do Minho – Portugal. 2006.

RIBEIRO FILHO, José Gomes. Leis de Newton e suas Aplicações. Nota de Aula. Disponível em: <<http://www.professorgomes.com.br/arquivos/Leis%20de%20Newton%20e%20Suas%20Aplicacoes.pdf>>. Acesso em 10 de outubro de 2013.

ROCHA, Rogério. Utilização da Robótica Pedagógica no Processo de Ensino-Aprendizagem de Programação de Computadores. Dissertação de Mestrado. Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais. 2006.

SAAVEDRA, N.C. ; CORDEIRO, L. F. ; CUNHA, J. C. ; PERRETTO, M. ; CÚNICO, Maurício ; FERLIN, Edson Pedro . Utilização de Novas Tecnologias em Ensino de Física para o Estudo do Movimento Acelerado em Tempo Real. In: XVII SNEF: Simpósio Nacional de Ensino de Física, 2007, São Luis, MA. Anais do XVII SNEF: Simpósio Nacional de Ensino de Física, 2007.

SANTOS, Carmen Faria; MENEZES, Crediné Silva de. A Aprendizagem da Física no Ensino Fundamental em um Ambiente de Robótica Educacional. XXV Congresso da Sociedade Brasileira de Computação. Anais. São Leopoldo. 2005.

SANTOS, Robson Luís Gomes dos. Usabilidade de Interfaces para Sistemas de Recuperação de Informação na Web: Estudo de Caso de Bibliotecas On-Line de Universidades Federais Brasileiras. Tese de Doutorado. Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. 2006.

SCHLEMMER, Eliane. O Trabalho do Professor e as Novas Tecnologias. **Revista Textual**. Vol. 1., n. 8, p. 33-42. 2006.

SCHROEDER, Carlos. A Importância da Física Nas Quatro Primeiras Séries do Ensino Fundamental. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, vol. 29, n. 1, p. 89-94. 2007.

SILVA, Adriana Cardoso; LUCHE, Flávio Dale; GOULART, Elias E.; AGUIAR, Vivian Parpinelli. Aplicação da Robótica no Ensino Fundamental: Um Estudo de Caso. **Revista de Informática Aplicada**, vol. 5, n. 9. 2009.

SILVA, Alzira Ferreira da. RoboEduc: Uma Metodologia de Aprendizado com Robótica Educacional. Tese de Doutorado. Universidade Federal do Rio Grande do Norte. 2009.

TRIPP, David. Pesquisa-ação: Uma Introdução Metodológica. **Revista Educação e Pesquisa**. Vol. 31, n. 3, p. 443-466. Set./Dez. 2005.

VALENTE, J.A. e, A.B. **Logo: Conceitos, Aplicações e Projetos**. Editora McGraw-Hill, São Paulo. 1988.

VALENTE, José Armando (org). **O Computador na Sociedade do Conhecimento**. Campinas, SP. UNICAMP/NIED. 1999.

WILLIAMS, Douglas C.; MA, Yuxin; PREJEAN, Louise; FORD, Mary Jane; LAI, Guolin. Acquisition of Physics Content Knowledge and Scientific Inquiry Skills in a Robotics Summer Camp. **Journal of Research on Technology in Education**. Winter2007, Vol. 40, Issue 2, p201. 2007.

ZANETIC, João. Dos “Principia” da Mecânica aos “Principia” de Newton. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**. Vol. 5, n. especial, p. 23-35. Jun., 1988.

ZILLI, Silvana do Rocio. A Robótica Educacional no Ensino Fundamental: Perspectivas e Práticas. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Santa Catarina. 2004.

APÊNDICE A - Portfólio

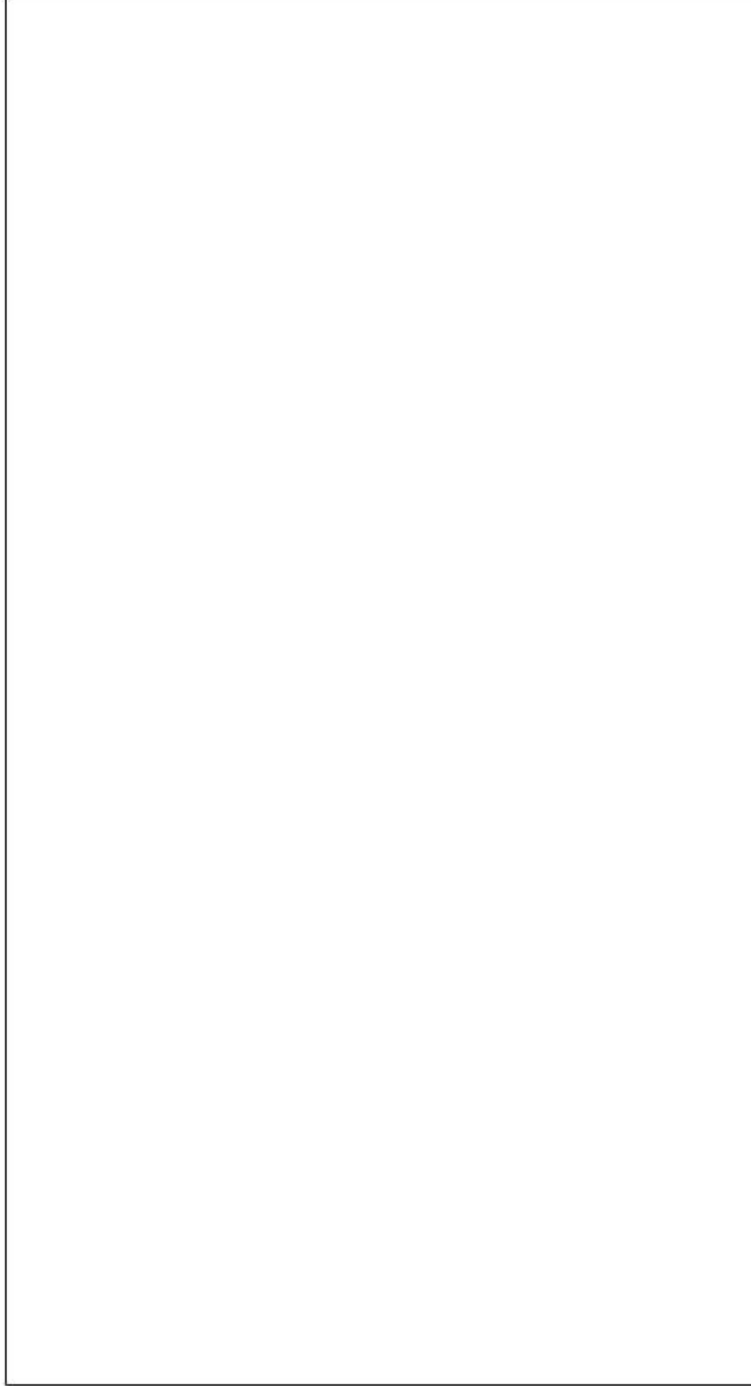
ATIVIDADE DE ROBÓTICA EDUCACIONAL
ESCOLA MUNICIPAL DO CAIC CÂNDIDO PORTINARI – CURITIBA-PR
8ª SÉRIE _____

ALUNO(A) _____

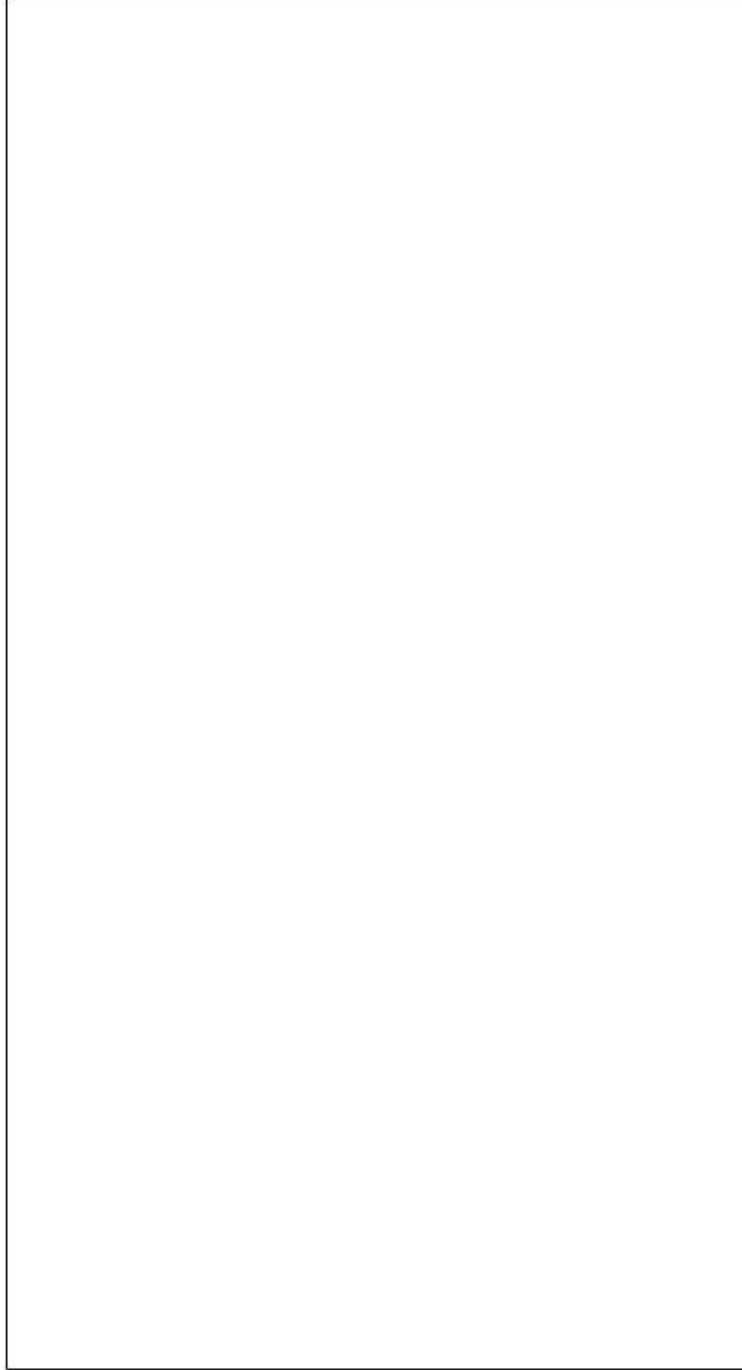
FAÇA UM ESQUEMA DA MISSÃO QUE O ROBÔ DEVERÁ DESEMPENHAR

A large, empty rectangular box with a thin black border, intended for the student to draw a mission scheme for a robot. The box is oriented vertically on the page.

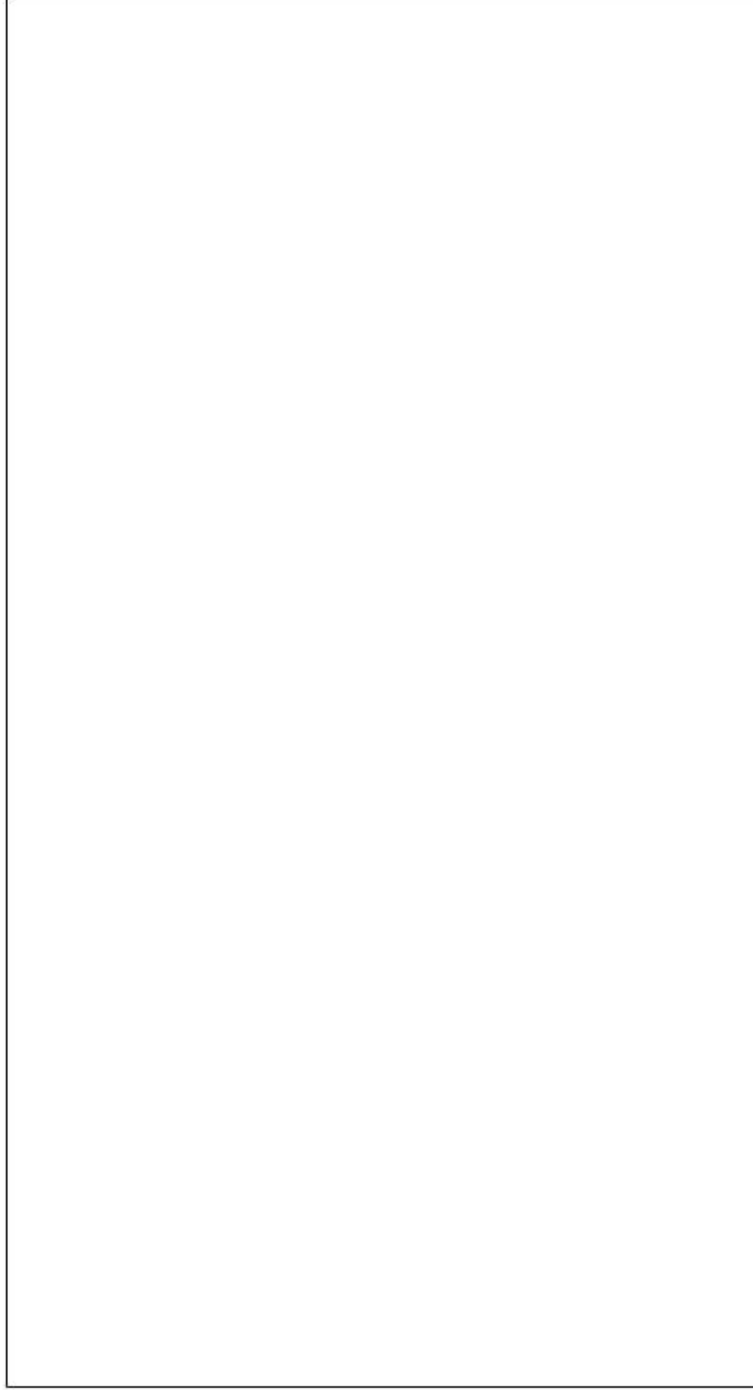
QUAIS SÃO SUAS IDEIAS PARA QUE O ROBÔ POSSA REALIZAR A MISSÃO?

A large, empty rectangular box with a thin black border, intended for the user to write their ideas for the robot's mission.

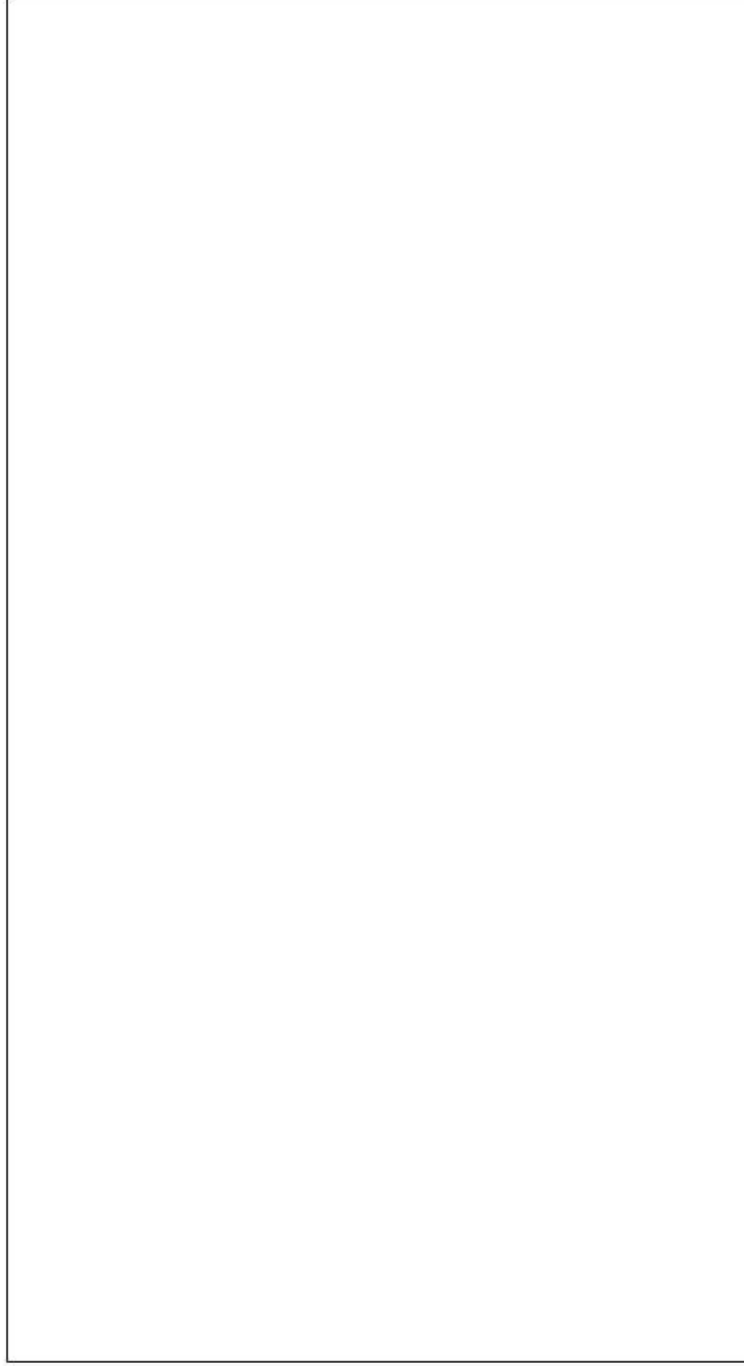
SUAS HIPÓTESES DERAM CERTO? O QUE ACONTECEU?

A large, empty rectangular box with a thin black border, intended for the student to write their response to the question above.

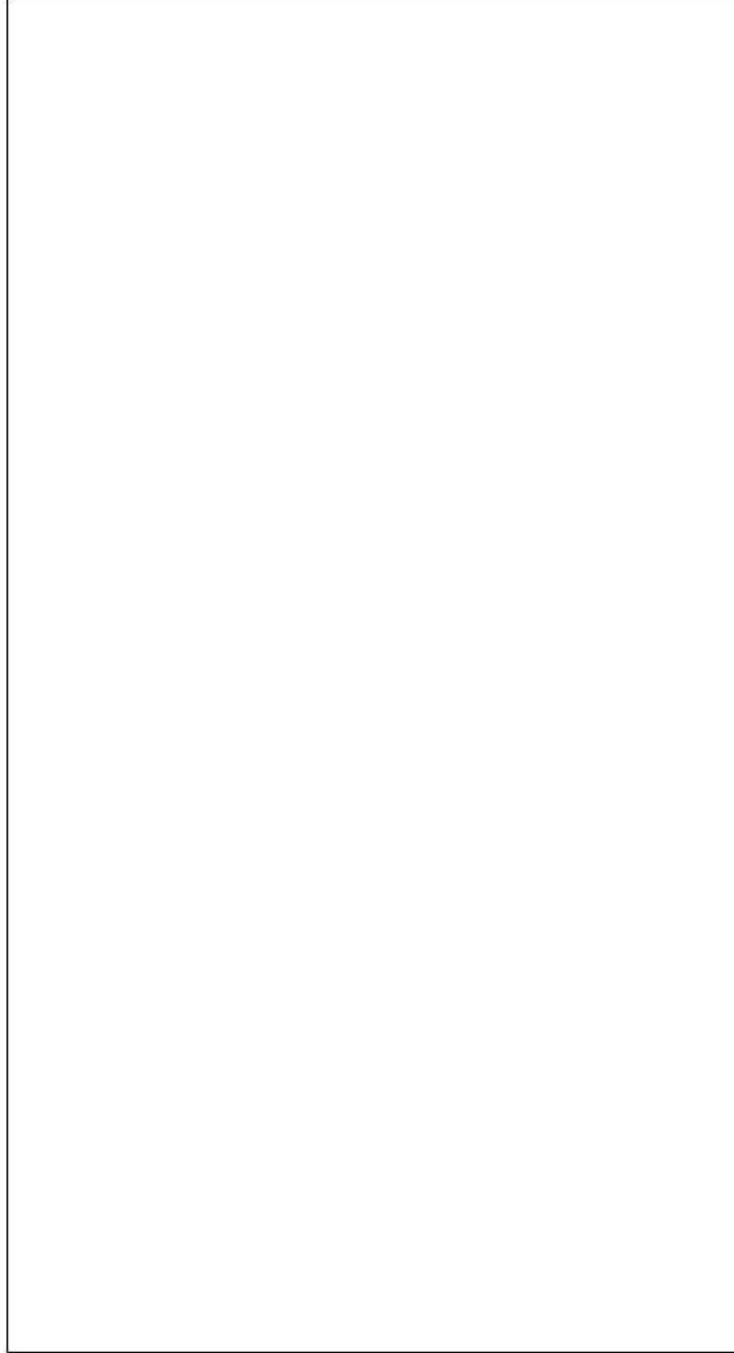
QUAIS FORAM SUAS NOVAS ESTRATÉGIAS?

A large, empty rectangular box with a thin black border, intended for the user to write their response to the question above.

O QUE FOI NECESSÁRIO FAZER PARA QUE O ROBÔ REALIZASSE A MISSÃO NO
TEMPO DETERMINADO?



QUAL(IS) FOI(AM) A(S) MAIOR(ES) DIFICULDADE(S)?



QUAIS SÃO AS SUAS CONCLUSÕES?

APÊNDICE B – Proposta Didática (Produto)

Proposta Didática

A Robótica Educacional como Ferramenta
Metodológica no Processo Ensino-
Aprendizagem da Segunda Lei de Newton
no Ano Final do Ensino Fundamental



Ronnie Pettef Pereira Zanatta
Charlie Antoni Miquelin



Programa de Pós-Graduação em Formação Científica, Educacional e Tecnológica -
PPGFCET

Ronnie Petter Pereira Zanatta
ronniezanatta@globbo.com

Charlie Antoni Miquelin
charlie@utfpr.edu.br

Curitiba – Paraná
2013



Prezado(a) Professor(a)

Este material foi desenvolvido com o intuito de divulgar uma pesquisa acadêmica e universalizar um conhecimento novo. Trata-se de uma proposta didática para a construção de subsídios empíricos para o ensino da Segunda Lei de Newton nas aulas de Ciências no ano final do Ensino Fundamental utilizando a Robótica Educacional como ferramenta metodológica.

Você encontrará nas próximas páginas a definição de Robótica Educacional, a teoria da aprendizagem que fundamenta sua utilização e um breve roteiro de como desenvolver uma atividade utilizando esse recurso em seu cotidiano escolar.

A sequência proposta poderá servir de aporte no desenvolvimento de outras atividades envolvendo essa tecnologia educacional e adaptada às necessidades da escola.

Esperamos que esta proposta seja de grande utilidade em suas aulas!

Atenciosamente,
os autores.



Sumário

Robótica Educacional.....	05
Teoria Construcionista.....	06
Por que utilizar a robótica no ensino de Ciências?.....	07
Materiais Utilizados.....	09
Desenvolvimento das Oficinas.....	10
Elaboração dos Portfólios.....	12
As Oficinas.....	13
Etapa 1.....	14
Etapa 2.....	15
Etapa 3.....	16
Discussões.....	17
Avaliação.....	18
Referências.....	19

Robótica Educacional

Pode-se definir robótica educacional como um ambiente de aprendizagem composto por artefatos manipuláveis providos de sensores, motores, processadores e um software de computador. Denomina-se esses artefatos como robôs pedagógicos que têm a função de interagir com o meio externo executando ações programadas (PAPERT, 2008).

Com a junção da linguagem Logo desenvolvida por Papert no "Epistemology and Learning Group" do Massachusetts Institute of Technology (MIT) com os brinquedos da empresa dinamarquesa LEGO® surgiu o sistema de robótica LEGO-LOGO com a finalidade de possibilitar à criança a construção de protótipos e suas programações em Logo para proporcionar comportamentos aos protótipos montados. Esse material consiste em blocos de montar, engrenagens, polias, correias, eixos, motores, sensores, micro controlador programável e software próprio.

Teoria Construcionista

O sul-africano Seymour Papert, psicólogo, matemático e professor do Laboratório de Inteligência Artificial do MIT (Massachusetts Institute of Technology), desenvolveu práticas educacionais propondo o computador como uma ferramenta para a construção do conhecimento e para o desenvolvimento do aluno.

Essa teoria de aprendizagem, denominada Construcionismo, representa uma adaptação dos princípios do Construtivismo de Piaget e descreve atividades referentes a essa utilização de recursos tecnológicos no processo de ensino-aprendizagem. A ideia é fortalecer e perpetuar o processo concreto típico (referindo-se ao estágio de operações concretas de Piaget) até mesmo após o período etário proposto por Piaget.

As duas principais ideias de Papert que diferem das ideias de Piaget, segundo Valente

(1999) são: primeiro, o fato de que o aluno é quem constrói alguma coisa, isto é, o aprendizado ocorre por meio do fazer, do “colocar a mão na massa”; segundo, o fato do aluno construir algo do seu interesse e para o qual está motivado. Ainda segundo Valente, o Construcionismo difere do Construtivismo na ação do mediador. Enquanto no Construtivismo o experimentador não é professor e, portanto, “não tem por objetivo prover ou facilitar a aprendizagem”, no Construcionismo a mediação ocorre por um profissional que conhece o Logo. Com isso, o mediador “tem que entender as ideias dos alunos e tem que intervir apropriadamente na situação de modo a ser efetivo” contribuindo, assim, para que o aluno compreenda a problemática e desenvolva suas hipóteses (VALENTE, 1999).

Por que utilizar a robótica no ensino de Ciências?

- O desenvolvimento da robótica para uso em sala de aula é baseado nas pesquisas de Seymour Papert, derivadas, principalmente, da noção de Piaget de que conceitos abstratos podem ser aprendidos a partir da investigação exploratória com as mãos. A robótica possibilita que o aluno aprenda conceitos abstratos de forma ativa. A partir de um *software*, alguns blocos de montar e um micro controlador programável, o aluno é capaz de montar um robô e realizar programações específicas. A programação é citada pela maioria dos autores como uma atividade muito rica, pois é rigorosa e construtiva. O aluno sente na prática o conteúdo, pesquisando de acordo com suas necessidades ou interesses.

Segundo Curcio (2008), “a robótica pode ampliar significativamente a gama de atividades desenvolvidas na escola e promover a interação entre as diferentes áreas do conhecimento”. Com isso, cria-se uma ponte que possibilita a ligação entre

as fronteiras estabelecidas pela fragmentação do currículo proposto. O professor conduz a construção e a aplicação dos protótipos e das maquetes, facilitando a criação dessa ponte entre os conteúdos.

Relacionando a robótica educacional com o ensino de Ciências, podemos interpretá-la como uma atividade altamente investigativa.

Com base nisso, atentamos para um grupo de estudos liderado pela pesquisadora Anna Maria Pessoa de Carvalho (2010), que afirma que as atitudes e procedimentos dos alunos se tornam tão relevantes quanto a aprendizagem de conceitos científicos. Os autores ainda ressaltam a importância das atividades investigativas no ensino de ciências quando propõe essa metodologia como ponto de partida para desenvolver a compreensão de conceitos. Segundo eles, a investigação durante as aulas

“é uma forma de levar o aluno a participar de seu processo de aprendizagem, sair de uma postura passiva e começar a perceber e agir sobre o seu objeto de estudo, relacionando o objeto com acontecimentos e buscando as causas dessa relação, procurando, portanto, uma explicação causal para o resultado de suas ações e/ou interações.” (CARVALHO, et. al, 2010).

Em outra obra, Carvalho et. al. (1998), ao dissertar sobre o papel do professor frente à construção do conhecimento científico no ensino fundamental, afirmam que “se quisermos realmente que nossos alunos aprendam o que ensinamos, temos de criar um ambiente intelectualmente ativo que os envolva, organizando grupos cooperativos e facilitando o intercâmbio entre eles”. Dessa forma, o pensamento desses autores coopera com esta proposta didática quando afirma que as “atividades e experimentos investigativos, com os quais o aluno discute e argumenta com seus pares na busca por uma conclusão compartilhada por todos a respeito de determinado conceito”, particularmente no ensino de física no ensino fundamental, é uma maneira de alcançar os objetivos supra citados (COLOMBO JUNIOR et al., 2012). Colaborando

com esse pensamento, Schroeder (2007), afirma que “a física possibilita atividades em que as crianças ajam sobre os materiais utilizados, observem o resultado de suas ações e reflitam sobre suas expectativas iniciais, reforçando ou revendo suas opiniões e conclusões”. Nossa interpretação para esse argumento é que as discussões sobre diferentes pontos de vista em uma aula de Ciências em relação ao tema proposto são importantes instrumentos para a construção de explicações. Durante essas discussões sobre o objeto de aprendizagem, ocorre uma geração de conflitos cognitivos e também sua superação. Neste ponto, apresentamos a robótica educacional como instrumento capaz de fornecer situações onde os estudantes possam construir uma nova explicação para o fenômeno estudado a partir da comparação entre suas opiniões e aquelas apresentadas por seus colegas.

Materiais Utilizados



Para o desenvolvimento da metodologia proposta, utilizar-se-á os seguintes materiais:

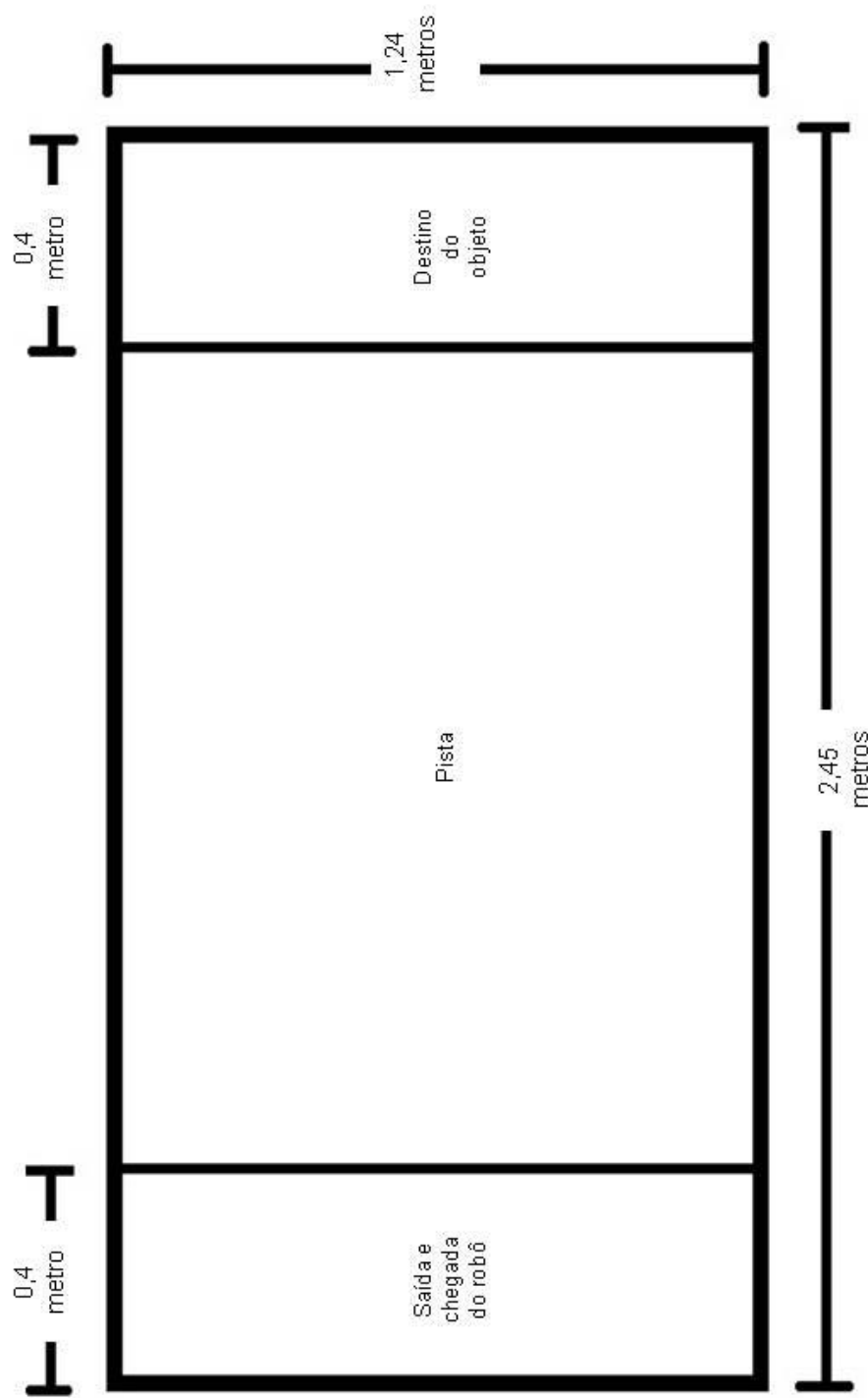
- Kit Lego @ Mindstorms NXT 2.0 (um para cada 8 alunos);
- Computadores (um para cada kit);
- Software de programação Lego@ Mindstorms NXT;
- Três objetos cúbicos com massas distintas (0,1 kg; 0,6 kg e 1 kg – para cada kit)
- Portfólios (um para cada aluno);
- Bloco de anotações para o(a) professor(a).
- Cronômetro (um para cada equipe)



Desenvolvimento das atividades

Para o desenvolvimento adequado desta proposta didática, é necessário que os alunos já conheçam previamente o material que irão manipular e é fundamental que o professor tenha um amplo domínio sobre este. Caso essa não seja a realidade da sua escola, sugerimos a utilização de ao menos duas aulas que antecedem a aplicação dessa metodologia para a exploração e manipulação do kit de robótica Lego® Mindstorms NXT 2.0 e do software de programação.

O espaço utilizado poderá ser um laboratório de informática da escola ou mesmo a sala de aula, caso a escola possua computadores portáteis. Já o espaço para a execução das atividades com o robô poderá ser uma mesa de robótica (se houver na escola) ou uma marcação no chão com fita adesiva colorida, conforme ilustração a seguir:



Layout do espaço de execução das atividades com o robô

Elaboração do Portfólios

O portfólio servirá como método de coleta de dados para avaliação da aprendizagem dos seus alunos. Assim, algumas problematizações presentes nestes portfólios nortearão o trabalho dos alunos durante as atividades. Isso não significa que existe um roteiro de passo a passo das atividades com o robô, pois seria diverso à teoria Construcionista que propõe um ambiente onde a criatividade e o tempo de aprender de cada criança sejam respeitados.

As questões problematizadoras são:

- *Faça um esquema da missão que o robô deverá desempenhar.*
- *Quais são suas estratégias para desenvolver essa missão ?*
- *Suas estratégias deram certo ? O que aconteceu ?*
- *Quais são suas novas estratégias?*
- *O que foi necessário fazer para que o robô desempenhasse a missão corretamente ?*
- *Quais foram suas maiores dificuldades?*
- *Quais são suas conclusões?*

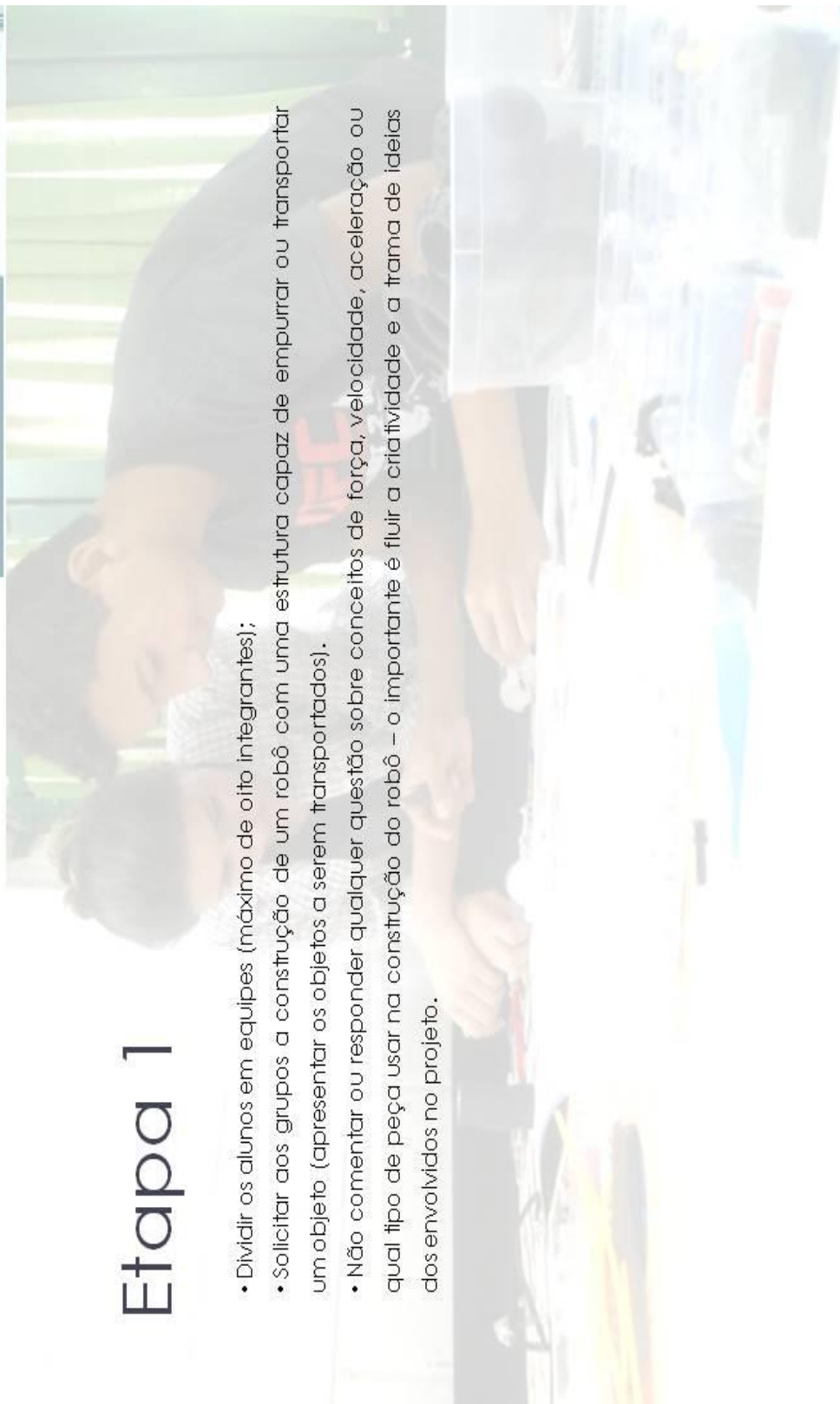
Cada questão deverá estar em uma página em branco do portfólio fornecendo espaço necessário para as anotações dos alunos. Com isso, o portfólio terá, ao todo, 7 páginas com as questões acima mais a capa de identificação do(a) aluno(a).

As Oficinas

As oficinas, divididas em 3 etapas, consistem em construir e programar um robô capaz de levar um objeto em forma de cubo com uma massa desconhecida pelo aluno de um ponto da mesa a outro (vide layout na página 7) e retornar ao ponto de partida num tempo exato de 20 segundos. Com isso, voltamos ao escopo deste trabalho que é observar a aprendizagem da segunda Lei do Movimento de Newton, que diz: “A mudança de movimento é proporcional à força motora imprimida e é produzida na linha reta na qual aquela força é imprimida” (NEWTON, 1990). O problema a ser elucidado é: quais fatores deverão ser observados e, se necessário, alterados para que o robô transporte o objeto x do ponto inicial ao ponto final, demarcados na mesa ou no chão, e retornar à origem do movimento no tempo de 20 segundos? Não deve ser imposto um tempo para a resolução do problema proposto, respeitando-se o tempo de aprender de cada aluno. Com isso, voltamos à teoria Construcionista, que diz: “O Construcionismo é construído sobre a suposição de que as crianças farão melhor descobrindo por si mesmas o conhecimento específico de que precisam” (PAPERT, 2008).

Etapa 1

- Dividir os alunos em equipes (máximo de oito integrantes);
- Solicitar aos grupos a construção de um robô com uma estrutura capaz de empurrar ou transportar um objeto (apresentar os objetos a serem transportados).
- Não comentar ou responder qualquer questão sobre conceitos de força, velocidade, aceleração ou qual tipo de peça usar na construção do robô – o importante é fluir a criatividade e a trama de ideias dos envolvidos no projeto.



Etapa 2

- Solicitar aos alunos que elaborem uma programação que faça com que o robô empurre ou transporte o objeto de menor massa de um ponto a outro da marcação na mesa ou no chão e retorne à origem em exatos 20 segundos.
- Pedir que todas as estratégias e conclusões (mentais e atitudinais) sejam transcritas nos portfólios nas questões pertinentes.
- Incitar a dúvida. Neste momento o(a) professor(a) deve agir como um estimulador do pensamento. Levante dúvidas como: O que pensaram a respeito da missão? Como pretendem realizar essa missão? O que você acha que vai acontecer? Por que o robô não realizou a missão no tempo determinado? O que deverá ser alterado para que o robô consiga executar a missão?
- Anote em seu bloco de anotações as conversas (entre aluno-aluno e aluno-professor) que apresentam a trama de ideias para a elaboração das programações e as dúvidas acerca das estratégias adotadas.

Etapa 3

- Repetir as seqüências da etapa 2 , mas utilizando os objetos de massas maiores.
- Solicitar que todas as estratégias e conclusões sejam anotadas nos portfólios.
- Levantar dúvidas como: O que será diferente na execução da nova missão? Quais fatores deverão ser alterados? Por que tais fatores precisaram ser alterados? O que diferencia a primeira programação das outras?
- Anote em seu bloco de anotações as conversas (entre aluno-aluno e aluno-professor) que apresentam a trama de ideias para a elaboração das programações e as dúvidas acerca das estratégias adotadas.

Discussão

Após a aplicação das missões, promova uma discussão com os grupos, estimulando a leitura das anotações realizadas nos portfólios individuais sobre as estratégias adotadas e as conclusões sobre as programações necessárias para a execução das missões.

Considere os erros de estratégias. Discuta sobre eles.

Levante questionamentos envolvendo conceitos de força, massa, aceleração, velocidade, como por exemplo:

- Por que a força do robô teve que ser maior para empurrar o objeto de maior massa?
- Qual a relação das velocidades do robô em cada missão?
- Por que o robô saiu do repouso mais rapidamente quando estava com o objeto de menor massa?
- Como foi programado a força do robô quando estava levando o objeto e quando estava voltando à base?

Anote em seu bloco de anotações as ideias que surgem durante a discussão.

Peça para os alunos relacionar as atividades com o robô com o cotidiano deles e anotarem as informações nos portfólios.

Avaliação

Para avaliar a significação dessa atividade em seus alunos, sugerimos 3 etapas:

1. A pré-análise → Faça uma leitura flutuante nos portfólios para averiguar o surgimento de termos como força, massa, velocidade, aceleração, peso, etc.;
2. A exploração do material → Classifique os termos encontrados e relacione-os com a teoria do conteúdo abordado;
3. O tratamento dos resultados: a inferência e a interpretação → Faça a sua apreciação acerca dos resultados encontrados.

Referências

- BARDIN, Laurence. **Análise de Conteúdo**. Trad.: Luís Antero Reto, Augusto Pinheiro. São Paulo, Edições 70, 2011.
- CARVALHO, Anna Maria Pessoa de; et. al. **Ciências no Ensino Fundamental: o Conhecimento Físico**. São Paulo, Scipione, 1998.
- CARVALHO, Anna Maria Pessoa de (org). **Ensino de Ciências: Unindo a Pesquisa e a Prática**. São Paulo, Cengage Learning, 2010.
- CURCIO, Christina Paula de Camargo. **Proposta de Método de Robótica Educacional de Baixo Custo**. Dissertação de Mestrado. Instituto de Tecnologia Para o Desenvolvimento (LACTEC); Instituto de Engenharia do Paraná (IEP). 2008.
- NEWTON, Isaac. **Principia: Princípios Matemáticos da Filosofia Natural**. São Paulo, Nova Stella/Edusp, 1990.
- PAPERT, Seymour. **A Máquina das Crianças: Repensando a Escola na Era da Informática**. Edição Revisada. Porto Alegre. Artmed, 2008.
- PAPERT, Seymour. **LOGO: Computadores e Educação**. Editora Brasiliense. São Paulo, 1985.
- VALENTE, José Armando (org). **O Computador na Sociedade do Conhecimento**. Campinas, SP, UNICAMP/NIED, 1999.
- ZANATTA, Ronnie Peltier Pereira. **A Robótica Educacional como Ferramenta Metodológica no Processo Ensino-Aprendizagem: Uma experiência com a Segunda Lei de Newton no Ano Final do Ensino Fundamental**. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências). Programa de Pós-Graduação em Formação Científica, Educacional e Tecnológica. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2013.