



Universidade Federal de Goiás - Regional Catalão
Unidade Acadêmica Especial de Física e Química
Programa de Pós-graduação em Ensino de Física
Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física



ROBÓTICA EDUCACIONAL NO ENSINO DE FÍSICA

Ana Paula Stoppa Rabelo.

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação - Mestrado Profissional de Ensino de Física (MNPEF) - da Regional Catalão da Universidade Federal de Goiás, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Orientador: Mauro Antonio Andreatta

Coorientador: Marcelo Henrique Stoppa

Catalão - GO
Dezembro de 2015

ROBÓTICA EDUCACIONAL NO ENSINO DE FÍSICA

Ana Paula Stoppa Rabelo

Orientadora: Mauro Antonio Andreata

Coorientador: Marcelo Henrique Stoppa

Dissertação de Mestrado submetida ao Programa de Pós-Graduação da Universidade Federal de Goiás – Regional Catalão no Curso de Mestrado Profissional de Ensino de Física (MNPEF), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física

Aprovada por:

Prof. Dr. Mauro Antonio Andreata (Orientador)

Prof. Dr. Marcelo Henrique Stoppa (Coorientador)

Prof. Dr. Vaston Gonçalves da Costa

Prof. Dr. Eduardo Sérgio de Souza

Prof. Dr. Marcionilio Teles de Oliveira Silva

Catalão - GO
Dezembro/2015
FICHA CATALOGRÁFICA

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar a Deus por ter me dado saúde, sabedoria e perseverança em todas as disciplinas cursadas no programa desse mestrado e na realização desta dissertação.

Agradeço imensamente, à minha mãe (Iêda de Oliveira Stoppa) por sempre me apoiar, incentivar e acreditar na minha capacidade em lutar pelos meus objetivos, além de toda paciência e compreensão dedicadas nos momentos que mais precisei.

Ao Luiz Carlos Petry, pelo apoio e compreensão mesmo estando distante fisicamente.

Agradeço aos professores, Marcelo Henrique Stoppa e Mauro Antonio Andreato, pelas orientações fornecidas na realização deste trabalho.

Aos professores do programa que ministraram disciplinas que foram fundamentais para o desenvolvimento desse trabalho, em especial a professora Dr^a. Ana Rita Pereira, pela grande generosidade em me orientar e fornecer materiais de pesquisa e leitura sobre o Ensino de Física e ao professor Dr. Marcionílio T. O. Silva, pelo incentivo e indicação de aquisição de livros sobre experimentos de Física.

Aos meus amigos que sempre me apoiaram em especial a Amanda Fernandes dos Santos Rodrigues, que contribuiu em momentos essenciais para a construção deste trabalho e a Evelyn Cristine Vieira, que sempre me incentivou nessa jornada do mestrado.

Aos colegas da primeira turma do MNPEF, em especial, Aline Pereira, Juliana Duarte, Naldo Mota e Thiago Sebastião pelos momentos de estudos e angústias que vivemos durante o mestrado.

À coordenação pedagógica da Unidade SESI SENAI de Catalão por permitir a aplicação das atividades deste trabalho e disponibilizar o laboratório e os materiais necessários.

RESUMO

ROBÓTICA EDUCACIONAL NO ENSINO DE FÍSICA

Ana Paula Stoppa Rabelo

Orientador: Mauro Antonio Andreatta

Coorientador: Marcelo Henrique Stoppa

O Ensino de Física, como se sabe, enfrenta diversas dificuldades, entre elas a falta de motivação dos alunos. A dinâmica das aulas de Física se restringe em apresentar os assuntos do conteúdo programático por meio de resoluções de problemas e do uso da linguagem matemática, sem motivar/explicar o porquê e/ou como utilizar a matemática para resolver o problema. Tendo em vista essas dificuldades, cabe também ao professor buscar meios de motivar os alunos. Sendo assim, uma das alternativas é o docente utilizar, sempre que possível, métodos diversificados em suas aulas. Pensando nisso, a presente pesquisa, do tipo qualitativa, tem como objetivo principal implementar a Robótica Educacional no Ensino de Física visando uma aprendizagem mais significativa dos alunos de 1ª etapa dos cursos de Eletrotécnica, Mecânica e Química da Unidade SESI SENAI de Catalão. Esta pesquisa fundamenta-se nas ideias de Ausubel (Aprendizagem Significativa), Vergnaud (Campo Conceitual) e Vygotsky (Interação Social). A partir da análise de uma avaliação diagnóstica aplicada nessas turmas foi possível perceber que grande parte dos alunos não tinha ideia do conhecimento científico de vários conteúdos da Física, como por exemplo, de velocidade média e da Terceira Lei de Newton. Nesse sentido, foi desenvolvida e aplicada uma sequência didática de atividades com a utilização da Robótica Educacional tendo como foco principal esses conteúdos. Percebeu-se que, durante a realização das atividades, o uso da Robótica Educacional teve uma boa aceitação pelos alunos, visto que participaram ativamente e conseguiram entender os principais conceitos físicos envolvidos nos experimentos.

Palavras-chave: Aprendizagem Significativa, Ensino de Física, Mindstorms NXT® e Robótica Educacional.

ABSTRACT

Physics teaching process, as we know, faced several difficulties, including the lack of students' motivation. The dynamic of Physics classes is restricted to presenting the issues of the program content through problem solving and the use of mathematical language, without motivating/explaining why and/or how to use mathematics to solve the problem. Given these difficulties, the teacher should also look for ways to motivate students. Thus, one of the alternatives is the teacher use, whenever it is possible, diverse methods in the classes. With this in mind, this research, a qualitative one, aims at implementing Educational Robotics in Physics Teaching for a more meaningful learning of students of 1st stage of the Electrical, Mechanical and Chemical courses at SESI SENAI Unit in the city of Catalão. This research is based on the ideas of Ausubel (Meaningful Learning), Vergnaud (Field conceptual) and Vygotsky (social interaction). From the analysis of a diagnostic evaluation applied in these classes it was revealed that many of the students did not know about scientific knowledge of various physics contents, such as average speed and Newton's Third Law. In this sense, it was developed and applied a didactic sequence of activities with the use of Educational Robotics focusing mainly on those contents. It was noticed that during the performance of activities, the use of Educational Robotics was well accepted by the students, once they participated actively and managed to understand the key physical concepts involved in the experiments.

Keywords: Meaningful Learning, Physical Education, NXT® Mindstorms Educational Robotics.

SUMARIO

Sumário

1. INTRODUÇÃO	12
1.1 Estrutura do Trabalho	14
1.2 Percurso inicial do Trabalho.....	14
2. ENSINO DE FÍSICA	19
2.1 O ensino de Física Tradicional e suas limitações no processo de ensino aprendizagem	19
2.2 A importância da experimentação no processo de ensino aprendizagem de Física	21
3. A INSERÇÃO DA ROBÓTICA EDUCACIONAL VISANDO UMA APRENDIZAGEM MAIS SIGNIFICATIVA NO ENSINO DE FÍSICA	23
3.1 Robótica.....	23
3.2 Robótica Educacional	24
3.3 Kit LEGO® Mindstorms® Education NXT	26
3.4 As funções de cada estudante no trabalho em grupo	31
3.5 Por que ensinar Física utilizando a Robótica Educacional?.....	31
4. AS PERSPECTIVAS CONSTRUTIVISTAS E O ENSINO DE ROBÓTICA EDUCACIONAL	33
4.1 A perspectiva Sócio-cultural.....	33
4.2 Campos Conceituais	35
4.3 Aprendizagem Significativa	36
4.4 A Perspectiva Construtivista na Robótica Educacional	38
5. METODOLOGIA.....	40
5.1 - Local do desenvolvimento da proposta do projeto.....	40
5.2 – Público envolvido nas atividades de Robótica voltada para o ensino de Física	41
5.3 – Desenvolvimento das atividades propostas relacionadas ao uso da Robótica para o ensino de Física.....	42

5.3.1 – Levantamento das concepções prévias dos alunos.....	43
5.3.2 – Aplicações das atividades das propostas utilizando a Robótica no Ensino de Física	46
6. (RE)PENSANDO AS ATIVIDADES EXPERIMENTAIS DE ROBÓTICA NO ENSINO DE FÍSICA	50
7. CONSIDERAÇÕES FINAIS	56
REFERÊNCIAS	58
APÊNDICE 1	60
APÊNDICE 2	61
APÊNDICE 3	62
APÊNDICE 4	64

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: Foto das bandejas e das peças do Kit 9797do NXT.	27
Figura 2: Foto do NXT Kit 9797	27
Figura 3: Foto das bandejas e das peças do Kit 9797do NXT.	29
Figura 4: Download de programação via USB.	30
Figura 5: Página do Programa do LEGO® MINDSTORMS® Education NXT	20
Figura 6: Alunos que estudaram ou não Física no Nono Ano.	44
Figura 7: Erros conceituais apresentados pelos alunos na avaliação diagnóstica	45
Figura 8: Questão de cinemática apresentada na avaliação diagnóstica	45
Figura 9: Questão de dinâmica apresentada na avaliação diagnóstica.....	46
Figura 10: Imagem do carro-robô construído pelos estudantes.....	53
Figura 11: Foto do momento em que o carro-robô detecta a faixa preta e registra o tempo que percorreu uma determinada distância na tela do seu brick....	54
Figura 12: Registro de um relator de grupo durante a realização da atividade 01...	55
Figura 13: Cálculo da velocidade média do carro-robô a partir dos registros de tempo e espaço percorrido.....	55
Figura 14: Protótipo utilizado no desenvolvimento da atividade 02.....	56
Figura 15: Registro do relator de um grupo durante a realização da atividade 02. ...	57

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Descrição das etapas desenvolvidas na atividade intitulada Velocidade Média, na disciplina de Oficinas Tecnológicas.....	27
Tabela 2 - Descrição das etapas desenvolvidas na atividade intitulada Carro Movido a Ar, na disciplina de Oficinas Tecnológicas.....	27

1. INTRODUÇÃO

As dificuldades observadas no Ensino Tradicional de Física estão relacionadas à falta de motivação dos alunos e aulas conteudistas. Convém ressaltar que:

Na Escola Tradicional, as técnicas de ensino são meramente mecânicas. O aluno se torna passivo, tomador de notas, um mero memorizador. O professor é considerado o dono do saber. Não é dado espaço para o aluno mostrar os conhecimentos que possui acerca do assunto tratado, com isso, passa a ser um repetidor das informações e fórmulas fornecidas pelo professor (RABELO, 2013, p. 2).

Uma forma de minimizar as dificuldades da aprendizagem é utilizar a Robótica Educacional nas aulas de Física, a fim de estimular o interesse do aluno por esta área do conhecimento. Além de promover uma aprendizagem significativa caracterizada pela interação entre o conhecimento do senso comum (aluno) e o conhecimento científico (professor). Ou seja, este conhecimento adquire significados para o discente a partir do que ele vivenciou e internalizou. Enquanto aquele, por sua vez, demonstra ao docente quais os conceitos prévios que os alunos apresentam visando ampliar sua prática em sala de aula através da organização dos conteúdos a serem abordados.

Segundo Moreira,

Na aprendizagem significativa, o aprendiz não é um receptor passivo. Longe disso. Ele deve fazer uso dos significados que já internalizou, de maneira substantiva e não arbitrária, para poder captar os significados dos materiais educativos. Nesse processo, ao mesmo tempo que está progressivamente diferenciando sua estrutura cognitiva, está também fazendo a reconciliação integradora de modo a identificar semelhanças e diferenças e reorganizar seu conhecimento. Quer dizer, o aprendiz constrói seu conhecimento, produz seu conhecimento (MOREIRA, 2010, p.5).

De forma bem simplificada, pode-se dizer que a Robótica é a ciência que estuda a montagem e a programação de robôs. Esta ciência em um viés educacional tem como objetivo a utilização de robôs como ferramenta didática. Com

o intuito de auxiliar à motivação dos alunos e o desenvolvimento de atividades lúdicas no ensino de Física. Podendo também ser utilizada nas demais áreas de conhecimento do Ensino Fundamental e Médio.

Em especial, no ensino de Física para alunos do Ensino Médio, a Robótica serve como instrumento educacional. Permitindo aos estudantes elaborarem hipóteses e investigarem soluções das temáticas estudadas em sala de aula. Também como estabelecerem relações entre os conhecimentos e formarem suas próprias conclusões. Ressaltando que este processo de aprendizagem é satisfatório através da mediação realizada pelo docente em sala de aula.

O processo de aprendizagem construtivista permite ao aluno entrar em contato com novas tecnologias através das aplicações práticas de conteúdos abordados durante as aulas. E podendo confrontar o conhecimento produzido pela vivência dos alunos com os conhecimentos científicos a serem abordados em sala de aula, pois a robótica requer conhecimentos sobre Física, Matemática, Lógica e Interpretação para o desenvolvimento e compreensão das aulas experimentais.

Como menciona Stoppa (2012, p. 124)

a utilização de novas ferramentas tecnológicas acaba por motivar o aprendizado de teorias tradicionais, como matemática, química, física, dentre outras, consideradas “difíceis” por parte dos estudantes. Neste contexto, a manipulação de kits de robótica se apresenta como um atrativo recurso didático adicional. Observa-se que a experimentação é uma aliada indispensável na construção do aprendizado e novas alternativas para tal devem ser testadas.

Portanto, a utilização da Robótica Educacional no ensino de Física contribui para a aprendizagem significativa do aluno através de atividades lúdicas e motivadoras, podendo gerar uma internalização de conhecimentos de Física e de áreas afins (Robótica, Matemática e Lógica). Além disso, é uma maneira de se trabalhar por meio do ensino colaborativo e avaliar de forma contínua o raciocínio lógico, a criatividade, o trabalho em equipe, a autonomia e a responsabilidade dos estudantes.

1.1 Estrutura do Trabalho

Essa dissertação está estruturada em seis capítulos. No capítulo 1, apresentamos breves apontamentos sobre a desmotivação dos alunos no processo de ensino-aprendizagem de Física no Ensino Médio bem como a importância da utilização da Robótica Educacional como ferramenta pedagógica. Além disso, relacionamos os trabalhos apresentados nas participações em eventos durante o mestrado.

No capítulo 2, discutimos sobre o Ensino de Física Tradicional e suas limitações no processo de ensino-aprendizagem, assim como a importância da experimentação no processo de ensino-aprendizagem de Física.

No capítulo 3, explicitamos os conceitos de Robótica e Robótica Educacional. Salientando os objetivos e as vantagens da utilização deste instrumento no Ensino de Física. Outrossim, apresentamos o kit Lego Mindstorms NXT 9797 que foi utilizado como recurso pedagógico no desenvolvimento dos roteiros experimentais do produto desta dissertação.

No capítulo 4, apresentamos uma breve discussão sobre algumas das perspectivas construtivistas. Discutimos sobre a abordagem significativa na visão de Ausubel, bem como a perspectiva construtivista na Robótica Educacional.

No capítulo 5, relatamos a descrição da metodologia aplicada no desenvolvimento do produto dessa dissertação, isto é, de duas atividades de Física utilizando a Robótica, sendo uma sobre velocidade média e outra sobre a Terceira Lei de Newton.

No capítulo 6, efetuamos uma análise e discussão da aplicação das duas atividades realizadas com o uso da Robótica Educacional, buscando identificar os pontos fortes ou fracos do desenvolvimento dessa metodologia utilizada.

No capítulo 7, fazemos as considerações finais sobre o trabalho realizado. Por fim, listamos as referências, bem como, os apêndices.

1.2 Percorso Inicial do Trabalho

Nos três anos cursados do Ensino Médio, na época 2º Grau, na cidade de Catalão, um dos autores (Ana Paula) não tem lembranças de ter vivenciado uma

aula prática de Física. Os professores que teve não eram formados nessa área de conhecimento, talvez isso seja uma das razões de não tentarem utilizar alguma metodologia inovadora em suas aulas. As recordações que possui sobre as aulas de Física no 2º Grau referem-se a resoluções de diversos exercícios para simples reprodução do que o professor tinha feito como exemplos, ou melhor dizendo como “modelos”. Era assim que os professores tratavam as disciplinas de exatas na sua época, com reprodução e/ou resolução de diversos exercícios do estilo “siga o modelo” dos livros didáticos adotados. Após concluir o Ensino Médio, como tinha uma apreciação por Matemática, ela buscou, inicialmente, uma graduação em Licenciatura Plena em Matemática na Universidade Federal de Goiás, Regional de Catalão. Com o término da graduação começou a trabalhar em uma escola da rede privada desta cidade como professora de Matemática e Física do Ensino Médio. Tentou realizar atividades práticas e lúdicas nas suas aulas de Física e Matemática do Ensino Médio. No entanto, durante suas aulas ministradas, por mais que tentasse fugir do ensino Tradicional, era repreendida pela gestora da escola. Ela recorda que em uma das aulas de Matemática, no 6º horário, na qual dividiu a turma em grupos e utilizou alguns jogos matemáticos confeccionados pelos mesmos, foi interrompida pela diretora da escola e chamada para uma conversa. Naquele momento, a gestora pediu que a professora parasse com aquela atividade, organizasse os alunos em fila e fosse para o quadro para “dar” aula. O mesmo aconteceu, em outros momentos, quando a docente tentava realizar aulas de Física sem utilizar o quadro negro ou quando procurava promover uma feira de Ciências.

Nesse sentido, ela (Ana Paula) sentiu vontade e também necessidade de aprimorar seus conhecimentos de Física a fim de melhorar sua prática em sala de aula e que também pudesse conseguir uma oportunidade de trabalhar em uma instituição escolar que incentivasse e permitisse a utilização de metodologias inovadoras e lúdicas. Ingressando assim no curso de Licenciatura plena em Física na Universidade Federal de Goiás, Regional de Catalão.

Durante a graduação em Física, a autora citada anteriormente teve a oportunidade de participar do Programa Institucional de Bolsa e Iniciação à Docência do departamento de Física (PIBID) por aproximadamente um ano. Nesse período foram realizados experimentos de baixo custo no Colégio público parceiro na cidade de Catalão.

Nas reuniões do PIBID, além de planejar e realizar experimentos de Física, fazia-se a leitura de diversas obras relacionadas à metodologia de ensino e prática docente, a fim de conhecer melhor os métodos de ensino existentes e melhorar a prática docente enquanto autora e pesquisadora.

A participação no Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência foi importante para a formação acadêmica da referida autora. Sentia-se motivada cada vez mais a ser professora de Física. A atuação no Colégio parceiro do PIBID bem como as leituras e discussões realizadas nas reuniões semanais trouxeram conhecimentos através das experiências vivenciadas. Ela (Ana Paula) começou a perceber a importância de planejar e elaborar aulas levando em consideração a vivência do aluno, além de reconhecer a necessidade de buscar alguma metodologia inovadora e motivadora diante do avanço tecnológico no cenário que vivemos.

Após o término de contrato de trabalho com escola da rede privada, na qual a gestora não compartilhava de metodologias lúdicas no ensino, citada anteriormente, a autora começou a trabalhar como professora de Física na Unidade SESI SENAI de Catalão. Este trabalho foi iniciado concomitante ao ingresso no curso de Física, modalidade Licenciatura, da Universidade Federal de Goiás, campus Catalão.

Na instituição escolar SENAI, a professora (Ana Paula) sempre teve o apoio e o incentivo de realizar aulas práticas com seus alunos. Ministrando assim as aulas de Física com o intuito de contextualizar os conteúdos abordados com o auxílio de alguns experimentos sempre que possível. Participou de diversas capacitações, que promoviam a formação continuada, oferecidas pela instituição SESI SENAI. E, em uma delas, realizada presencialmente, a Robótica Educacional Ihe foi apresentada em Goiânia, com a divulgação e estudo do material do Programa de Educação Tecnológica ZOOM Education for life do Ensino Médio. Nessa capacitação, foi mostrada a Robótica Educacional como ferramenta metodológica inovadora e motivadora para a melhoria do processo de ensino aprendizagem de Física nos cursos do Educação Básica articulada ao Ensino Profissionalizante (EBEP) de nível médio, do Estado de Goiás.

A partir desse momento, a docente (Ana Paula) ficou encantada com essa ferramenta pedagógica. Passou a utilizar o material da Lego ZOOM em suas aulas de Física inicialmente no contra turno e no período vigente como demonstração e/ou

apresentação na prática do conteúdo abordado e, posteriormente, nas aulas de Oficinas Tecnológicas.

A vontade de buscar mais conhecimento e contribuir para a melhoria do processo de ensino aprendizagem de Física no Ensino Médio foi que a motivou a ingressar no programa do Mestrado Nacional Profissional de Ensino de Física (MNPEF) no polo de Catalão-GO. Durante o MNPEF desenvolveu um produto contendo uma sequência didática que visa aproximar os estudantes do Ensino Médio de uma aprendizagem significativa dos conceitos e fenômenos físicos do mundo tecnológico atual em que estão inseridos.

A ideia deste trabalho surgiu a partir da experiência como professora de Física, em particular, com as turmas de 1ª etapa nos cursos do EBEP na Unidade SESI SENAI de Catalão. Os alunos que ingressaram no EBEP cursaram o Ensino Fundamental em escolas públicas e/ou privadas da cidade de Catalão e região. Com o intuito de verificar os conteúdos de Física estudados no 9º ano do Ensino Fundamental foi aplicada uma avaliação diagnóstica.

A partir da análise da avaliação diagnóstica, foi possível perceber que grande parte dos alunos não tinha ideia do conhecimento científico de vários conteúdos da Física, como por exemplo, de velocidade média e da Terceira Lei de Newton. Nesse sentido, elaboramos e aplicamos uma sequência didática de atividades com a utilização da Robótica Educacional tendo como foco principal esses conteúdos.

Por ser tratar de uma pesquisa qualitativa, analisamos e interpretamos a receptividade dos alunos através de dados obtidos pelas observações e pelos registros feitos nos relatórios aplicados durante a realização das atividades. Com a perspectiva de ensinar de maneira mais significativa a Física do Ensino Médio utilizando como ferramenta pedagógica a Robótica Educacional, fundamentamos essa pesquisa nas ideias de Ausubel (Aprendizagem Significativa), Vergnaud (Campo Conceitual) e Vygotsky (Interação Social).

Com a intenção de mostrar o estudo e o desenvolvimento dessa pesquisa, durante o período do mestrado, um dos autores (Ana Paula) participou e apresentou trabalhos sobre o uso da Robótica Educacional nas aulas de Física do Ensino Médio em vários eventos. A seguir relacionamos os títulos dos trabalhos apresentados bem como os links dos anais dos eventos:

- 11º CONPEEX - Congresso de Pesquisa, Ensino e Extensão (UFG), novembro de 2014. Apresentação de Pôster do trabalho intitulado: **A**

- Utilização Da Robótica Educacional No Ensino Médio: Uma Estratégia Para Aumentar O Interesse Dos Estudantes Pela Física.** Anais do evento disponível em: http://eventos.ufg.br/SIEC/portalproec/sites/site5801/site/artigos/10_seminario-mestrado/10_seminario-mestrado.pdf, p. 1260-1264.
- II Seminário de Pesquisa, Pós-Graduação e Inovação da Regional Catalão-UFG, dezembro de 2014. Apresentação Oral do trabalho intitulado: **A Utilização Da Robótica Educacional No Ensino Médio: Uma Estratégia Para Aumentar O Interesse Dos Estudantes Pela Física.** Trabalho que compõe o livro: Coletânea Interdisciplinar em Pesquisa, Pós-Graduação e Inovação - vol. 4, disponível em: <http://blucheropenaccess.com.br/issues/details/11>, p. 308-317.
 - 1º Workshop do MNPEF - SBF do Grupo I (UnB, UFG, UFMT, UFAM/ IFAM, UNIR e UFES), maio de 2015 em Brasília-DF na UNB. Apresentação de Pôster do trabalho intitulado: **Construindo O Conceito De Velocidade Média Com A Robótica Educacional.**
 - II Semana da Física e II Workshop de Pós-Graduação da Regional Catalão – UFG, em outubro de 2015. Apresentação Oral do trabalho intitulado: **O Uso De Robótica Educacional: Proposta Para Aprendizagem Significativa De Física No Ensino Médio.**
 - 12º CONPEEX - Congresso de Pesquisa, Ensino e Extensão (UFG), outubro de 2015. Apresentação de Pôster do trabalho intitulado: **Robótica Educacional Nas Aulas De Física.** Anais do evento até o momento não estão disponíveis para divulgação.
 - V Seminário de Formação de Professores e II Conferência Internacional de Formação de Professores: Do chão da escola aos diferentes espaços educativos, dezembro de 2015 em Uberaba na UFTM. Apresentação Oral do trabalho intitulado: **A Utilização da Robótica Educacional na Construção do Conceito de Velocidade Média No Ensino Médio.**

2. ENSINO DE FÍSICA

Neste capítulo são apresentadas as consequências e as desvantagens do ensino de Física tradicional, bem como alguns apontamentos sobre suas limitações no processo de ensino-aprendizagem de Física no Ensino Médio.

2.1 O ensino de Física Tradicional e suas limitações no processo de ensino aprendizagem

O Ensino de Física em muitas escolas públicas e privadas ainda é tradicional, promovendo uma aprendizagem mecânica, sem significado e baseada na repetição de resolução de exercícios sem contextualização. É basicamente isso que é exigido dos alunos, uma simples substituição de valores em fórmulas matemáticas para calcular alguma grandeza física sem ao menos analisar o resultado obtido para a mesma. Nesse sentido, Moreira (2010, pp. 31-32) afirma:

[...] a *aprendizagem mecânica*, é aquela praticamente sem significado, puramente memorística que serve para as provas e é esquecida, apagada, logo após. Em linguagem coloquial, a aprendizagem mecânica é a conhecida *decoreba*, tão utilizada pelos alunos e tão incentivada pela escola.

O ensino tradicional além de propiciar a aprendizagem mecânica, tende a contribuir para a desmotivação em aprender dos alunos, mostrando a eles que a prática de repetição de exercícios é importante para a fixação de um determinado conteúdo. São impostas várias atividades padronizadas e que não exigem um mínimo sequer de reflexão e que impedem que os alunos construam qualquer tipo de conhecimento, favorecendo assim, um comportamento passivo no processo de ensino aprendizagem.

Nessa perspectiva, os Parâmetros Curriculares para o Ensino Médio (PCN-EM), afirmam que:

O ensino de física tem-se realizado frequentemente mediante a apresentação de conceitos, leis e fórmulas, de forma desarticulada, distanciados do mundo vivido pelos alunos e professores e não só, mas também por isso, vazios de significado. Privilegia a teoria e a abstração, desde o primeiro momento, em detrimento de um desenvolvimento gradual de abstração que pelo menos parta da prática e de exemplos concretos. (BRASIL, 1999, p.22).

A aprendizagem mecânica cultivada no ensino tradicional limita-se pela memorização e não pela construção de conhecimentos através das competências e habilidades que os alunos adquiriram no decorrer do processo de ensino-aprendizagem. O conhecimento da Física propriamente dito não pode ser entendido como o objetivo final, contudo é preciso ser interpretado como um alicerce para a compreensão dos fenômenos que ocorrem no mundo. Podendo ser dinâmico e desenvolvendo no aprendiz as habilidades de um cidadão crítico e criativo capaz de opinar sobre as leis e os fenômenos da Física que o rodeiam.

Infelizmente o ensino de Física nas escolas de nível médio está muito defasado. Não é por acaso que os alunos classificam essa disciplina como uma das mais difíceis do Ensino Médio. A Física apresentada nas escolas para os alunos ainda difere e muito da Física que vivenciam mesmo sem saber. É mostrada uma ciência abstrata e que está distante do mundo real, como se existissem duas Físicas: uma estudada na escola e outra que evidencia e explica vários fatos da vida real. “É preciso rediscutir qual Física ensinar para possibilitar uma melhor compreensão do mundo e de uma formação para a cidadania mais adequada” (BRASIL, 1999, p. 23). Sabemos que ensinar e aprender Física está longe de ser algo simples e tampouco trivial.

É preciso levar em consideração a realidade de cada aluno, de cada professor assim como da escola envolvida nesse processo. É imprescindível que o docente promova um conhecimento contextualizado e integrado à vida de cada adolescente. Apresentando uma Física cujo significado o aluno possa identificar no instante em que aprende, e não em uma situação posterior ao aprendizado. Para tanto, é importante averiguar a vivência do aluno sobre cada conteúdo abordado e incentivar e promover indagações que despertam a curiosidade. “Como ponto de

partida, trata-se de identificar questões e problemas a serem resolvidos, estimular a observação, classificação e organização dos fatos e fenômenos à nossa volta segundo os aspectos físicos e funcionais relevantes” (BRASIL, 1999, p. 23).

2.2 A importância da experimentação no processo de ensino-aprendizagem de Física

Em pleno século XXI ainda existem muitos professores de ciências naturais que utilizam o método tradicional constantemente em suas aulas, como discutido anteriormente. É muito contraditório falarmos sobre o ensino de Física sem mencionarmos a experimentação, visto que isso não condiz com os princípios da Física.

De acordo com Peruzzo (2012, p. IX):

As ciências naturais têm em sua base a experimentação. Os fenômenos são explicados e as teorias somente têm êxito pleno se a experiência as confirmar. [...] Apesar de conter aspectos filosóficos, teóricos e matemáticos, a física é essencialmente uma ciência experimental. Portanto, a realização de experiências é uma parte essencial para o ensino de física. O uso de atividades experimentais como estratégia de ensino tem sido apontada como uma das maneiras mais frutíferas de se minimizar as dificuldades de aprender e ensinar física de modo significativo e consistente. Deve-se criar oportunidades para que o ensino experimental e o ensino teórico se efetuem em concordância.

De fato, ensinar Física está diretamente ligado a ideia de proporcionar momentos de atividades práticas para construir o conhecimento a partir de conteúdos trabalhados ou a serem trabalhados em sala de aula. E, levando em consideração o avanço tecnológico difundido atualmente, é necessário que a instituição escolar (gestão e docente) faça a apropriação destes avanços no seu ambiente de trabalho, com o intuito de proporcionar ao aluno um melhor entendimento da realidade vivenciada pelo mesmo fora da escola, além de promover a interação das experiências dos alunos com os conhecimentos científicos de Física.

Nesta perspectiva, o uso de Robótica nas aulas de Física contribui para o desenvolvimento de aulas experimentais assim como o uso diário de recursos

tecnológicos. Segundo Peruzzo (2012), “na sociedade contemporânea o conhecimento científico é cada vez mais valorizado, devido principalmente à crescente influência que a tecnologia exerce no dia a dia humano. Por isso, é inconcebível que na educação formal atual o aluno fique excluído do saber científico”.

Se está explícita a importância de experimentar no processo de ensino-aprendizagem de Física, por que ainda existem professores que não fazem uso da experimentação? Infelizmente, no ensino de Física no Ensino Médio existem vários motivos que dificultam o uso da experimentação. De acordo com Peruzzo (2012), alguns deles são: “falta de atividades preparadas, pouco tempo para o professor planejar e montar experimentos, recursos insuficientes para reposição e compras de equipamentos e materiais de laboratório, número excessivo de alunos por sala, despreparo do docente, etc”.

Muitos professores enfrentam essas dificuldades ao realizar alguns experimentos e demonstrações com materiais improvisados. Alguns docentes obtêm sucesso em suas práticas, mas outros acabam se frustrando diante dos problemas e resultados insatisfatórios obtidos.

Com o objetivo de contribuir para a melhoria do ensino-aprendizagem de Física no Ensino Médio, no presente trabalho desenvolvemos roteiros de experimentos utilizando como instrumento a Robótica Educacional na tentativa de produzir um material didático visando facilitar o sucesso do trabalho do professor e a aprendizagem significativa dos alunos.

3. A INSERÇÃO DA ROBÓTICA EDUCACIONAL VISANDO UMA APRENDIZAGEM MAIS SIGNIFICATIVA NO ENSINO DE FÍSICA

Neste capítulo discutimos os conceitos de Robótica e Robótica Educacional salientando os objetivos e as vantagens da utilização deste instrumento no Ensino de Física. Outrossim, apresentamos o kit Lego Mindstorms NXT 9797 que foi utilizado como recurso pedagógico no desenvolvimento dos roteiros experimentais do produto desta dissertação.

3.1 Robótica

O significado da palavra robótica, segundo o Dicionário Aurélio (FERREIRA, 1986), é “conjunto dos estudos e das técnicas tendentes a conceber sistemas capazes de substituírem o homem em suas funções motoras, sensoriais e intelectuais.”

E, conforme Furletti (2010, p. 40),

a robótica pode ser caracterizada como o controle de dispositivos que utilizam mecanismos eletroeletrônicos através de um computador, transformando-o em uma máquina capaz de interagir com o meio ambiente e executar ações decididas por um programa criado pelo programador a partir dessas interações.

Nessa linha de raciocínio, a Robótica pode ser entendida como a ciência que estuda a montagem e a programação de robôs. Sendo que todo equipamento que é programado de alguma maneira pode ser classificado como robô. Esta classificação originou-se na Tchecoslováquia, em uma apresentação teatral com a temática R.U.R – Russum’s Universal Robots, e, a partir de então, a palavra foi empregada no sentido de máquina programada para substituir as atividades humanas.

As máquinas programadas ao longo dos anos foram sendo aperfeiçoadas e, atualmente, são classificadas em três gerações. Na Primeira geração, os robôs são utilizados frequentemente em indústrias visando aumentar a produtividade e substituir os funcionários em trabalhos. São equipamentos previamente

programados e compostos por sensores de posicionamento mecânico. Na Segunda geração, no final dos anos 70, com a difusão e acessibilidade aos computadores, os robôs foram equipados com dispositivos mais precisos para cálculo e atuação. Dentre estes dispositivos estão relacionados os sensores de força, toque, visual e proximidade, possibilitando aos robôs desta geração uma maior eficiência na escolha e tomada de decisões limitadas. E, na última geração, surge o modelo de robô conhecido por Inteligência Artificial, no qual vários processadores operam um sistema simultaneamente, de forma assíncrona e independente dos demais, propiciando a solução de problemas e interpretação de informações complexas a partir de sensores. Tal robô é utilizado no ensino de Física através da Robótica Educacional.

3.2 Robótica Educacional

Numa dissertação de mestrado sobre a temática, “A Robótica Educacional No Ensino Fundamental: Perspectivas E Prática”, a autora afirma que

a Robótica Educacional é um recurso tecnológico bastante interessante e rico no processo de ensino-aprendizagem, ela contempla o desenvolvimento pleno do aluno, pois propicia uma atividade dinâmica, permitindo a construção cultural e, enquanto cidadão, tornando-o autônomo, independente e responsável. (ZILLI, 2004, p.77)

A robótica pedagógica ou robótica educacional consiste basicamente na aprendizagem por meio da montagem de sistemas constituídos por robôs, afirmam Miranda e Suanno (2009). É uma ferramenta pedagógica que possibilita ao professor demonstrar na prática conceitos e fenômenos teóricos de difícil compreensão, despertando no aluno o interesse de aprender e um maior envolvimento nas discussões nas aulas de Física.

Na robótica educacional, o ponto principal é o processo de desenvolvimento das atividades e não o resultado obtido. Torna-se imprescindível explorar todas as possibilidades, buscando o aprendizado por meio da reflexão individual e da interação em grupo, além de propor alternativas para a solução de situações-problemas relacionadas ao ensino de Física.

Nessa perspectiva, Zilli (2004) afirma que “com a robótica educacional, o aluno passa a construir seu conhecimento através de suas próprias observações e aquilo que é aprendido pelo esforço próprio da criança tem muito mais significado para ela e se adapta às suas estruturas mentais.”

Além destas contribuições para o processo de ensino-aprendizagem da Robótica através do ensino de Física, Zilli (2004) descreve, em sua dissertação de mestrado, algumas das principais vantagens da Robótica Educacional no ensino fundamental. As mesmas concepções podem ser aplicadas para as aulas de Física do Ensino Médio.

Inicialmente, Zilli (2004) relata a contribuição interdisciplinar da Robótica nas diversas áreas do conhecimento, principalmente em Matemática, Física, Eletricidade, Eletrônica e Mecânica. Além de enfatizar a experimentação de dispositivos através de conceitos físicos e promover uma aprendizagem mais significativa pela inter-relação entre conhecimento de senso comum e científico. Estes conhecimentos são apresentados e discutidos em atividade desenvolvidas em grupo visando explorar a leitura e a investigação de situação-problema.

As discussões realizadas em sala de aula e mediadas pelo professor auxiliam a superação de limitações de comunicação dos alunos, pois na metodologia construtivista o aluno apresenta suas experiências através do diálogo em sala e, conseqüentemente, desenvolve sua capacidade de argumentação desenvolvendo habilidades tais como a concentração, a disciplina, a responsabilidade, a persistência e a perseverança.

Além de

- Tornar o aluno consciente da ciência na sua vida cotidiana.
- Estimular a criatividade, tanto no momento de concepção de ideias, como durante o processo de resolução de problemas.
- Desenvolver a autossuficiência na busca e obtenção de conhecimentos
- Gerar habilidades para investigar e resolver problemas concretos.

(Zilli, 2004, p. 40)

Outros objetivos podem ser identificados como, por exemplo, o desenvolvimento da autonomia dos alunos (SILVA, 2009). Esta característica pode ser identificada na capacidade de formar opinião crítica, elaborar soluções e tomar

decisões. E, também, como mencionado por Zilli (2004), a discussão e o trabalho dos alunos em grupo, incentivando o respeito a opiniões dos envolvidos no processo de ensino-aprendizagem. E, por fim, são notáveis as discussões nos trabalhos dos dois autores sobre a interdisciplinaridade e o desenvolvimento de habilidades em Física e outras áreas dos conhecimentos. Fator que possibilita o desenvolvimento de aulas diferenciadas utilizando a Robótica com o auxílio dos kits educacionais da Lego[®].

3.3 Kit LEGO[®] Mindstorms[®] Education NXT

A empresa dinamarquesa LEGO[®] fabrica blocos construtivos desde 1940, começando com os familiares brinquedos de montagem e atualmente, produzindo peças altamente técnicas, que incluem vigas, motores, engrenagens, e pneumáticos, sempre preocupada com a compatibilidade entre as peças existentes e os novos lançamentos.

Em 1980 criou uma divisão educacional a qual se chamou LEGO[®] Educational Division. Essa divisão tem como objetivo tornar a tecnologia simples e significativa para seus usuários, preparando o estudante para que ele seja capaz de investigar, criar e solucionar problemas. Por isso desenvolveu os denominados kits para o público escolar. Vamos dar destaque aqui para o kit utilizado nas atividades desse trabalho, o Kit LEGO[®] Mindstorms[®] NXT 9797.

LEGO[®] Mindstorms[®] é o resultado de uma colaboração entre a LEGO[®] e o Massachusetts Institute of Technology (MIT), (FEITOSA *et al*, 2007, p. 21). O kit de Robótica Educacional conhecido como Kit Mindstorms[®] NXT foi lançado pela LEGO[®] em julho de 2006, para substituir a primeira geração do kit Lego Mindstorms. O kit utilizado nesse trabalho é o kit Básico 9797 composto de 431 peças entre elas, rodas, pneus, blocos, engrenagens, vigas, eixos, polias, motores, sensores: ultrassônico, toque, som e luminosidade, conforme indicado nas figuras 1 e 3 a seguir.



Figura 1: Foto das bandejas e das peças do Kit 9797do NXT.

Fonte: www.LEGOZOOM.com

Cada kit possui dispositivos para comunicação com computador (USB), onde por meio dele será desenvolvida a programação para o bloco programável NXT (corpo central do robô) funcionar.

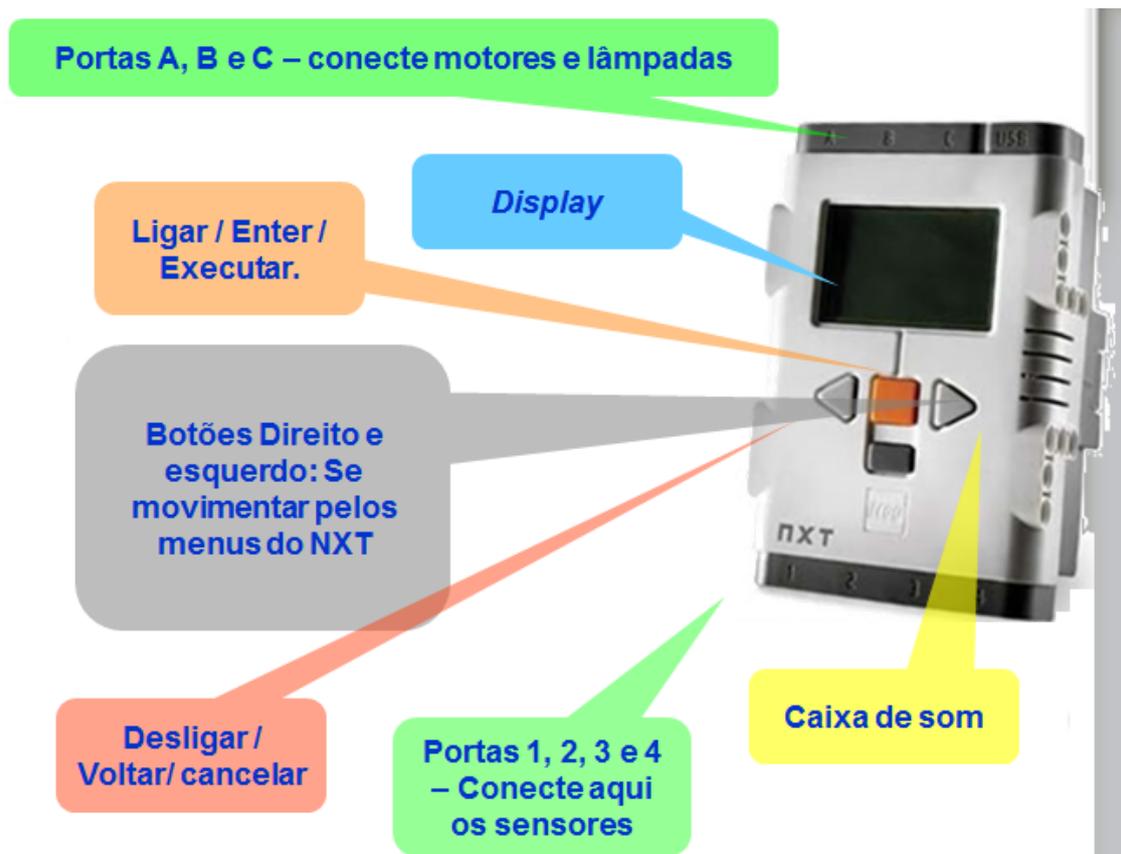


Figura 2: Foto do NXT Kit 9797

Fonte: www.LEGOZOOM.com

O Bloco NXT, ou brick ou tijolo, mostrado na figura 2, é conhecido como o cérebro do robô, que possibilita a autonomia na realização de uma criação, montagem e programação do mesmo.

Os sensores de luminosidade, som, toque e ultrassônico, mostrados na figura 03, conectam-se às portas 1, 2, 3 e 4 do NXT. Os três motores, que ligam às portas A, B e C do NXT, dão ao robô a habilidade de mover e são iguais. O robô é capaz de detectar obstáculos, realizar medições, identificar sons e cores, reagir a movimentos.

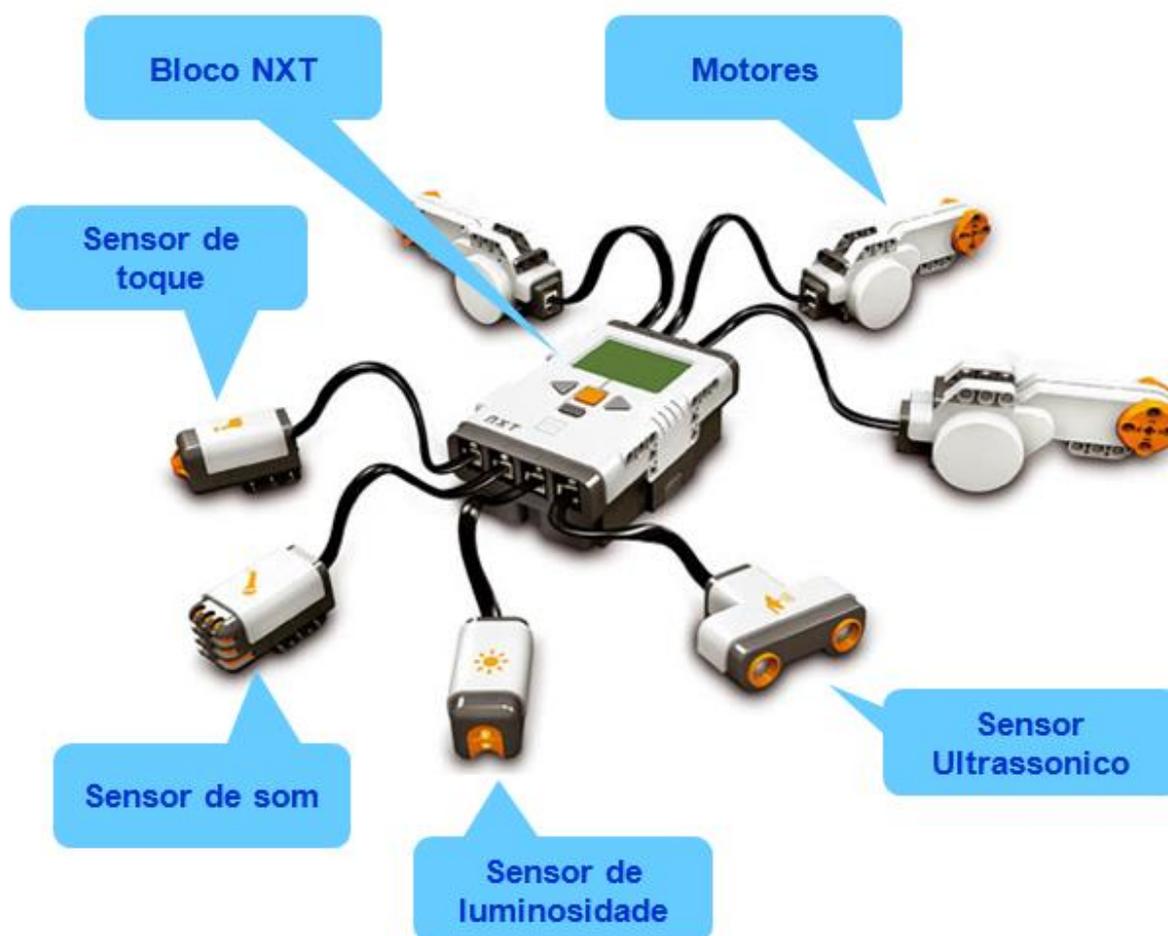


Figura3: Foto dos motores e sensores do Kit 9797 do NXT

Fonte: www.LEGOZOOM.com

O sensor de som é composto basicamente por um microfone. O volume é medido em decibéis (dB) e as leituras efetuadas podem ser expressas em porcentagem.

O sensor de luz é um dos dois sensores que dão visão ao robô. Este distingue apenas tons de cinza variando de preto a branco. Indica valores percentuais, de 0 a 100, que variam de acordo com a intensidade da luz que atinge o sensor no momento da leitura.

O sensor ultrassônico permite ao robô detectar objetos, podendo dessa forma evitar obstáculos, medir distâncias e detectar movimentos. O princípio de funcionamento do sensor ultrassônico é baseado na emissão de uma onda sonora de alta frequência que se reflete nos objetos e é lido de volta pelo sensor. O que determina a distância do sensor até o objeto é o tempo que cada pulso leva para retornar ao sensor. Este sensor mede distâncias calculando o tempo que uma onda sonora demora a atingir um objeto e regressar, assim como o eco. Pode medir distâncias em polegadas ou em centímetros.

O sensor de toque permite que o robô detecte obstáculos ou mude de ação quando pressionado o botão. Este sensor funciona da seguinte forma: ao se pressionar o botão localizado na extremidade do sensor, um circuito elétrico é fechado de modo que a eletricidade flui. Permite que o robô detecte os obstáculos ao bater e mude seu comportamento. Também pode-se usar este sensor para informar sobre um determinado evento, que pode ser de três modos, pressionando e mantendo apertado, liberando o botão que estava apertado ou simplesmente apertando e soltando instantaneamente o botão.

Para estabelecer a ligação com um computador de modo a efetuar o download ou upload de programas, o NXT possui uma porta USB. Em alternativa, a transferência de programas pode ser efetuada por Bluetooth.



Figura 4: Download de programação via USB

Fonte: www.LEGOZOOM.com

Esse kit também inclui o NXT-G, um ambiente de programação gráfico que viabiliza a criação e o download de programas para o NXT.

O robô NXT age autonomamente de acordo com a forma como é previamente programado. Para programas simples, até cinco comandos, a programação pode ser efetuada no próprio NXT. Para programas mais complexos, terá que ser efetuada no software LEGO® MINDSTORMS® Education NXT.

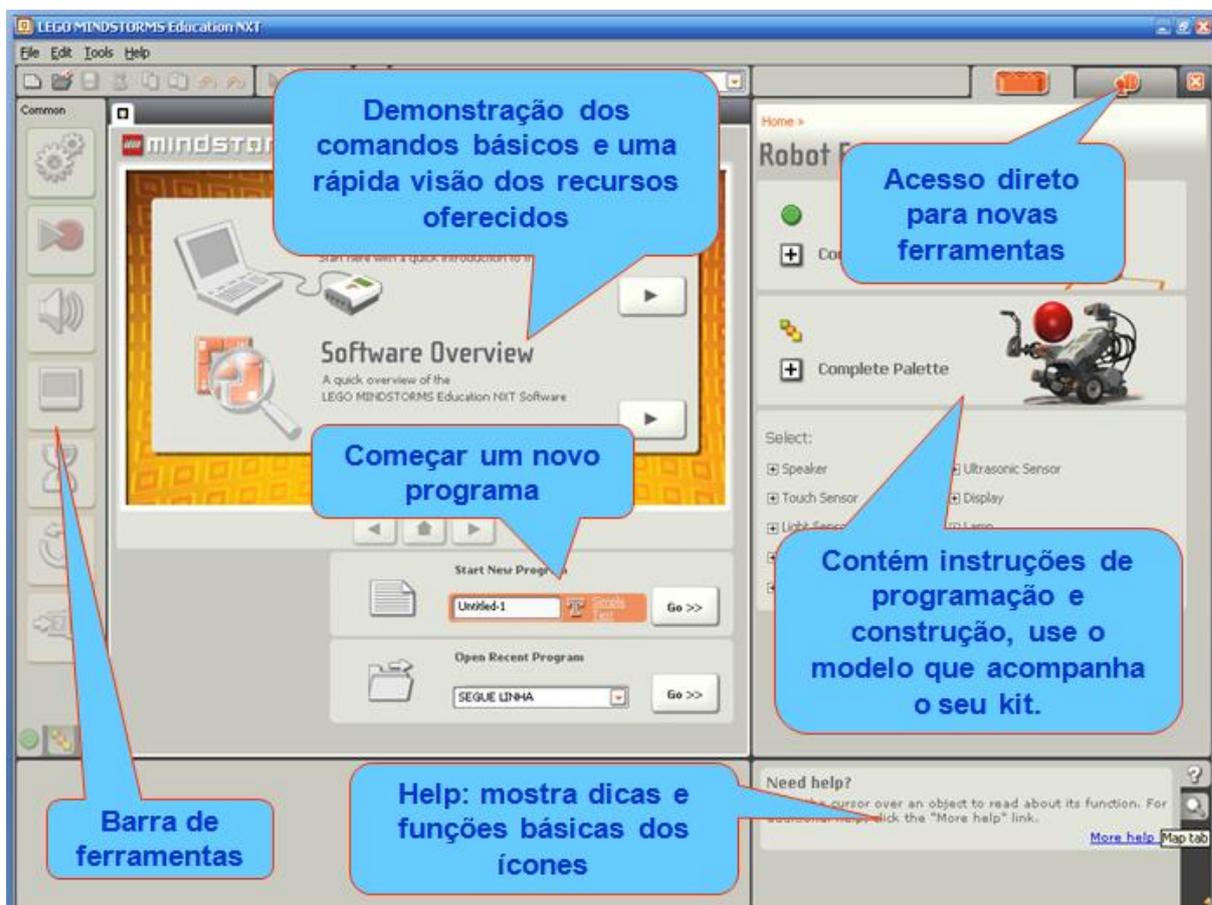


Figura 5: Página do Programa do LEGO® MINDSTORMS® Education NXT

Fonte: www.LEGOZOOM.com

O que se espera do uso do LEGO® MINDSTORMS®?

O que se objetiva com o uso do LEGO® Mindstorms® é proporcionar que o ensino da Física aconteça de forma mais participativa, onde estudantes e professores troquem ideias, construindo assim uma aprendizagem coletiva, e com isso um verdadeiro conhecimento sobre o assunto em questão. Acredita-se que o ambiente de Robótica Educacional é favorável ao levantamento de hipóteses. (FEITOSA *et al*, 2007, p.23).

Convém ressaltar que o Lego[®] Minsdtorms[®] é um ótimo kit, visto que possui um software muito didático e de fácil compreensão e manuseio, considerando que sua programação é em blocos.

3.4 As funções de cada estudante no trabalho em grupo

Na metodologia Lego Zoom os estudantes são divididos em quatro integrantes por equipe e assumem o rodízio de quatro funções especializadas:

- Líder de equipe e relator;
- Organizador;
- Construtor;
- Programador.

O líder de equipe e relator é responsável pela coordenação das atividades e elaboração do relatório. O organizador verifica a ordem do material para a atividade, distribuindo e solicitando as peças. O construtor executa as montagens e auxilia o organizador na ordenação do material. O programador executa a programação e fornece informações ao líder para a elaboração do relatório.

Acredita-se que essa distribuição de funções e divisão dos estudantes em equipes com no máximo quatro integrantes evita a ociosidade durante a realização da atividade.

3.5 Por que ensinar Física utilizando a Robótica Educacional?

A sociedade em que vivemos está permeada pelo uso da tecnologia, mas não podemos negar que, no âmbito escolar, a tecnologia, ainda em pleno século XXI, está ausente ou é pouco expressiva. A entrada de computadores nas escolas não é mais questionável. Muitos professores reconhecem que o computador facilita o processo de ensino-aprendizagem mas não fazem uso por não encontrarem uma metodologia que confira qualidade na aprendizagem.

Nesse contexto, é necessário repensar a educação de maneira mais ampla. O mero acúmulo de conhecimentos durante toda uma vida já não é uma prática possível e muito menos adequada ao estudante do século XXI. Isto significa que ele deve aproveitar e explorar ao máximo todas as oportunidades de atualizar-se,

aprofundar e enriquecer as primeiras aprendizagens educacionais, a fim de adaptar-se a um mundo em constante transformação.

Essas afirmações vêm ao encontro de que a utilização da Robótica Educacional, como ferramenta pedagógica no ensino de Física, pode oferecer ao estudante do Ensino Médio uma oportunidade de construir seu próprio conhecimento utilizando a imaginação, a fantasia, a criatividade e o intelecto. A Robótica Educacional torna-se um recurso eficaz que permite aos estudantes serem ativos no processo de aprendizagem em grupos trabalhando cooperativamente, de forma prazerosa e lúdica.

Nesse sentido, cabe ao professor organizar a aprendizagem, controlar os resultados, incentivar a cooperação, estimular a autonomia e o senso de responsabilidade dos estudantes. Nada substitui a atuação do próprio estudante no seu processo de aprendizagem, pois

O ponto de partida do ensino é sempre o conhecimento prévio do aluno, a avaliação é um instrumento de melhoria do ensino e não uma arma contra o aluno; a aprendizagem bem sucedida promove a autoestima do aluno, o fracasso faz do ato de aprender uma ameaça, o primeiro passo para o desinteresse. (FEITOSA, *et al*, 2007, p. 30).

4. AS PERSPECTIVAS CONSTRUTIVISTAS E O ENSINO DE ROBÓTICA EDUCACIONAL

As Teorias Construtivistas de Aprendizagem surgiram a partir do século XX baseadas em estudos da psicologia cognitiva do sujeito. Estas teorias propunham que o conhecimento é uma construção do sujeito, e não apenas uma informação recebida de forma passiva pelo meio. Outra proposta é a organização das experiências do sujeito, resultando na (re)construção das estruturas cognitivas.

A (re)construção das estruturas cognitivas é realizada pela linguagem visando demonstrar para o sujeito que existe um mundo exterior além daquele internalizado através da vivência. Sendo assim, pode-se notar a importância de um sujeito com mais experiência mediar, através da linguagem, o conhecimento do aluno (senso comum), e o conhecimento de origem acadêmica (conhecimento científico).

Nesta perspectiva, a mediação destes conhecimentos contribui para uma aprendizagem significativa para o aluno. Sendo assim, a seguir apresentamos uma breve discussão de algumas perspectivas construtivistas.

4.1 A perspectiva Sócio-cultural

Quando trata-se o tema de aprendizagem significativa sob a perspectiva sócio-cultural, logo remete-se a Vygotsky. Sendo que, a elaboração de sua teoria constitui-se em uma análise dos problemas de aplicação prática dos russos após a revolução socialista de 1917.

Os estudos sócio-genéticos deste cientista são desdobramentos da formação humanista. Com a proposta de tentar de evitar reducionismos e simplificações de qualquer espécie. De acordo com Bonin (1996), Vygotsky empenhou-se em criar uma nova teoria que abarcasse uma concepção de desenvolvimento cultural do ser

humano por meio do uso de instrumentos, em especial a linguagem, tida como instrumento do pensamento.

A nova teoria desenvolvida por Vygotsky tinha uma visão histórica social, que compreendia a explicação de funções psicológicas a partir de aspectos cognitivos. Portanto, trouxe contribuições para acabar com o dualismo entre os naturalistas e os mentalistas.

A teoria histórico-cultural, também conhecida como sociocultural ou sociointeracionista, está baseada nas funções psicológicas (consciência) dos indivíduos. Estas funções são classificadas como elementares e superiores. Segundo Lucci (2006), parte da concepção de que todo organismo é ativo e estabelece contínua interação entre as condições sociais, que são mutáveis, e a base biológica do comportamento humano.

Nesta perspectiva, o indivíduo forma funções mentais a partir da natureza das experiências sociais. De base biológica, são as experiências elementares como, por exemplo, ações involuntárias (ou reflexas). Também as reações imediatas (ou automáticas) que são controladas pelo ambiente externo. Estas experiências estão presentes em crianças e animais. E, as sócio-culturais, são consideradas superiores, pois apresentam características sociais como, por exemplo, a intencionalidade das ações provocadas pelos homens.

Um conceito não se forma pela interação de associações, mas mediante uma operação intelectual na qual as funções elementares participam de uma combinação específica. A palavra dirige essa operação intelectual para centrar ativamente a atenção, abstrair determinados traços, sintetizá-los e simbolizá-los por meio de um signo. (VYGOSTSKY, 1987).

Devido às interações biológicas e culturais, os indivíduos evoluem para operar o meio e, em consequência, obter o desenvolvimento mental. Este desenvolvimento ocorre devido ao processo de interiorização das funções psicológicas. Por exemplo, o processo de aquisição de linguagem contribui para a percepção de novas memórias. Sendo que, através do sistema simbólico, o homem consegue organizar

melhor os objetos por meio da nomeação, classificação e estabelecer relações entre os mesmos.

Todas as funções psíquicas superiores são processos mediados, e os signos constituem o meio básico para dominá-las e dirigi-las. O signo mediador é incorporado à sua estrutura como uma parte indispensável, na verdade a parte central do processo como um todo. Na formação de conceitos esse signo é a palavra, que em princípio tem o papel de meio na formação de um conceito e, posteriormente, torna-se o seu símbolo. (VYGOSTSKY, 1987).

A linguagem pode ser considerada um sistema de mediação simbólica em prol da comunicação, planejamento e aprendizagem. Pois, quando a linguagem é interiorizada e passa a ter significado, ela constitui a consciência interferindo no modo de sentir, pensar e agir. Em síntese, a teoria vygostskyniana rompe com as abordagens até então estruturadas e apontando uma nova abordagem de realidade e de homem.

4.2 Campos Conceituais

Para Vergnaud (1998), o campo conceitual é um conjunto informal e heterogêneo de problemas, situações, conceitos, relações, estruturas, conteúdos e operações de pensamento, conectados uns aos outros e, provavelmente, entrelaçados durante o processo de aquisição. Ou seja, o conjunto de situações tratadas através de conceitos, procedimentos e representações. Estes problemas quando são tratados necessitam de outros conceitos de áreas distintas. Sendo assim, as dificuldades encontradas anteriormente sobre a conceitualização do real são explicadas através da Teoria do Campo Conceitual.

Segundo Vergnaud (1983) três argumentos levaram ao conceito de campo conceitual:

1) um conceito não se forma dentro de um só tipo de situações; 2) uma situação não se analisa com um só conceito; 3) a construção e apropriação de todas as propriedades de um conceito ou todos os aspectos de uma situação é um processo de muito fôlego que se estende ao longo dos anos, às vezes uma dezena de anos, com analogias e mal-entendidos entre situações, entre concepções, entre procedimentos, entre significantes (VERGNAUD, 1983).

A relação entre as concepções de significações dos procedimentos é defendida pelo cientista, pois considera-se, praticamente, impossível analisar determinados conceitos de maneira isolada. O modo de solucionar esta situação de fazer recortes em diversos campos conceituais visando dar sentido a um novo conceito que esperasse adquirir. Como afirma Vergnaud (1998)

O desenvolvimento cognitivo não pode ser explicado por modelos simplistas, seja recorrendo a ideias de reprodução social, seja pela emergência de estruturas inatas do sujeito, ou ainda por meio da metáfora da mente como processamento de informação.

Portanto, é necessário para o desenvolvimento cognitivo dar toda atenção aos aspectos conceituais das situações bem como à análise das mesmas nas quais os aprendizes desenvolvem suas formas de pensar nos diversos ambientes, pois a prioridade da teoria de Vergnaud é a interação sujeito-situação. E através dos campos conceituais, também, é possível compreender, explicar e investigar o processo da aprendizagem significativa. E, quando compara-se a teoria dos campos conceituais, de Vergnaud, com a teoria da aprendizagem significativa, de Ausubel, é observado uma relação entre o campo conceitual e o campo organizado dos conceitos.

4.3 Aprendizagem Significativa

A aprendizagem significativa está baseada na Aprendizagem Cognitiva, segundo David Ausubel. Esta teoria está relacionada com a reorganização e conexão de um novo conceito aprendido aos conceitos prévios. Sendo estes conceitos identificados como Estrutura Cognitiva, pois são conceitos informais

armazenados pelo indivíduo. E para cada novo conceito assimilado e armazenado resultará num ponto de ancoragem.

O ponto de ancoragem contribui para o processo de aprendizagem do indivíduo, pois através dele novos conceitos poderão ser conectados ao pré-existentes. Sendo este processo de associação de informações conectadas denominado por Aprendizagem Significativa. Segundo Tavares (2008), em uma aprendizagem significativa não acontece apenas a retenção da estrutura do conhecimento, mas se desenvolve a capacidade de transferir esse conhecimento para a sua possível utilização em um contexto diferente daquele em que ela se concretizou.

Contrária a aprendizagem significativa está a aprendizagem mecânica. Neste tipo de aprendizagem o indivíduo apresenta poucos conceitos prévios sobre uma dada informação. E, em consequência a esta carência de pontos de ancoragem, o indivíduo obtém uma aprendizagem por memorização, pois geram novas estruturas cognitivas desconectadas das demais existentes.

Deste modo precisará de um esforço e tempo demasiados para assimilar conceitos que seriam mais facilmente compreendidos se encontrassem um conceito subsunçor, existente na Estrutura Cognitiva. Este subsunçor pode ser definido como um “ponto de ancoragem” determinado onde uma nova informação pode se conectar a estrutura cognitiva do indivíduo e apresenta organização das informações e hierarquia conceitual capaz de armazenar experiências prévias do aprendiz.

O aprendiz pode fazer conexões e reorganizações de informações por três maneiras: a aprendizagem representacional, a aprendizagem de conceitos e, por último, a aprendizagem proposicional. A primeira é baseada na atribuição de significados através de símbolos, enquanto a aprendizagem conceitual está relacionada ao significado de uma palavra. E, por fim, a aprendizagem proposicional é contrária à representacional, pois é obtida pela junção de vários conceitos para compreender um outro.

Também é importante comentar sobre a natureza da aprendizagem significativa. Por exemplo, quando o conceito novo é conectado ao subsunçor (conceito prévio) de forma a alterá-lo, denomina-se esta aprendizagem como sendo

subordinada. Para a aprendizagem de conceitos novos que são mais amplos que os subsunçores, além de assimilá-los passam a ser conectados, se define esta natureza de aprendizagem como sendo Superordenada.

A aprendizagem de natureza Combinatória pode ser caracterizada a partir de um conceito novo insuficiente para conectar os subsunçores, mas em contrapartida é amplo para ser assimilado por estes.

Portanto, na escola pode-se concluir que Ausubel contribui descrevendo sobre a valorização da Estrutura Cognitiva do aprendiz. E menciona a subordinação do método de ensino a capacidade do aluno de assimilar um novo conceito.

4.4 A Perspectiva Construtivista na Robótica Educacional

A Robótica Educacional, quando inserida nos conteúdos programáticos, torna a aula mais significativa e motivadora, desde que sejam desenvolvidas atividades relacionadas ao cotidiano do aluno, permitindo a este apresentar seus conhecimentos internalizada pela vivência no ambiente. Após esta apresentação, o professor media o conhecimento científico, adquirido na academia, e os conhecimentos dos alunos, identificados como senso comum.

Segundo Fornaza e Webber (2014), através de componentes diversos, o aluno constrói, testa hipóteses e desenvolve habilidades cognitivas variadas tais como pensamento crítico, solução de problemas, aplicação, análise e síntese, pois o ensino de Robótica pode ser adaptado à realidade de cada faixa etária, através da mediação do professor para relacionar os conhecimentos de senso comum e científicos. As relações entre estes conhecimentos ocorrem através da interação social, mas apenas esta interação não é suficiente para o aluno ter uma aprendizagem significativa. O professor deve se preocupar em dar atenção aos aspectos conceituais das situações bem como à análise das mesmas para que os alunos desenvolvam suas formas de pensar nos diversos ambientes. Além de explicitar as concepções prévias dos alunos e esclarecer e mediar as ideias entre os alunos. O professor pode, também, promover conflitos cognitivos e construir de novas ideias.

O contexto particular de cada situação estudada na Robótica tem como consequência a estruturação dos conteúdos a serem discutidos. Além de aumentar a probabilidade de envolvimento dos alunos durante as trocas de vivências, tornando assim a aprendizagem mais significativa. Pois o aluno (re)constrói os conhecimentos internalizados e, futuramente, esses conhecimentos serão apresentados na sala de aula com uma outra concepção e não aquele conhecimento de senso comum que o aluno apresentava inicialmente. Ou seja,

Neste cenário, a Robótica Educacional pode contribuir para o aprendizado científico e tecnológico, integrados a uma área de conhecimento. Sob esta perspectiva, a aprendizagem ultrapassa os limites da sala de aula, levando o aluno a elaborar conjecturas, criar soluções que interajam com o mundo real e testar como elas se comportam. Assim, além de resolver os problemas curriculares, os alunos passam a reconhecer que tais situações são reais e a aprendizagem contextualizada pode se tornar significativa e, portanto, duradoura. (FORNAZA; WEBBER, 2014, p.9)

5. METODOLOGIA

Neste capítulo descrevemos a metodologia aplicada no desenvolvimento do produto desta dissertação, isto é, descrevemos duas atividades de Física utilizando a Robótica Educacional, sendo uma sobre velocidade média e a outra sobre a Terceira Lei de Newton.

5.1 - Local do desenvolvimento da proposta do projeto

A pesquisa foi desenvolvida na Unidade SESI SENAI de Catalão local onde a professora (Ana Paula) desenvolve sua atividade docente nas disciplinas de Física e Oficinas Tecnológicas. Nesta disciplina, ministrou aulas voltadas para a implementação da Robótica para alunos do Ensino Médio concomitante às aulas de Física. Portanto, esta possibilidade de ministrar as duas disciplinas contribuiu para a elaboração e desenvolvimento da proposta desta dissertação.

A Robótica Educacional foi implementada na Unidade no ano de 2015 a partir da necessidade da Gerência de Educação Básica (GEB) de incluir os alunos das Unidades SENAI SESI nas tecnologias educacionais de ensino. Contando com a (re)construção de conceitos dos alunos a partir das trocas de experiências vivenciada por alunos e professor, contribuindo para uma aprendizagem mais significativa dos alunos durante o desenvolvimento dos conceitos de Física e Robótica.

Na Unidade, como mencionado anteriormente, os professores envolvidos com a Robótica foram preparados através de cursos de formação continuada, como a divulgação e estudo do material do Programa de Educação Tecnológica ZOOM Education for life do Ensino Médio. Nessa capacitação foi mostrada a Robótica Educacional como ferramenta metodológica inovadora e motivadora para a melhoria do processo de ensino aprendizagem.

E, por fim, outro fator que contribui para a escolha da instituição de ensino mencionada anteriormente foi o apoio oferecido para a realização de atividades

interdisciplinares e voltadas para o processo de ensino-aprendizagem. E a acessibilidade dos kits da LEGO® Mindstorms® NXT disponíveis na escola.

A instituição possui um laboratório apropriado para as aulas de Robótica com capacidade máxima de 40 alunos. Neste laboratório estão disponibilizadas 10 mesas redondas para o desenvolvimento das atividades de Robótica. Sendo assim, cada mesa comportará, no máximo, de 4 alunos possibilitando um maior tempo para discussões e troca de experiências. E a decisão da quantidade máxima de aluno está relacionada com a proposta pedagógica do material de apoio Manual do Educador, Revista Zoom Education for Life.

Os alunos trabalham em equipe assumindo a permuta entre quatro funções especializadas:

O **organizador** é responsável pela maleta LEGO®, devendo coordenar a equipe para que todos auxiliem na contagem das peças e forneçam os dados necessários à elaboração do relatório. O **construtor** é responsável pela montagem, organização e participação dos companheiros. O **relator** é responsável pela elaboração do relatório da equipe sobre a montagem e realização do desenho do projeto. O **apresentador**, por sua vez, é responsável pela apresentação da montagem pronta (como funciona e para que serve) e da opinião dos membros da equipe. (FRANCESCHINI; GONÇALVES, 2012, p.5)

A partir da escolha da instituição de ensino, foi realizado um levantamento para a escolha das turmas do EBEP que estariam envolvidas com a atividade de Robótica voltada para o ensino de Física.

5.2 – Público envolvido nas atividades de Robótica voltada para o ensino de Física

A Unidade escolhida trabalha com a modalidade de ensino articulado, na qual o aluno no final de etapas faz a conclusão do Ensino Médio juntamente com o Técnico. Dentre os cursos técnicos do SENAI para o EBEP são disponibilizados Eletrotécnica, Mecânica e Química. Sendo que a escolha do curso é realizada pelo aluno e/ou responsáveis no ato de matrícula na secretaria.

Lembrando que, após a escolha do curso o aluno cursará uma grade curricular básica e outra técnica. Aquela é semelhante à grade de um Ensino Médio Regular, contemplando as disciplinas de Língua Portuguesa, Língua Estrangeira, Matemática, Física, Química, Biologia, Geografia, História, Sociologia, Filosofia e Educação Física e, para as turmas de segunda etapa, a disciplina de Arte. A grade curricular das disciplinas técnicas depende da escolha feita pelo aluno e/ou responsáveis no ato da matrícula, pois o curso técnico de Eletrotécnica, Mecânica e Química disponibilizam carga horária e conteúdo programático segundo a necessidade de cada um.

Após a escolha do curso técnico, o aluno cursa educação básica e ensino técnico concomitantemente. No ano de 2015 foi implementado na Unidade as Disciplinas Transversais na grade curricular da educação básica. As disciplinas contempladas na modalidade transversal são Atualidades, Ciências Aplicadas, Oficinas Tecnológicas e Projetos de Aprendizagem. Estas disciplinas visam proporcionar ao aluno uma maior interdisciplinaridade entre as áreas do conhecimento, pois são planejadas e desenvolvidas segundo a mesma temática. E, no ano de 2015, foram implementadas apenas para as turmas ingressantes, ou seja, as turmas de primeira etapa.

Portanto, os alunos selecionados para desenvolver o uso da Robótica voltado para o ensino de Física foram os de primeira etapa dos cursos de Eletrotécnica, Mecânica e Química, pois teriam aulas de Oficinas Tecnológicas e Física, podendo assim promover uma aprendizagem mais significativa da Física a partir dos conceitos da Robótica Educacional.

O número total de alunos envolvidos nas propostas do projeto foi 98. Sendo 36 alunos da turma de Eletrotécnica, 32 da Mecânica e 30 da Química. A faixa etária dos alunos participantes variava entre 14 a 16 anos. Aplicamos as propostas nas três turmas mencionadas visando evitar divergência entre os planos de aula das mesmas.

5.3 – Desenvolvimento das atividades propostas relacionadas ao uso da Robótica para o ensino de Física

5.3.1 – Levantamento das concepções prévias dos alunos

As atividades foram aplicadas no horário de aula da disciplina transversal, Oficinas Tecnológicas, no período vespertino, totalizando 8 horas-aula e cada aula com duração de 50 minutos.

Em relação à seleção dos conteúdos a serem abordados foi realizado um levantamento prévio. Este levantamento consistiu na aplicação de uma avaliação diagnóstica que contemplava três questões sobre a temática Mecânica. Cada questão estava relacionada a um conhecimento de Cinemática, Dinâmica e Estática. Com o objetivo de verificar os conteúdos de Física estudados ou não no Nono Ano do Ensino Fundamental.



Figura 6: Alunos que estudaram ou não Física no Nono Ano

Fonte: Própria.

A partir da análise da avaliação diagnóstica foi constatado que 60% dos alunos haviam deixado a atividade sem resposta total ou parcialmente, devido ao fato de não terem estudado os conteúdos de Física na série anterior. E, dos 40% restantes, a maior parte apresentava dificuldade de entender e expressar os conhecimentos que haviam estudado sobre Mecânica, conforme apresentado no gráfico abaixo.

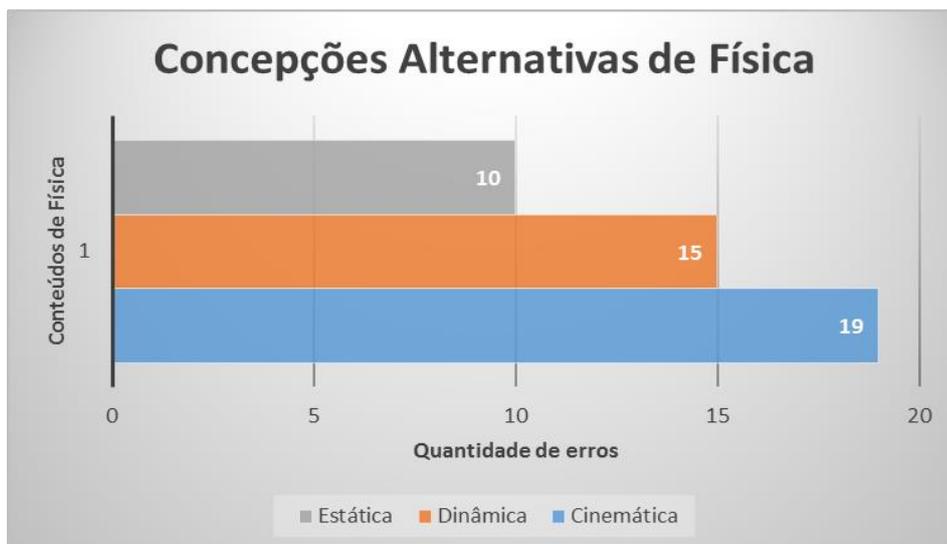
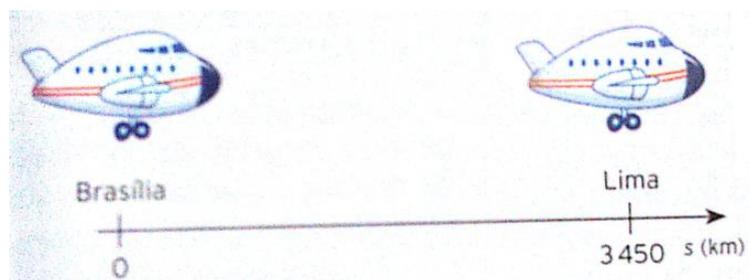


Figura 7: Erros conceituais apresentados pelos alunos na avaliação diagnóstica

Fonte: Própria.

Dentre os conhecimentos estudados na série anterior e que ainda não haviam sido aprendidos de forma significativa foram selecionados dois. Na Cinemática, foi priorizado o estudo de velocidade média e, na Dinâmica, a Terceira Lei de Newton. Estes foram os que apresentaram um maior número de concepções alternativas em discordância com o conhecimento científico. Também, os conceitos trabalhados estão de acordo com os Conteúdos Básicos Comuns (CBC), documento este que rege os cursos das escolas rede SESI.

Questão 01: Um avião parte de Brasília (DF) com destino à cidade de Lima, capital do Peru. Adota-se o sistema de referência esquematizado na figura a seguir.



Responda as seguintes questões:

- Qual o deslocamento escalar do avião?
- Qual é a velocidade média desenvolvida por ele, se o intervalo de tempo gasto entre Brasília e Lima foi de 5 h?

Figura 8: Questão de cinemática apresentada na avaliação diagnóstica.

Fonte: Própria.

Na questão de Cinemática, ao apresentar uma questão sobre o cálculo de deslocamento escalar e velocidade média, surgiram dificuldades conceituais relacionadas à necessidade de tratar outros conceitos de áreas distintas. Como, por exemplo, a resolução de um cálculo de divisão, a interpretação da palavra velocidade e o uso de fórmulas durante a resolução. Essas observações foram feitas durante a correção da avaliação diagnóstica aplicada aos alunos.

Para Vergnaud (1998), o campo conceitual é um conjunto informal e heterogêneo de problemas, situações, conceitos, relações, estruturas, conteúdos e operações de pensamento, conectados uns aos outros e, provavelmente, entrelaçados durante o processo de aquisição. Sendo assim, as dificuldades encontradas anteriormente sobre o cálculo de deslocamento escalar e da velocidade média são explicadas através da Teoria do Campo Conceitual.

Nesta teoria, o conceito é construído a partir de situações-problemas assim como de outros conhecimentos relacionados ao conceito estudado. Ou seja, o aluno não consegue calcular a velocidade devido à ausência de relação com os conceitos de tempo e deslocamento escalar. Além disso, o processo de construção e apropriação de conceitos não é realizado em apenas um momento, mas sim no decorrer do desenvolvimento cognitivo do aluno.

Questão 02: Na primeira cena da tirinha a seguir, Mônica usa seu coelhinho de pano para atingir Cebolinha. Use uma lei de Newton para explicar o que acontece com o coelhinho no terceiro quadro.



MAURICIO DE SOUSA. Disponível em: <<http://www.monica.com.br/index.htm>>. Acesso em: 15 jun. 2013.

Figura 9: Questão de dinâmica apresentada na avaliação diagnóstica.

Fonte: Própria.

Nas resoluções da questão sobre cinemática pode-se perceber que os conceitos não devem ser trabalhados de forma isolada ou por reprodução de conceitos transmitidos pelo professor. Devido à falta de esclarecimento do conceito de força e do Princípio da Terceira Lei de Newton, conhecida como ação-reação, na qual as forças atuam sempre em pares e a partir de corpos distintos e, portanto, nunca se equilibram, não é suficiente para a aprendizagem do aluno apenas a representação dos vetores das forças é necessário o conhecimento do conceito relacionado a estas forças. Afinal

a palavra reação tem o sentido de ação que vem de outra ação, motivada por ela e em resposta a ela. Mas não é assim que o termo “reação” deve ser entendido no contexto da Terceira Lei de Newton em que exprime uma ação que ocorre simultaneamente a outra ação, e não depois dela. Ou seja, as forças atuam aos pares. Há uma força de ação e outra de reação (simultâneas), logo, o par de forças é a interação entre os corpos. (FUKUI; MOLINA; OLIVEIRA, 2014, p.131)

É necessário para o desenvolvimento cognitivo dar toda atenção aos aspectos conceituais das situações bem como à análise das mesmas nas quais os alunos desenvolvem suas formas de pensar em diversos ambientes, pois a prioridade da teoria de Vergnaud é a interação sujeito-situação e através dos campos conceituais, também, é possível compreender, explicar e investigar o processo da aprendizagem significativa.

5.3.2 – Aplicações das atividades das propostas utilizando a Robótica no Ensino de Física

A atividade proposta 01 intitulada Velocidade Média, descrita no apêndice 2, foi uma adaptação de um experimento apresentado no livro Experimentos de Física Básica (PERUZZO, 2012). Nesta atividade foi utilizado um carro-robô, que possibilitou aos estudantes a construção do conceito de velocidade média, demonstrando o quanto essa grandeza física está presente em nosso cotidiano.

Após a montagem do robô feita pelos alunos, este percorreu uma dada distância, várias vezes, cujos tempos de percurso foram contabilizados por sua

programação, produzindo dados para o cálculo da velocidade média. Lembrando que a atividade sobre velocidade média foi estruturada em quatro etapas.

Tabela 1: Descrição das etapas desenvolvidas na atividade intitulada Velocidade Média, na disciplina de Oficinas Tecnológicas.

Atividade 01: Velocidade Média		
Etapas	Momentos	Descrição
1. Questões (50 minutos)	Problematização	<ol style="list-style-type: none"> 1. Qual grandeza física pode ser calculada através dos materiais como fita adesiva, fita isolante, trena ou fita métrica e protótipo do robô? 2. Quais as possíveis unidades de medida usadas para representar a velocidade média de um carro? 3. Como calcular a velocidade com base no espaço percorrido e no tempo? 4. Qual o significado da representação da barra na unidade de medida de velocidade "km/h"?
2. Construção do robô (50 minutos)	Organização do conhecimento	Apresentação e orientações sobre o roteiro descritivo intitulado Velocidade Média.
3. Medidas de tempo e espaço (50 minutos)		<ul style="list-style-type: none"> - Discussão do conceito de velocidade média a partir dos valores medidos de tempo (programação do robô) e espaço percorrido (trena). - Introdução ao conceito de conversão de unidade de medida de tempo e espaço percorrido.
4. Dados experimentais (50 minutos)	Aplicação do conhecimento	Preenchimento do relatório de registro de atividade experimental desenvolvida.

Fonte: Própria.

Na primeira etapa, no momento de problematização, os alunos foram questionados sobre alguns conceitos relacionados à Cinemática, como, por exemplo, “Qual a grandeza física pode ser calculada através dos materiais como fita adesiva, fita isolante, trena ou fita métrica e protótipo do robô?”. Em seguida, a professora (Ana Paula) perguntou “Quais as possíveis unidades de medida usadas para representar a velocidade média de um carro?” Além de “Como calcular a velocidade com base no espaço percorrido e no tempo?”. E, por fim, “Qual o significado da representação da barra na unidade de medida de velocidade "km/h"?”

Na segunda etapa, os alunos foram orientados a formar equipes com quatro integrantes e a construir o protótipo do robô. Sendo este robô projetado com a missão de calcular a velocidade a partir do registro de tempo gasto durante o seu percurso. Para a construção do robô foi necessário entregar para cada equipe um kit LEGO® Mindstorms® NXT 9797, um notebook para realizar a programação e o manual de montagens, o qual se encontra descrito no produto dessa dissertação.

Após construir o robô, na terceira etapa, cada equipe realizou algumas medidas de espaço percorrido pelo mesmo e cronometraram o tempo correspondente. A largada foi demarcada com fita adesiva. Informamos às equipes que a distância seria medida por um submúltiplo do quilômetro, o centímetro, e o tempo, em segundos. Inicialmente, a programação do robô foi fornecida aos alunos devido à complexidade da mesma e ao pouco contato dos alunos com este tipo de programação.

Na quarta etapa, observou-se a participação individual dos estudantes, além da cooperação para a realização da atividade de preenchimento do relatório. Também foi avaliado como as equipes registraram os dados da observação numa tabela e como explicaram a obtenção da velocidade média do carro-robô.

Em continuidade à implementação da Robótica Educacional no ensino de Física, os alunos buscaram evidenciar a Terceira Lei de Newton. Esta temática foi selecionada a partir do levantamento realizado através do instrumento de avaliação diagnóstica, citado anteriormente. A atividade 02 foi intitulada de Carro Movido a Ar e está descrita no apêndice 3. Lembramos que a atividade foi uma adaptação de um experimento apresentado no livro Experimentos de Física Básica (PERUZZO, 2012). Maiores detalhes sobre o desenvolvimento das etapas da atividade estão relacionados a seguir.

Tabela 2: Descrição das etapas desenvolvidas na atividade intitulada Carro Movido a Ar, na disciplina de Oficinas Tecnológicas.

Atividade 02: Carro Movido a Ar		
Etapas	Momentos	Descrição
1. Questões (50 minutos)	Problematização	O que significa “ação” e “reação”?
2. Construção do robô (50 minutos)	Organização do conhecimento	Apresentação e orientações sobre o roteiro descritivo intitulado Carro Movido a Ar.
3. Programação (50 minutos)		Elaboração da programação, segundo instruções contidas no roteiro descritivo desta dissertação.
4. Dados experimentais (50 minutos)	Aplicação do conhecimento	Preenchimento do relatório de registro de atividade experimental desenvolvida.

Fonte: Própria.

Na primeira etapa foi realizada uma conversa com os alunos com a intenção de verificar o conhecimento prévio sobre a ideia do princípio da ação e reação. Esta conversa foi iniciada com a pergunta “O que significa ação e reação?”. Em seguida, na etapa 2, os alunos foram organizados em grupos com quatro integrantes visando iniciar o trabalho com o Kit LEGO® Mindstorms® NXT 9797. A realização deste trabalho está ligada à missão de colocar em movimento os motores do protótipo e, conseqüentemente, promover o giro das hélices como num ventilador.

Para a construção do robô foi entregue para cada equipe um kit, um notebook para realizar a programação e o manual de montagens, o qual se encontra no produto dessa dissertação. E, após a construção do robô, na terceira etapa, cada equipe fez alguns testes com o carro movido a ar. Depois de realizar a programação e colocar os motores em funcionamento, os alunos foram orientados a observar o movimento do robô e, durante o processo de observação, deveriam dar ênfase ao movimento das hélices.

E, por fim, na quarta etapa, orientamos os alunos a registrar no relatório o que conseguiram compreender a partir das discussões e da experiência do robô para demonstrar a Terceira Lei de Newton. Assim como na primeira atividade, foi desenvolvido um trabalho em equipe e de forma cooperativa.

6. (RE)PENSANDO AS ATIVIDADES EXPERIMENTAIS DE ROBÓTICA NO ENSINO DE FÍSICA

Neste capítulo apresentamos uma análise e discussão da aplicação das atividades realizadas através da Robótica Educacional no ensino de Física. Buscando (re)pensar as atividades desenvolvidas nas aulas de Física, de modo a contribuir para uma aprendizagem mais significativa através da interação social.

A atividade 01 foi desenvolvida em quatro etapas abordando alguns conceitos de Cinemática. Nesta atividade, a primeira etapa, no momento de problematização, os alunos apresentaram alguns conceitos relacionados ao senso comum. Mas não conseguiram identificar a razão entre o deslocamento escalar e tempo. Porém, como mencionado anteriormente, apresentam algumas palavras relacionadas ao conceito de velocidade média. Logo, podemos notar que o processo de problematização contribui para a troca de experiência vivida pelos alunos e o professor consegue ter um melhor esclarecimento sobre a forma como o aluno aborda determinados conhecimentos científicos no local onde se relaciona com as demais pessoas.

Nesta perspectiva, o aluno forma funções mentais a partir da natureza das experiências sociais. Estas são controladas pelo ambiente externo e estão presentes em crianças e animais. E as experiências sócio-culturais são consideradas superiores, pois apresentam características sociais como, por exemplo, a intencionalidade das ações provocadas pelos homens.

Portanto, se o professor entender a maneira de pensar do aluno isso contribui para promover o ponto de ancoragem, como afirma Ausubel. Além de contribuir para o processo de aprendizagem do indivíduo, pois através deste ponto novos conceitos poderão ser conectados ao pré-existentes, sendo este processo de associação de informações conectadas denominado por Aprendizagem Significativa.

Outro ponto que merece destaque é o conflito de conhecimento entre os próprios alunos. Pois quando o aluno apresenta o conhecimento sobre velocidade, o aluno que não tem o mesmo entendimento passa por um processo de conflito cognitivo. Logo, começa a discussão sobre qual conceito estará sendo aplicado de forma correta. Sendo assim, cabe ao professor promover a mediação dentro de sala de aula.

O processo de mediação também é contemplado na segunda etapa, quando os alunos foram orientados a formar equipes com quatro integrantes e a construir o protótipo do robô. Este robô foi projetado com a missão de calcular a velocidade a partir do registro de tempo durante o percurso efetuado pelo robô.

Para a construção do robô foi necessário entregar para cada equipe um kit LEGO® Mindstorms® NXT 9797, um notebook para realizar a programação e o manual de montagens, o qual se encontra no produto dessa dissertação. Durante a entrega do material os alunos demonstraram interesse em conhecer e manusear o mesmo, bem como expectativa e curiosidade para estudar os conceitos de Física através da Robótica Educacional.

Na terceira etapa, cada equipe fez algumas medidas do espaço percorrido pelo robô e cronometraram o tempo correspondente, conforme demonstrado nas figuras 10 e 11. Em seguida, os alunos foram orientados a demarcar a largada com fita adesiva. Os resultados observados após cada medida foram anotados para futuro preenchimento do relatório e discussão do cálculo de velocidade média. As respostas dos cálculos de velocidade média foram determinados em centímetro por segundo (cm/s).



Figura 10: Imagem do carro-robô construído pelos estudantes.

Fonte: Própria.



Figura 11: Foto do momento em que o carro-robô detecta a faixa preta e registra o tempo que percorreu uma determinada distância na tela do seu brick.
Fonte: Própria.

Após o cálculo da média aritmética dos cinco valores de velocidade média foi discutida a conversão de unidade de medida sobre espaço percorrido e tempo. Inicialmente, a programação do robô foi fornecida aos alunos devido à complexidade da mesma e ao pouco contato dos alunos com este tipo de programação.

É importante ressaltar que durante a atividade os estudantes utilizaram terminologia científica, discutida anteriormente durante o momento de organização do conhecimento, para descrever movimentos presentes em situações cotidianas. Constatamos que os alunos conseguiram entender os conceitos físicos envolvidos no experimento, pois participaram ativamente da aula.

Na quarta etapa, observamos a participação individual dos estudantes, além da cooperação para a realização da atividade de preenchimento do relatório. Também foi avaliado como as equipes registraram os dados da observação numa tabela e como explicaram a obtenção da velocidade média do carro-robô. Essa atividade incentiva a capacidade de organização, raciocínio lógico e criticidade dos alunos durante o processo de análise de resultados e, conseqüentemente, uma aprendizagem mais significativa e cooperativa dos alunos de 1ª etapa do Ensino Médio articulado dos cursos de Eletrotécnica, Mecânica e Química.

Por fim, percebemos que através da realização da atividade 01 os alunos apresentaram um maior envolvimento nos momentos de discussão e desenvolvimento da atividade, além do bom desempenho na resolução do cálculo de

velocidade média. Alguns alunos relataram sobre a importância da metodologia utilizada e disseram que entenderam a proposta aplicada, como está demonstrado nas figuras 12 e 13 do relatório de um grupo.

Nesta atividade cada um desempenhou suas funções da melhor maneira. Para decidir as funções de cada membro, levamos em consideração as facilidades que cada um tem. A organizadora Vitória reparou as peças utilizadas na montagem, encontrando dificuldade apenas para encontrar algumas peças que não continham no kit, sendo necessário pedi-las com a professora. A construtora Larissa Rodrigues ficou encarregada da montagem, com o auxílio de todos os membros do grupo, e encontrou dificuldade na montagem de algumas partes. A labrielly auxiliou a construtora Larissa na montagem, mostrando as partes da mesma. A líder Larissa ficou responsável pela realização do relatório, desempenhando as funções de cada membro na atividade.

Figura 12: Registro de um relator de grupo durante a realização da atividade 01.

Fonte: Própria.

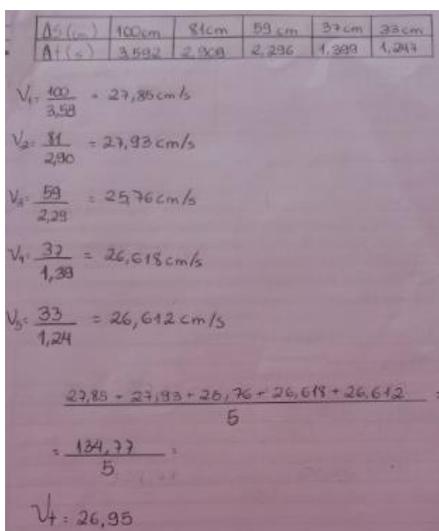


Figura 13: Cálculo da velocidade média do carro-robô a partir dos registros de tempo e espaço percorrido.

Fonte: Própria.

Na atividade 2, o experimento do Carro Movido a Ar foi desenvolvido através de demonstração. Enfatizando as discussões realizadas e mediadas em sala de aula. Estas discussões visavam evidenciar o princípio da ação e reação no

movimento de um carro com um ventilador acoplado. Para iniciar a atividade, os alunos foram questionados sobre os significados das palavras ação e reação.

A partir do levantamento prévio realizado, a professora (Ana Paula) conseguiu estabelecer a relação entre as concepções alternativas dos alunos e os conhecimentos científicos a serem estudados, pois a significação de conceitos para solucionar problemas não pode ser estudada de forma isolada, sendo necessário o levantamento prévio, como citado acima, para identificar quais os conceitos que o professor deve abordar durante a mediação, no momento de organização do conhecimento.

Durante a construção do robô, a partir do roteiro descrito no apêndice 3, os alunos verificaram que o movimento do ar causado pelas hélices do ventilador desloca o robô num sentido oposto ao da movimentação do ar. Em seguida, a professora (Ana Paula) inclinou levemente as hélices do ventilador com a finalidade de que, ao moverem-se, empurrassem o ar para trás, como apresentado na figura 14. Ela questionou os alunos sobre o resultado esperado com a alteração realizada.

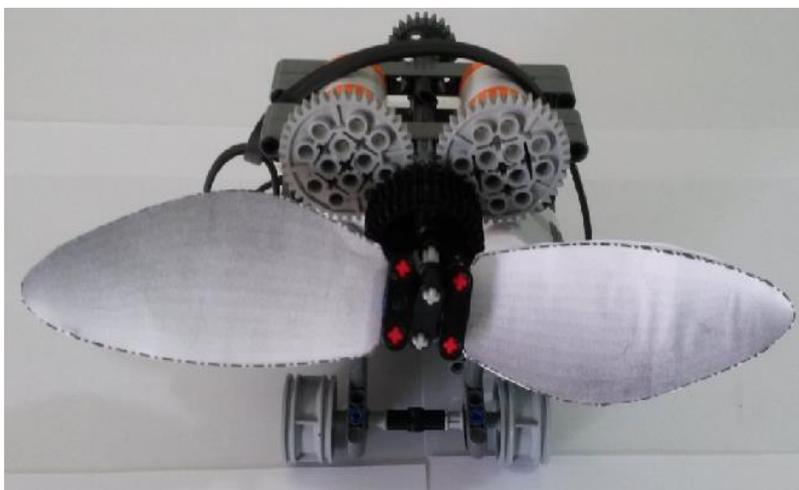


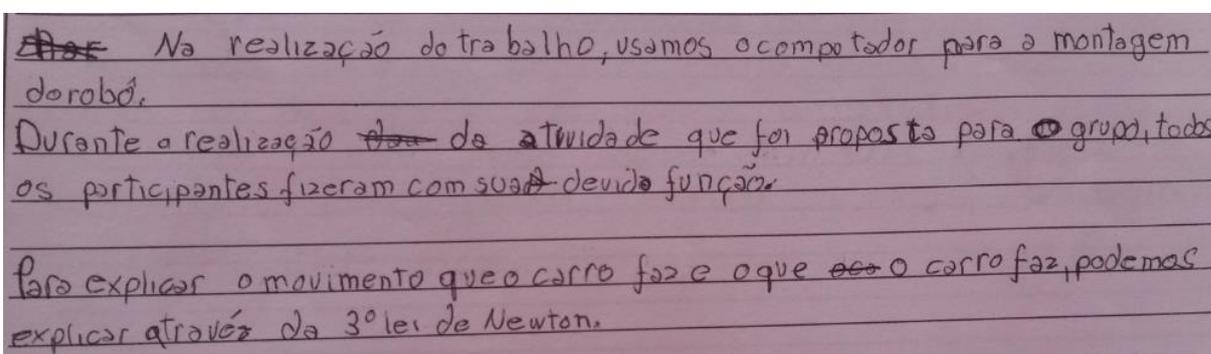
Figura 14: Protótipo utilizado no desenvolvimento da atividade 02.

Fonte: Própria.

Alguns alunos apresentavam conceitos relacionados à inclinação das hélices, utilizando, portanto, o conhecimento do senso comum. Sendo assim, a professora utilizava estes momentos para promover uma maior interação entre os grupos, além

de mediar o conhecimento alternativo e o científico, explicando que o ar empurrado para trás empurrava as hélices do ventilador para frente. Como o ventilador estava acoplado no carro este recebeu a ação da reação do ar, movendo-se para frente.

Percebemos que nessa atividade os estudantes também conseguiram realizar o que foi proposto e souberam dividir as funções de cada aluno do grupo, conforme a orientação do professor. Além de promover uma mediação simbólica em prol da comunicação, planejamento e aprendizagem, pois quando a linguagem é interiorizada e passa a ter significado, ela constitui a consciência interferindo no modo de sentir, pensar e agir, como apresentado no recorte de relato a seguir.



~~Para~~ Na realização do trabalho, usamos o computador para a montagem do robô.
Durante a realização ~~da~~ da atividade que foi proposta para o grupo, todos os participantes fizeram com suas devidas funções.
Para explicar o movimento que o carro faz e o que ~~o~~ o carro faz, podemos explicar através da 3ª lei de Newton.

Figura 15: Registro descrito do relator de um grupo durante a realização da atividade 02

É importante ressaltar as contribuições da aprendizagem significativa de novos conceitos, pois esta aprendizagem é mais abrangente quando o aluno apresenta previamente algo para relacionar ao cotidiano. Além de assimilar novos conceitos, a esses são dados significados. Nesta perspectiva pode-se entender a aprendizagem significativa a partir de um conceito novo que se conecta aos outros conceitos já existentes.

Portanto, nesta dissertação pode-se concluir que a teoria de Ausubel contribui para a valorização da Estrutura Cognitiva do aluno e a subordinação do método de ensino à capacidade do aluno de assimilar um novo conceito.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Após a análise dos dados obtidos, percebemos que, o uso da Robótica Educacional nas aulas de Física nas turmas de 1ª Etapa do EBEP na Unidade SESI SENAI de Catalão teve uma boa aceitação pelos alunos que participaram dessa pesquisa. Durante as atividades desenvolvidas, os alunos participaram ativamente, utilizaram as terminologias científicas adequadas para descrever movimentos presentes em situações vivenciadas, aprendendo de forma significativa alguns dos conceitos físicos envolvidos nos experimentos. Nesta perspectiva, a realização das atividades sobre a Velocidade Média e sobre a Terceira Lei de Newton com a utilização da Robótica Educacional propiciou melhorias significativas em relação ao nível de motivação dos alunos que se refletiu no comportamento, desempenho e participação, principalmente dos alunos com déficit de atenção.

Nas atividades realizadas, os alunos mostraram durante o momento de problematização que possuíam o conhecimento do senso comum das grandezas físicas envolvidas no tema estudado, mas ainda tinham dificuldade de associá-las ao conhecimento científico. Por isso, justificou-se a realização dessa atividade de forma dinâmica, lúdica e tecnológica. “É imprescindível o mundo vivencial dos alunos, sua realidade próxima ou distante, os objetos e fenômenos com que efetivamente lidam, ou problemas e indagações que movem a curiosidade” (BRASIL, 1999, P. 23).

Na organização do conhecimento, foram realizados pelos estudantes a montagem do robô bem como os testes do mesmo em movimento. Nesse momento, observamos a interação dos alunos durante o trabalho em grupo. Nessa etapa, os integrantes se organizaram para dar oportunidade de todos colocarem a “mão na massa” e participarem efetivamente da construção do seu conhecimento sobre o tema abordado na atividade. “Quando ‘raciocinamos com nossos dedos’ (aprender fazendo), liberamos energias criativas, modos de pensamento e modos de ver as coisas que, de outra forma, nunca poderiam ser liberados” (PIETROCOLA, 2012, p. 4).

Com o preenchimento do relatório, na aplicação do conhecimento, cada grupo mostrou-se empolgado em sua realização. Conforme mostrado no capítulo 6, os alunos relataram de fato como foi desempenhada a função de cada integrante nesse

momento. Os alunos explicaram como fizeram as montagens dos protótipos e explicaram o funcionamento dos mesmos. Explicitaram as medidas das grandezas realizadas bem como a interpretação e os cálculos feitos. Convém ressaltar que o sucesso desse momento depende de forma significativa da capacidade de mediação do professor. Faz-se necessário uma mediação que seja previamente planejada com os estudantes sobre a montagem e os testes realizados com o protótipo construído em cada atividade proposta.

Nessa perspectiva, pode-se afirmar que a utilização da Robótica Educacional como ferramenta pedagógica nas aulas de Física no Ensino Médio permite a aprendizagem colaborativa, o que faz com que todos compartilhem, em sala de aula, os conhecimentos, as habilidades e as competências adquiridas. Isso favorece a aprendizagem significativa, visto que os alunos percebem a importância do que estão aprendendo para suas vidas. Além disso, desenvolve a disciplina dos alunos, ajudando-os a seguir regras e funções estabelecidas por eles mesmos, bem como pela sociedade.

REFERÊNCIAS

BRASIL. Ministério da Educação (MEC), Secretaria de Educação Média e Tecnológica (Semtec). **Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio**. Brasília: MEC/Semtec, 1999.

FEITOSA, J. G.; RAMOS, R.; OLIVEIRA, R. D.; JUNIOR, A. S.; OLIVEIRA, R. S. **Robótica educacional utilizando lego como facilitador no processo ensino e aprendizagem da disciplina física (8ª série)**. Santo André, São Paulo, 2007.

FERREIRA, A. B. H. **Novo dicionário da língua portuguesa**. 2. ed. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1986.

FORNAZA, R., WEBBER, C. G. Robótica Educacional Aplicada À Aprendizagem em Física. In: **Ciclo de Palestras Sobre Novas Tecnologias na Educação**, 23., 2014, Porto Alegre. *Anais...* Porto Alegre, 2014.

FURLETTI, S. **Exploração de tópicos de matemática em modelos robóticos com utilização do software Slogo no ensino médio**. Saulo Furletti. Belo Horizonte, 2010.

LUCCI, M. A. A Proposta De Vygotsky: A Psicologia Sócio-Histórica. **Revista de currículum y formación del profesorado**, n. 10, v. 2, 2006.

MIRANDA, J. R.; SUANNO, M. V. R. **Robótica pedagógica: prática pedagógica inovadora**. Curitiba: PUCPR, 2009.

PERUZZO, J. **Experimentos de Física Básica: Mecânica**. São Paulo: Livraria da Física, 2012.

PIETROCOLA, M., ROUXINOL, E., BROCKINGTON, G., SCHIVANI, M., ANDRADE, R., ROMERO, T. **Programa de Educação Tecnológica ZOOM Ensino Médio - Manual do Educador**. Curitiba – PR, ZOOM Editora Educacional Ltda, 2012.

RABELO, A. P. S. **Os Centros de Interesse no Ensino Médio**. Trabalho de Conclusão de Curso - Catalão, UFG, 2013

SILVA, A. **RoboEduc: Uma Metodologia de Aprendizado com Robótica Educacional**. Natal, 2009.

STOPPA, M.H. **A Robótica Educacional em experimentos elementares de Física**. Juiz de Fora, 2012.

TAVARES, R. Aprendizagem Significativa. **Revista Conceitos**, n.55, v.10, 2004.

VERGNAUD, G. Quelques problèmes théoriques de la didactique a propos d'un exemple: les structures additives. **Atelier International d'Eté: Recherche en Didactique de la Physique**. La Londe les Maures, 1983.

VERGNAUD, G. A comprehensive theory of representation for Mathematics Education. **Journal of Mathematical Behavior**, v. 2, n. 17, p. 167-181, 1998.

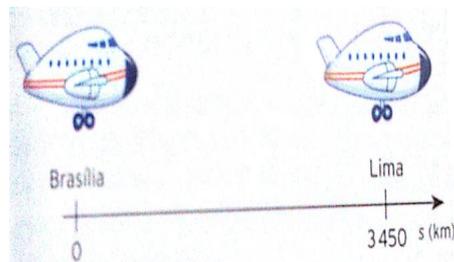
VYGOTSKY, L. S. **Pensamento e linguagem**. Trad. de J.L. Camargo. São Paulo: Martins Fontes, 1987.

ZILLI, S. R. **A Robótica Educacional no Ensino Fundamental: Perspectivas e Práticas**. Dissertação de Mestrado – Florianópolis: UFSC, 2004.

APÊNDICE 1

Avaliação Diagnóstica

Questão 01: Um avião parte de Brasília (DF) com destino à cidade de Lima, capital do Peru. Adota-se o sistema de referência esquematizado na figura a seguir.



Responda as seguintes questões:

- Qual o deslocamento escalar do avião?
- Qual é a velocidade média desenvolvida por ele, se o intervalo de tempo gasto entre Brasília e Lima foi de 5 h?

Questão 02: Na primeira cena da tirinha a seguir, Mônica usa seu coelhinho de pano para atingir Cebolinha. Use uma lei de Newton para explicar o que acontece com o coelhinho no terceiro quadro.



Questão 3: A fotografia a seguir mostra um recipiente completamente preenchido com líquidos de diferentes densidades, correspondentes a cada uma das cores. Identifique qual é o líquido mais denso.



APÊNDICE 2

Roteiro experimental utilizado para o desenvolvimento da atividade proposta 1 sobre Cinemática para o uso da Robótica Educacional no ensino de Física.

Título:

Velocidade Média

Objetivo:

Estudar experimentalmente o conceito de velocidade média.

Materiais:

1 giz, 1 trena, 1 cronômetro, 1 carrinho elétrico (movido à pilha).

Montagem e Procedimento

1. Com o giz faça duas marcas no chão, de modo a delimitar uma distância entre elas.
2. Com a trena meça essa distância.
3. Ligue o carrinho elétrico e, com o cronômetro marque o tempo que o necessário para o mesmo percorrer essa distância.
4. Repita algumas vezes o mesmo procedimento e determine a velocidade média do carrinho no percurso.

Referência:

PERUZZO, J. **Experimentos de Física Básica: Mecânica**. 1ª edição. São Paulo: Livraria da Física. 2012.

APÊNDICE 3

Roteiro experimental utilizado para o desenvolvimento da atividade proposta 2 sobre Dinâmica para o uso da Robótica Educacional no ensino de Física.

Título:

Skate movido pelo ar

Objetivo:

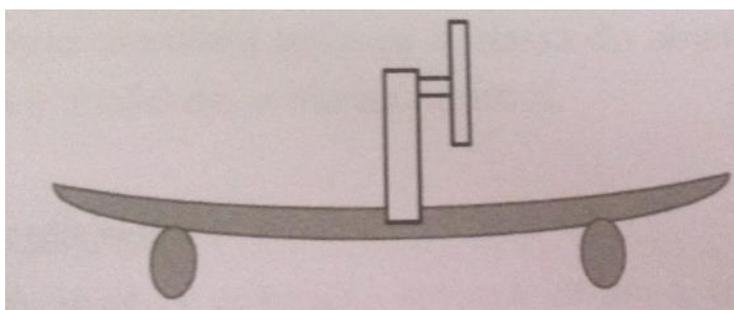
Evidenciar o princípio da ação e reação no movimento de um skate com um ventilador.

Materiais:

1 skate, 1 ventilador (ou aquecedor elétrico), o qual geralmente também tem a função de ventilador, fita adesiva resistente.

Montagem e Procedimento:

1. Prenda o ventilador sobre o skate com o auxílio da fita adesiva, como na figura abaixo.



Skate e ventilador

2. Coloque o conjunto numa superfície horizontal e ligue o ventilador. Você observará todo o conjunto mover-se num dos sentidos. Inicialmente o ventilador pode ser deixado desligado.

3. O operador pode controlá-lo, ligando ou desligando o seu cabo de alimentação. Deve-se tomar cuidado para não bater ou danificar o conjunto.

Sugestão:

Este experimento pode ser feito também numa escala menor, utilizando um ventilador em escala menor movido a pilha, preso num carrinho de brinquedo.

Análise e Explicação:

O movimento do ar causado pelo ventilador, deslocado num sentido, provoca o movimento do carrinho no sentido oposto. Isso ocorre devido à lei da ação e reação, ou terceira Lei de Newton. As pás de ventilador são levemente inclinadas para que, ao moverem-se, empurrem o ar para trás (para trás em relação ao skate, pois em relação ao ventilador elas sempre empurram o ar para frente). O ar empurrado para trás empurra as pás do ventilador para frente. Como o ventilador está fixado no carrinho, este acaba recebendo a ação da reação do ar movendo-se para frente.

Referência:

PERUZZO, J. **Experimentos de Física Básica: Mecânica**. 1ª edição. São Paulo: Livraria da Física. 2012.

APÊNDICE 4

Modelo de Relatório para Registro das Atividades

Colégio _____

Disciplina: Física Data: ____ / ____ / ____

Professor: _____

Estudantes: _____

Atividade: _____

Número do Kit: _____

Cada estudante assumirá uma das funções:

A) **Líder de equipe e relator:** é responsável pela coordenação das atividades e elaboração do relatório.

B) **Organizador** verifica a ordem do material para a atividade, distribuindo e solicitando as peças.

C) **Construtor** executa as montagens e auxilia o organizador na ordenação do material.

D) **Programador** executa a programação e fornece informações ao líder para a elaboração do relatório.

Nesse relatório deve ser informado todo o desenvolvimento da função e o comprometimento de cada membro da equipe e as dificuldades e/ou facilidades encontradas durante a atividade, as respostas e dados pedidos pelo professor durante as instruções também precisam ser informados.

Líder/Relator: _____ Organizador: _____

Construtor: _____ Programador: _____

RELATÓRIO
