



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE CIÊNCIAS E EDUCAÇÃO
MATEMÁTICA**

FELIPE DE LIMA ALMEIDA

**LEGO® EDUCATION: UM RECURSO DIDÁTICO PARA O ENSINO E
APRENDIZAGEM SOBRE OS ARTRÓPODES QUELICERADOS**

CMPINA GRANDE – PB

2016

FELIPE DE LIMA ALMEIDA

**LEGO® EDUCATION: UM RECURSO DIDÁTICO PARA O ENSINO E
APRENDIZAGEM SOBRE OS ARTRÓPODES QUELICERADOS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática do Centro de Ciências e Tecnologia da Universidade Estadual da Paraíba, como requisito para obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências e Matemática.

Área de Concentração: Ensino de Biologia

Linha de Pesquisa: Cultura Científica, Tecnologia, Informação e Comunicação.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Filomena Maria Gonçalves da Silva Cordeiro Moita

CMPINA GRANDE – PB

2016

É expressamente proibida a comercialização deste documento, tanto na forma impressa como eletrônica. Sua reprodução total ou parcial é permitida exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, desde que na reprodução figure a identificação do autor, título, instituição e ano da dissertação.

A4471 Almeida, Felipe de Lima.

Lego® Education [manuscrito] : um recurso didático para o ensino e aprendizagem sobre os artrópodes quelicerados / Felipe de Lima Almeida. - 2016.

115 p. : il. color.

Digitado.

Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Matemática) - Universidade Estadual da Paraíba, Pró-Reitoria de Pós-Graduação e Pesquisa, 2016.

"Orientação: Profa. Dra. Filomena Maria Gonçalves da Silva Cordeiro Moita, Pró-Reitoria de Pós-Graduação e Pesquisa".

1. Lego® Education. 2. Artrópodes quelicerados. 3. Ensino de biologia. 4. Robótica educacional. I. Título.

21. ed. CDD 371.33

FELIPE DE LIMA ALMEIDA

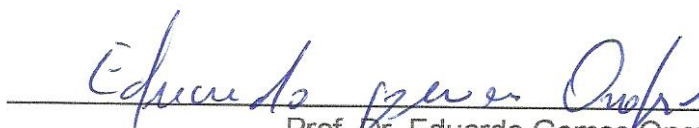
**LEGO® EDUCATION: UM RECURSO DIDÁTICO PARA O ENSINO E
APRENDIZAGEM SOBRE OS ARTRÓPODES QUELICERADOS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática do Centro de Ciências e Tecnologia da Universidade Estadual da Paraíba, como requisito para obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências e Matemática.

Aprovado em 30 / 03 / 2016



Profª Drª. Filomena Maria Gonçalves da Silva Cordeiro Moita
Universidade Estadual da Paraíba - UEPB
Orientadora



Prof. Dr. Eduardo Gomes Onofre
Universidade Estadual da Paraíba - UEPB
Examinador Interno



Profª Drª. Thais Gaudencio do Rêgo
Universidade Federal da Paraíba – UFPB
Examinadora Externa

Dedico este trabalho a minha mãe Vanusa, ao meu pai Luís Carlos, a minha irmã Ívina e ao meu sobrinho Luís Carlos Neto, aos familiares, aos meus amigos, a minha querida orientadora Filomena Moita, aos meus alunos e a todos aqueles que contribuíram para sua realização.

AGRADECIMENTOS

Ao meu Deus, o autor da vida, que concretizou esse grande sonho. Obrigado Senhor pela tua fidelidade e por ter me concebido sabedoria para trilhar esse caminho.

À minha primeira professora, 'Tia Margarete', por ter me ensinado a escrever as primeiras frases.

À minha professora da antiga quarta série Valberlene, que sem perceber despertou em mim o desejo e curiosidade pela Ciência.

À minha eterna diretora Eliete do Bú, que com sua autoridade foi uma das responsáveis para que eu não me perdesse no meio do caminho, como vi acontecer com tantos colegas na Escola Santo Antônio. Meu eterno obrigado.

À minha prima Valdênia Ataíde, que em tardes de brincadeiras me fez admirar a profissão docente. Obrigado prima, você faz parte desta conquista.

Aos professores que me acompanharam durante o ensino fundamental e médio, e despertaram em mim a paixão pela Biologia.

À minha orientadora Dra. Filomena Maria Gonçalves da Silva Cordeiro Moita, que me acolheu de maneira grandiosa e sempre esteve pronta para me ajudar e ensinar através dos seus exemplos como ser um bom profissional. Muito obrigado por me proporcionar uma expansão de conhecimentos sobre tecnologia da informação e comunicação durante todo o período de orientação. A senhora é uma referência para todos nós estudantes.

Aos professores do Mestrado em Ensino de Ciências e Educação Matemática que contribuíram para a minha formação.

Aos meus amigos de mestrado pela companhia ao longo dos dois anos de estudos, em especial aos da área de concentração em Ensino de Biologia: Claudia Nieves, Maria Simone, Raíssa, Lya Rodrigues, Jucilene, Rennan e Macilene.

Aos demais amigos Fabrício Cavalcante, Célia Neyara, Rayssa Alves, Luana Priscilla, Pedro Aleixo, Eveline Sousa e Edilene pela excelente companhia no decorrer da minha vida acadêmica, vocês são muito especiais para mim.

Aos meus pais Luís Carlos e Vanusa, que não mediram esforços para que eu chegasse até esta etapa da minha vida. Obrigado por me apoiar e me fazer o ser humano que hoje sou. Eu amo vocês!

À minha avó Maria das Neves Ataíde de Lima, minhas tias Vera, Tânia e Dalvanira, e meus primos pela torcida de sempre.

À minha irmã do coração Ericka Souza e meu irmão do coração Josivan Marques pelas orações.

Aos meus padrinhos/tios Maria do Socorro de Lima Farias e Joelson Medeiros que junto com seus filhos e meus primos Júnior, Diego e Victor, me acolheram semanalmente na sua residência contribuindo assim para a execução dessa pesquisa.

Ao local que permitiu o desenvolvimento desta pesquisa, e aos docentes e discentes que colaboraram para a execução do trabalho.

A todos vocês que de alguma forma colaboraram para esta conquista, minha eterna gratidão!

“Mais importante do que saber é aprender
como usar esse saber.”

Reuven Feuerstein

RESUMO

A robótica como uma ferramenta inovadora no ensino de Biologia tem possibilitado aos alunos assimilarem conceitos e solucionarem desafios, além de proporcionar o protagonismo no processo de ensino e aprendizagem. Nesta perspectiva, o objetivo desta investigação é analisar a Lego robótica como recurso inovador ancorado na Lego® Education para a aprendizagem do Filo Arthropoda a partir da construção de um Scorpion Digital mediante uma situação-problema. Com base nas contribuições de Seymour Papert e da Experiência de Aprendizagem Mediada - EAM de Reuven Feuerstein, destacamos as contribuições da utilização desta ferramenta para o ensino de Biologia. A pesquisa exploratória descritiva foi realizada no período de setembro a outubro de 2015, e teve como sujeitos oitenta e três alunos regularmente matriculados na segunda série do ensino médio de uma escola privada na cidade de João Pessoa, Paraíba. Como instrumento de coleta de dados foi utilizado gravações de áudio e aplicação de questionário com questões objetivas e subjetivas. Os dados coletados neste processo foram analisados a partir das sete categorias de mediação previamente selecionadas. Os resultados obtidos nos revelam que a abordagem dos artrópodes a partir da construção de robôs contribui para a melhoria da prática educativa como também para um melhor desempenho dos estudantes nas aulas de Biologia. Como produto educacional, elaboramos um fascículo para auxiliar docentes da área e de Ciências que pretendem utilizar a ferramenta para aplicação em sala de aula. Este material foi estruturado a partir de cinco passos: introdução do problema, compreensão do problema, idealização de um plano, organização e montagem, e sistematização do conhecimento. Com isso, oferecemos ao professor mediador uma alternativa de tornar as aulas mais dinâmicas e interessantes, e ao aluno mediado a oportunidade de atuar como personagem principal na construção do conhecimento, através da reflexão e resolução dos desafios propostos. A utilização do modelo de aprendizagem utilizada neste trabalho nos fez perceber que o processo educativo não se resume apenas a um conjunto de etapas, mas sim à articulação de conhecimentos necessários para uma transformação no ambiente escolar.

Palavras-chave: Lego® Education. Processo de ensino e aprendizagem. Artrópodes quelicerados.

ABSTRACT

Robotics as an innovative tool in the teaching of biology has enabled students to assimilate concepts and solve challenges, in addition to providing the leading role in the process of teaching and learning. In this perspective, the objective of this research is to analyze the robotic lego as innovative feature anchored in Lego® Education for learning Filo Arthropoda from the construction of a Digital Scorpion by a problem situation. Based on the contributions of Seymour Papert and Mediated Learning Experience - MLE Reuven Feuerstein highlight the contributions of the use of this tool for teaching biology. The descriptive exploratory survey was conducted from September to October 2015 and had as subjects eighty-three students enrolled in the second year of high school at a private school in the city of João Pessoa, Paraíba. Data collection instrument was used audio recordings and a questionnaire with objective and subjective questions. The data collected in this process were analyzed from seven categories of previously selected mediation. The results reveal that the approach of arthropods from the robot construction contributes to the improvement of educational practice as well as for better performance of students in biology classes. As an educational product, we developed a booklet to assist teachers in the area and Sciences that want to use the tool to use in the classroom. This material was structured from five steps: introduction of the problem, understanding of the problem, design a plan, organization and assembly, and systematization of knowledge. Thus, we offer the teacher an alternative mediator to make the classes more dynamic and interesting, and the student mediated the opportunity to act as a main character in the construction of knowledge through reflection and resolution of proposed challenges. The use of the learning model used in this study made us realize that the educational process is not just a set of steps, but the articulation of knowledge necessary for a transformation in the school environment.

Keywords: Lego® Education. Teaching and learning. Arthropods chelicerae.

LISTA DE FIGURAS

Figura 01 – Abordagem instrucionista de ensino	27
Figura 02 – Ações realizadas na interação com o computador	29
Figura 03 – Trabalho em equipe para as séries finais e para o ensino médio	37
Figura 04 – Modelo de Experiência de Aprendizagem Mediada	40
Figura 05 – Relação entre os tagmas da cabeça, do tórax e do abdome de um inseto adulto e os metâmeros da larva, a partir dos quais eles se originam	54
Figura 06 – Morfologia externa de um escorpião	56
Figura 07 – História em quadrinhos para introdução ao problema	59
Figura 08 – Kit LEGO® MINDSTORMS® EDUCATION base set	61
Figura 09 – Kit LEGO® MINDSTORMS® EDUCATION resource set	61
Figura 10 – LEGO® MINDSTORMS® EDUCATION nxt software v.2.1	62
Figura 11 – Protótipo do Scorpion Digital	62
Figura 12 – Categorias utilizadas para análise dos dados	63
Figura 13 – Experiência de trabalho em grupo com a programação do Scorpion Digital	70
Figura 14 – Teste do desempenho da programação do Scorpion Digital	72

LISTA DE QUADROS

Quadro 01 – Os doze critérios de mediação de Reuven Feuerstein	41
Quadro 02 – Classes dos artrópodes e suas características	55
Quadro 03 – Respostas sobre os aspectos essenciais para melhoria nas aulas de Biologia	65
Quadro 04 – Respostas aos questionamentos que proporcionam à mediação do significado	67
Quadro 05 – Argumentação dos apresentadores/líderes na apresentação do desafio na busca pelo novo e complexo	73

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 01 – Competências desenvolvidas a partir da intencionalidade/ reciprocidade na situação-problema	67
Gráfico 02 – Conceitos assimilados na categoria de transcendência	68
Gráfico 03 – Atitudes e habilidades intelectuais que levam ao sentimento de competência	70

LISTA DE SIGLAS

CAI – Computer Assisted Instruction

CAT – Centro de Atividades

CNI – Confederação Nacional das Indústrias

EAM – Experiência de Aprendizagem Mediada

FLL – First Lego League

MIT – Massachusetts Institute of Technology

PCN – Parâmetros Curriculares Nacionais

PIBID – Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência

RE – Robótica Educacional

TIC – Tecnologia da Informação e Comunicação

TPE – Teoria da Prática Educativa

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	15
1.1 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO	18
2 ESTADO DA ARTE	20
3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	24
3.1 INSTRUCIONISMO versus CONSTRUCIONISMO	26
3.1.1 O Professor Construcionista	30
3.2 A ROBÓTICA EDUCACIONAL	33
4 LEGO® ROBÓTICA	35
4.1 O SURGIMENTO DA LEGO®	35
4.2 A METODOLOGIA LEGO® EDUCATION	36
5 A EXPERIÊNCIA DE APRENDIZAGEM MEDIADA	39
6 METAMORFOSE DA ESCOLA	45
7 PERCURSO METODOLÓGICO	51
7.1 RESULTADOS: COLETA, ANÁLISE E DISCUSSÃO	63
8 PRODUTO FINAL	74
CONSIDERAÇÕES FINAIS	77
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	79
APÊNDICES	89

1 INTRODUÇÃO

O surgimento das novas tecnologias proporcionaram novas chances de se reformularem as relações entre professores e alunos, e entre a escola e o meio social ao revolucionar processos e metodologias de aprendizagem.

Diante dessas razões surge uma nova perspectiva na educação: a integração da tecnologia e o aprender-fazendo com o currículo escolar. O aluno passará a ser estimulado e a compreender como o mundo funciona, aplicando de forma racional e efetiva aquilo que aprendeu interagindo com a tecnologia do mundo real, podendo ver como são construídos os conceitos e, assim, superar as dificuldades encontradas na assimilação dos mesmos.

Partindo dessas novas chances de interação aluno/professor, é possível destacar o surgimento de uma nova geração, a *homo zappiens* (VEEN E VRAKING, 2009)¹, que vem crescendo usando vários recursos tecnológicos desde a sua infância e, por diversos, fatores consideram as escolas instituições que não estão 'conectadas' com o seu mundo.

Tomando como ponto de partida esse pensamento, o professor ao ensinar Ciências, especificamente os conteúdos de Biologia, acaba esbarrando em algumas dificuldades. Uma dessas é o fato do aluno não conseguir um aprendizado satisfatório do conteúdo devido ao excesso de conceitos.

Diante dessa problemática, o professor, como mediador do conhecimento, necessita dispor de recursos que facilitem a aprendizagem dos conteúdos. Por isso, é importante destacar a necessidade de se incorporar nas aulas ferramentas que tornem os conteúdos abordados em sala mais fáceis de ser compreendidos e próximos da 'realidade tecnológica' dos alunos.

Dessa forma, o marco inicial para a idealização desta pesquisa foi o desafio de incorporar a relação tríade tecnologia/aprender/fazer na abordagem dos conteúdos de Biologia. Entendemos que esse tripé caracteriza-se como um

¹ Wim Veen, professor da Universidade de tecnologia de Delft (área de Educação e Tecnologia), Holanda, Países Baixos, e Bem Vrakking, aluno e pesquisador de pós-graduação em engenharia de sistemas, análises de políticas e gerenciamento na mesma universidade, abordam em sua obra de forma explícita à tecnologia própria da cultura do nosso tempo, especialmente na sua relação com a educação.

potencial para a mudança no processo de ensino e aprendizagem. Porém, ao mesmo tempo em que buscamos respostas para questionamentos que nos acompanham desde a fase de aluno de graduação, veremos a seguir como essa ideia foi amadurecida tomando como base toda a jornada acadêmica percorrida até a idealização do trabalho.

Em 2009, iniciei meu curso de graduação em Ciências Biológicas, licenciatura plena, pela Universidade Estadual da Paraíba. No ano seguinte, iniciei a minha vida profissional através da oportunidade de participar do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência – PIBID onde tive a oportunidade de ingressar no universo escolar e passar a ter o entendimento de que um professor também é um pesquisador.

Ainda em 2010, passei a ser professor no ensino médio em uma escola estadual da cidade de Campina Grande em regime de contrato de emergência. De repente me vi no comando de uma sala de aula, isso com 18 anos de idade, tendo que ensinar a estudantes com quase a mesma idade que eu a compreender conteúdos de Biologia.

No ano de 2012, ingressei em uma escola privada também de Campina Grande e passei a lecionar a disciplina de Ciências para turmas do 6º ao 9º ano, e Biologia para turmas da 1ª série do Ensino Médio. Durante esses momentos foi possível perceber as particularidades pertinentes a cada uma das duas modalidades de ensino.

Terminei o curso de Ciências Biológicas em 2013 e no mesmo ano fui aprovado na seleção de pós-graduação *lato sensu* em Tecnologias Digitais na Educação da Universidade Estadual da Paraíba, e efetivado como professor de educação básica de uma instituição privada no estado da Paraíba.

Sempre tive uma visão inovadora sobre o ensinar. Minha proposta nas aulas de Ciências e Biologia era trazer, através da tecnologia, meios que proporcionassem ao aluno um aprendizado mais efetivo e crítico sobre os conteúdos. Como reflexo do que me foi ensinado na graduação, sempre pensei como educador, tendo em mente que a figura docente representa um mediador de conhecimento.

Durante a atuação no ensino privado, passei a trabalhar com a robótica educacional sendo mentor de uma equipe para disputas de torneio de robótica e

mediando propostas de projetos de pesquisa inovadoras com o uso da tecnologia. Com uma equipe do estado da Paraíba, competimos na etapa regional da *First Lego League World Class – FLL World Class 2014* em Natal - RN, que é um torneio de robótica em formato americano sediado em etapas regionais e nacional no Brasil, e internacional nos Estados Unidos da América – EUA. Como fruto do empenho no trabalho, minha equipe e eu ganhamos o prêmio de primeiro lugar na categoria de solução inovadora pelo projeto de pesquisa. A partir daí a minha admiração por tecnologia na educação foi reafirmada mais uma vez.

Em 2014, ingressei no Programa de Mestrado em Ensino de Ciências e Educação Matemática na Universidade Estadual da Paraíba, e tive mais uma confirmação que os meus pensamentos como professor estavam no caminho certo. Decidi desenvolver uma proposta de pesquisa baseada no trabalho desenvolvido na minha docência como mentor em robótica, para que pudesse ser compartilhada e incentivar a comunidade científica e docente com uma metodologia a ser utilizada no ensino e aprendizagem de Biologia.

Sendo assim, os questionamentos que norteiam essa pesquisa são: *É possível ensinar o Filo Arthropoda tendo a robótica como recurso didático? A aprendizagem sobre a classe Chelicerata através desse recurso é mais efetiva? É possível favorecer o processo de ensino e aprendizagem dos alunos através da construção? A incorporação da robótica educacional nas aulas de Biologia melhora a prática educativa docente e contribui para um melhor desempenho dos estudantes? A utilização do modelo da Experiência de Aprendizagem Mediada de Reuven Feuerstein contribui para a assimilação dos conceitos relacionados aos artrópodes quelicerados?*

Na busca de respostas para estes questionamentos, a pesquisa em questão tem como objetivo *pesquisar e analisar a lego robótica como recurso inovador ancorado na Lego Education para a aprendizagem do Filo Arthropoda.*

A seguir descrevemos a forma como este estudo se desenvolveu, traçando um panorama geral das seções que constitui esta dissertação.

1.1 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO

O percurso deste trabalho inicia-se com uma introdução onde delimitamos os pontos de partida: contextualização, problemática, justificativa e a delimitação do tema. Seguimos com um estudo dos trabalhos correlatos à nossa proposta em que traçamos um perfil dos trabalhos realizados entre os anos de 2010 a 2014, destacando a carência de trabalhos publicados que tratam da robótica com o ensino de Biologia.

A fundamentação teórica inicia com um traçado do panorama das principais ideias e autores relacionados à temática. Partindo da perspectiva da nova forma de aprender a partir da educação tecnológica e Lego robótica, abordamos as definições de instrucionismo e construcionismo e como esta quebra de paradigma foi fundamental para o processo de aprendizagem a partir das discussões das ideias de Papert (2008). Abordamos também a importância do professor construcionista e sua formação, relacionando-o com os nativos digitais. Em seguida discorreremos sobre a robótica educativa em sala de aula.

Na Lego Robótica apresentamos o histórico sobre o surgimento da Lego e como a Lego Zoom é estruturada e utilizada no Brasil, tomando como base a metodologia Lego Education.

Na Experiência de Aprendizagem Mediada descrevemos sobre as principais ideias de Reuven Feuerstein e abordamos as categorias de mediação que são aplicadas na Educação.

Em seguida, apresentamos uma reflexão do processo de interação da escola frente à tecnologia. Para isso utilizaremos a 'Metamorfose da Borboleta' para descrever a transformação e adaptação da escola com a tecnologia educacional e desenvolvimento da robótica no espaço educativo.

Utilizamos o ensino do Filo Arthropoda como um exemplo de metamorfose nas aulas de Biologia, descrevendo as principais características do grupo e aprofundando a abordagem do subfilo na sala de aula.

No percurso metodológico abordamos os aspectos de sistematização adotados, na qual justificamos teoricamente o tipo de pesquisa escolhida. Descrevemos os sujeitos envolvidos, os procedimentos, instrumentos utilizados e os recursos que foram utilizados para coleta e análise de dados. Finalizamos com a

discussão dos dados e a descrição do produto final resultante da pesquisa em que articulamos a lego robótica com o ensino de Biologia através de um fascículo.

Concluimos o trabalho trazendo nas considerações uma síntese dos elementos presentes no texto, unindo ideias e fechando as questões apresentadas na introdução da dissertação.

2 ESTADO DA ARTE

Conforme Ferreira (2002), o estado da arte visa mapear e discutir a produção acadêmica para responder aspectos e dimensões que vêm sendo destacados em diferentes épocas e lugares, compreendendo de que forma e em quais condições têm sido produzidos os manuscritos.

Neste sentido, realizamos um levantamento de trabalhos com estudos correlatos publicados no período compreendido entre 2010 e 2014. A busca dos trabalhos foi realizada em periódicos nacionais (*CAPES e SciELO Brasil*), periódicos internacionais (*Revista Electrónica de Investigación y Docencia; Revista Teoría de la Educación: Educación y Cultura en la Sociedad de la Información; Espiral. Cuadernos del Profesorado; Revista Educación y Tecnología; Revista Didáctica, Innovación y Multimedia; Psychologie Française; Review of Science, Mathematics and ICT Education; Themes in Science & Technology Education; e Journal of Baltic Science Education*) e anais de eventos nacionais e internacionais, tendo como palavras chave '*Robótica Educacional*' e '*Ensino de Ciências*'.

Os elementos substanciais de cada material identificado podem ser vistos detalhadamente através do Apêndice I.

Dessa forma, apresentamos uma discussão dos trabalhos pesquisados publicados em português, espanhol, francês e inglês, os quais nos ajudaram no referencial teórico, pois nos levaram a autores que são referências no objeto de estudo. Todos abordam de forma mais ampla o emprego da robótica educacional como facilitadora no ensino e aprendizagem, e dois (números 07 e 26) nos revelam a abordagem da Biologia, mas nenhum tem como foco as questões a que nos detemos nessa pesquisa, que é o Filo Arthropoda, especificamente os artrópodes quelicerados.

Com a leitura dos oito artigos de anais de eventos nacionais (números 06, 07, 08, 11, 12, 13, 20 e 24), cinco artigos de anais de eventos internacionais (números 09, 15, 22, 23 e 27), cinco artigos de periódicos nacionais (04, 05, 25, 26 e 28), 10 artigos de periódicos internacionais (01, 03, 10, 14, 16, 17, 18, 19, 21 e 29), e duas dissertações de mestrado (02, 30), identificamos que a robótica educacional caracteriza-se como um instrumento capaz de promover avanços e melhorias no

processo de desenvolvimento do ensino e aprendizagem de conteúdos de difícil assimilação por parte dos estudantes.

No entanto, vale ressaltar a importância da formação de professores principalmente no que diz respeito à preparação tecnológica como um obstáculo à consolidação desta tecnologia nas salas de aula e nos currículos. Este é um dos focos das pesquisas desenvolvidas por Francisco Junior, Vasques e Francisco (2010) acerca da produção sobre robótica educacional no Brasil e Alimisis (2013) e o uso da robótica educacional na Europa. Os autores também destacam ainda que esta temática possui um caráter interdisciplinar por permitir o diálogo com outras áreas do conhecimento.

Esta interdisciplinaridade, conforme Martins, Oliveira e Oliveira (2012) e Datteri et al (2013), propicia a aplicação e transformação direta de conhecimento em produto, pois a relação entre as mais diversas áreas do conhecimento proporciona aos alunos a construção e o aprofundamento de conceitos técnicos de forma prazerosa e duradoura, principalmente porque permite a aplicação prática e integrada de conceitos estudados na grade curricular.

Os conceitos adquiridos e aplicados nas mais diversas situações permitem que os alunos passem por um processo de alfabetização científica, pois de acordo com García e Reyes (2012), Jiménez e Cerdas (2014) e Márquez (2014), a abordagem de problemas concretos e muito contextualizados contribuem para o desenvolvimento de habilidades e complexidade diversas.

Os pesquisadores Guedes e Kerber (2010) utilizaram experimentos feitos para as disciplinas de Matemática e Ciências tendo como base materiais da Lego. Nesse trabalho foi possível verificar a necessidade de reformulação do currículo escolar para incorporarem o uso de robôs dentro da escola, a fim de tratar de forma prática e lúdica os conteúdos teóricos. Esta necessidade também foi identificada por Andreucci (2010), Miranda e Suanno (2012), Gaudiello e Zibetti (2013), ao destacarem que os papéis atribuídos aos professores e alunos estão se alterando. Com essa mudança, o aprendizado também ganha novas concepções e formas, e o processo de ensino/aprendizagem se dinamiza.

A partir dessa perspectiva de mudança e reorganização curricular, Cabral (2010) desenvolveu uma pesquisa intitulada 'Robótica educacional e resolução de

problemas: uma abordagem microgenética da construção do conhecimento' com o objetivo de 'investigar as estratégias cognitivas do sujeito psicológico para resolver problemas de robótica educacional'. Após a obtenção dos resultados da pesquisa, a pesquisadora aponta contribuições da análise microgenética para refletir a macrogênese cognitiva, além de indicar contribuições para o ensino de robótica e para o ensino em geral, voltado para a resolução de problemas e construção do conhecimento. A resolução de problemas, segundo Altin e Pedaste (2013), caracteriza-se como uma das inovações do ensino associado à tecnologia, uma vez que o conhecimento nessa prática pedagógica começa a ser construído a partir de uma situação-problema.

Miranda, Sampaio e Borges (2010), D'Abreu, Mirisola e Ramos (2011), D'Abreu, Suanno e Oliveira (2012), Frigo et al (2013), Kalil et al (2013) e Fiorio et al (2014), abordam a promoção da robótica educacional nas escolas públicas brasileiras. Com o objetivo de estudar e comparar kits de robótica com o seu melhor aproveitamento em sala de aula verificou-se que existem subsídios que permitem a aplicação deste recurso no país, necessitando apenas de iniciativas que estimulem o seu uso nos diferentes níveis de educação.

Em relação ao Ensino de Ciências, Trentin et al (2013), Fornaza e Webber (2014) e Lira, Silva e Silva (2014) verificam a apropriação da robótica como uma alternativa metodológica inovadora para o ensino a partir do desenvolvimento de equipamentos robóticos baseados em softwares e hardwares livres. Os autores compreendem que a robótica educacional é uma atividade que articula pedagogia, robô e conhecimento escolar na busca por um ensino diferenciado que ofereça alternativas para uma educação centrada no aluno e atua como um auxiliador na construção de um conhecimento relevante para a formação integral dos mesmos. Lima et al (2012) e Pereira Junior (2014) em trabalhos com o ensino de Química apresentam a elaboração, desenvolvimento e aplicação de um robô que simula uma tabela periódica interativa que pretende oferecer ao professor a oportunidade de orientar os alunos a construir o conceito de forma conjunta, desenvolvendo-o a partir de informações fundamentais que envolvem conceitos básicos das diferentes áreas do conhecimento. Este trabalho além de chamar a atenção do estudante, proporcionou a possibilidade de discussão de conceitos científicos no ensino de

Química. No Panamá, Espanha e Bogotá, respectivamente, conforme Moreno et al (2012), Rebollo (2013) e Marquez e Hernando (2014), o uso desta metodologia inovadora tornou-se uma excelente ferramenta para a compreensão de conceitos abstratos e assuntos complexos trabalhados no contexto escolar.

Celinski et al (2012) relatam a importância sobre a disseminação de assuntos ambientais entre os sujeitos envolvidos com o descarte do lixo eletrônico, mostrando que há pouca discussão sobre o tema. Como parte de um projeto de extensão sobre o descarte correto do lixo eletrônico, parte do material (lixo) passou a ser utilizado para realização de oficinas de programação, também desenvolvidas por Oliveira et al (2012), e de robótica educativa de baixo custo em escolas públicas, desenvolvendo protótipos que contemplem conhecimentos sobre Biologia. O trabalho revelou que são necessárias novas discussões no sentido de proporcionar aos alunos atividades que incentivem o estudo, a pesquisa e a busca pelo conhecimento.

Ainda sobre a Biologia, Garcia e Soares (2014) elaboraram e desenvolveram robôs reaproveitando materiais para debater conceitos de Biologia em um ambiente lúdico de aprendizagem para alunos da segunda série do ensino médio. Foi escolhida a temática de Fisiologia Humana, especificamente o sistema nervoso central e periférico, bem como a transmissão de impulsos nervosos. Os encontros realizados com os alunos revelou que a atividade em sala de aula pode ser enriquecida pelas tecnologias educacionais que o instiguem a tomarem decisões, fazer reflexões, serem criativos e darem significado aos conteúdos abordados. O interesse dos alunos e a possibilidade da utilização da robótica educacional em qualquer nível de ensino são algumas das vantagens da sua utilização na abordagem de ciências/biologia, ressaltando-se que é pouco voltada, estudada e aplicada na disciplina.

Sendo assim, diante dos trabalhos abordados, ressaltamos a importância da nossa investigação pela contribuição em explorar os conteúdos da grade curricular a partir da utilização da robótica educacional para alunos da segunda série do ensino médio.

3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

De acordo com Castells (2005), o mundo encontra-se em um processo de transformação cultural há duas décadas. Este processo, a qual o autor considera ter um caráter multidimensional, está associado à emergência de um novo paradigma tecnológico baseado nas Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC).

Sobre este novo paradigma, Almeida e Moita (2015, p. 94) ressaltam a relevância deste processo na transformação do contexto escolar a partir do uso das TIC:

[...] com as TIC, que podem ser definidas como a junção da tecnologia/informática com a tecnologia da comunicação, pode-se adequar o contexto e as situações do processo de aprendizagem às diversidades em sala de aula. As tecnologias fornecem recursos didáticos adequados às diferenças e às necessidades de cada aluno. As possibilidades encontradas no uso das TIC são variadas, permitindo que o professor apresente de forma diferenciada as informações (ALMEIDA; MOITA, 2015, p. 94).

Os autores ainda destacam que as mudanças com o surgimento das tecnologias foram grandes e positivas não só para a sociedade como um todo, mas também para as relações estabelecidas na escola. A informática trouxe, além de inúmeros recursos tecnológicos, a oportunidade de melhorias para o ensino e a aprendizagem.

Acerca destas melhorias, conforme Castells (2007), o mundo que utiliza estas tecnologias no ambiente educacional vem sendo habitado por dois indivíduos essencialmente distintos: o integrante (professor) e o utilizador da informação integrada (aluno).

Neste sentido, entre os estudiosos que tratam da relação entre Tecnologia e Ensino, a interação entre estes pares se fortalece através da proposta de participação do aluno ativamente no próprio aprendizado mediante a experimentação, a pesquisa em grupo, o estímulo à dúvida e a prática do raciocínio, o que contribui para o desenvolvimento e o exercício da inteligência.

Papert (2008) em seus estudos nos leva a entender que em algum momento o homem começou a perceber as relações entre as mesmas. Sendo um dos maiores apoiadores do uso da tecnologia na educação, foi o pioneiro em criar uma linguagem

de programação totalmente voltada para a educação, e influenciado pelo construtivismo, desenvolveu o construcionismo. As contribuições de Seymour Papert² foram de extrema importância para o desenvolvimento da educação tecnológica e conseqüentemente a Lego robótica / robótica educacional, que é o embasamento da pesquisa proposta.

Segundo Manfredi (2002) a expressão educação tecnológica postula a vinculação entre formação técnica e uma sólida base científica, a integrando para o mundo do trabalho. Conforme reitera Feitosa (2013), a escola passa a ser um ambiente de aprendizagem na qual os alunos aplicam o método científico e adquirem habilidades para estruturar pesquisas e resolver problemas concretos em um cenário real.

A Lego robótica vem sendo pesquisada e estudada para ser inserida na área educacional com ênfase nas escolas de ensino básico e fundamental, pois nas instituições de ensino superior a incidência de projetos relacionados são bem maiores e numerosos, conforme diz Ribeiro (2006).

Como afirma Gomes (2007), a Lego robótica / robótica educacional estimula a criatividade dos alunos devido a sua natureza dinâmica, interativa e até mesmo lúdica, além de servir como motivador no interesse dos alunos no ensino tradicional, como as disciplinas do currículo escolar.

Outro trabalho que nos deparamos foi o de Nascimento e Bezerra (2013), que trata do uso de artefatos robóticos como processo de ensino-aprendizagem tendo como o enfoque a Robótica Pedagógica. Mesmo sendo direcionado para o ensino da Matemática, o trabalho mostrou que a robótica pode ser utilizada como um recurso didático em sala de aula que favorece um ensino mais efetivo e significativo.

Após várias leituras de autores e literaturas em busca de um aporte teórico que traduzisse nosso trabalho, nos deparamos com a obra de Seymour Papert (2008), Feitosa (2013) e Reuven Feuerstein (1994). Foi então que de fato pudemos

² Seymour Papert é Sul Africano e tem formação em matemática. Dedicou-se a pesquisas na área de matemática na Cambridge University no período de 1954 a 1958. Posteriormente, transferiu-se para a Universidade de Genebra onde trabalhou de 1958 a 1963. No início da década de 60 filiou-se ao Massachusetts Institute of Technology (MIT). É um dos fundadores do MIT Media Lab e integrante do projeto “Um computador por criança”, ao qual o governo brasileiro aderiu em 2005. Esse projeto prevê a disponibilização de um Laptop para cada criança em idade escolar, bem como sua utilização em sala de aula e em casa.

adotar o *Construcionismo* e relacioná-lo com o material didático pedagógico da *Legó Zoom Education for Life* tornando possível uma posterior análise a partir das categorias de mediação.

Sobre a utilização da robótica no ensino de biologia, Garcia e Soares (2014), discutem o sistema nervoso através da robótica. As autoras elaboraram e desenvolveram robôs reaproveitando materiais para debater conceitos de biologia em um ambiente lúdico de aprendizagem verificando como a robótica educacional facilita o aprendizado dos alunos do nível médio de ensino.

Seguindo os passos das autoras, nossa pesquisa, tem a intenção de provocar integração do uso da robótica na abordagem da disciplina Biologia.

Nesta perspectiva, discorreremos sobre a quebra do paradigma do instrucionismo destacando o surgimento do construcionismo como fator importante para a nova visão de ensino e aprendizagem sob a luz de Seymour Papert. Discutiremos a importância do professor construcionista e sua formação na sociedade contemporânea, relacionando-o com os Imigrantes e Nativos Digitais. Por fim, abordamos o contexto da Robótica Educativa tratando da importância da contextualização nas aulas de Biologia e da construção de um ambiente escolar onde ocorram situações de aprendizagens.

3.1 INSTRUCIONISMO *versus* CONSTRUCIONISMO

Discutiremos como o instrucionismo é utilizado na educação, destacando a sua aplicação no processo de ensino e aprendizagem. Abordamos a quebra deste paradigma com o surgimento do construcionismo, no qual o aluno passa a atuar como construtor do conhecimento através da descoberta mediado pela tecnologia.

O sufixo *ismo* apresenta-se como um indicador de algo abstrato, e sua presença no título se refere a uma mudança de estilo intelectual vivenciada por Papert (1994).

A abordagem Instrucionista está centrada na quantidade de informações oferecidas pelo professor ao aluno, pois existe a crença de que quanto mais informações forem disponibilizadas, mais possibilidades de o aluno aprender irão existir. O computador é visto como uma máquina que ensina, conforme Goulart

(2009), e no instrucionismo o professor faz algo para o aprendiz estando no comando e restando ao aluno apenas o papel de consumidor do conhecimento. Desse modo, podemos definir o instrucionismo como uma forma de apenas transmitir os conteúdos através do computador (Figura 01).

Figura 01 – Abordagem instrucionista de ensino.



Fonte: Valente (1993 apud LIMA 2009, p. 31).

Essa ideia fundamenta-se no princípio de que a ação de ensinar é fortemente relacionada com a instrução ao aluno. A melhoria do ensino, nesse ponto de vista, consiste em aperfeiçoar as técnicas para a transmissão de informação. O computador entrou neste contexto para auxiliar e incrementar o processo de comunicação. Uma das primeiras abordagens foi o da Instrução Auxiliada por Computador (CAI - *Computer Assisted Instruction*), onde o computador assume o papel de máquina que “ensina” o aluno (VALENTE, 1999). De acordo com Santanchè e Teixeira (1999), as origens do CAI datam do início da década de 50, quando Burrhus Frederic Skinner propôs o uso da Instrução Programada através de computadores, e que de acordo com Papert (2008) consiste em programar um computador para ministrar os tipos de exercícios tradicionalmente aplicados por um professor em um quadro-verde, em um livro didático ou em uma folha de exercícios.

Sob esta ótica, podemos presumir que assim como a educação tradicional, essa abordagem codifica o que pensa que os alunos precisam saber, e assim passam a alimentá-los.

Todavia, com o objetivo de evitar a visão errônea sobre o uso do computador na educação, surge um novo paradigma em que o computador deixa de ser o instrumento que ensina e passa a ser uma ferramenta na construção do conhecimento.

A construção do conhecimento através do computador tem sido chamada por Papert (1986) de Construcionismo. Ele usou esse termo para evidenciar outra forma de construção do conhecimento: quando um aluno passa a construir um objeto de seu interesse, como por exemplo, um jogo, ou algo que esteja relacionado com o seu cotidiano.

Segundo Papert (2008), o construcionismo é construído sobre a suposição de que os educandos aprenderão melhor descobrindo por si mesmos o conhecimento específico de que precisam. Sendo assim, a educação organizada ou informal poderá ajudar mais se certificar-se de que eles serão apoiados moral, psicológica, material e intelectualmente em todos os seus esforços.

Nessa abordagem, o tipo de conhecimento que os aprendizes mais precisam é aquele que os ajudará a obter mais conhecimentos. Em contrapartida, além do conhecimento, é fundamental possuir bons instrumentos para este trabalho.

Partindo dessa perspectiva, de acordo com Valente (1999) existem duas ideias que contribuem para que esse tipo de construção do conhecimento seja diferenciado. Primeiro, o aprendiz construirá alguma coisa, ou seja, o aprendizado se dará através do fazer, “colocar a mão na massa”. Segundo, o fato do aprendiz estar construindo algo que é do seu interesse e o deixa bastante motivado. Nesse caso o envolvimento tornará a aprendizagem potencialmente significativa. Por isso precisamos de computadores e de aparatos tecnológicos.

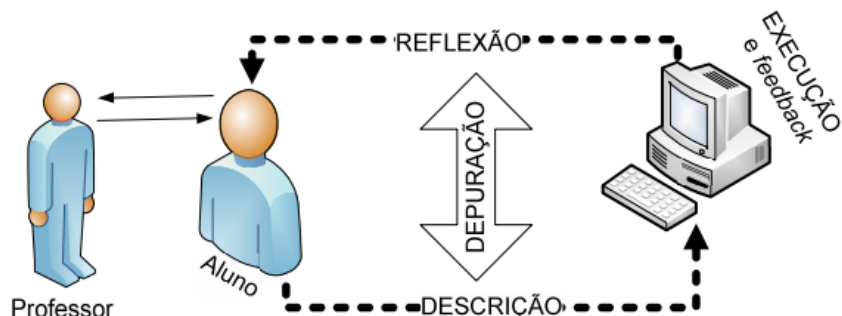
O uso do computador requer certas ações que atuam de forma efetiva durante o processo de formação do conhecimento. Quando o aprendiz interage com o computador, ele está utilizando conceitos, o que conseqüentemente contribuirá para o seu desenvolvimento mental.

Sob esse ponto de vista, para melhor abordar o que acontece nessa interação com o computador nos concentraremos inicialmente no aspecto de gráfico do Logo. O Logo, segundo Almeida (2009) é uma linguagem de programação interpretada voltada para crianças e aprendizes em programação.

Em uma situação hipotética onde um aluno seja desafiado a produzir um gráfico na tela do computador, o levará a uma ação de programar ou “ensinar” um software como produzir o gráfico. O ato de programar será passado para o computador a partir de uma sequência de comandos a que chamaremos de

linguagem Logo. Essa simples atividade caracteriza-se como o aprendiz agindo sobre o objeto/computador (Figura 02).

Figura 02 – Ações realizadas na interação com o computador.



Fonte: Valente (1993 apud LIMA 2009, p. 43).

Sob a perspectiva de vários autores, Valente (1993, 1999, 2002), Almeida (1999), Maltempi (2000), Altoé e Penati (2005), Freire e Prado (1995), essa ação implica na *descrição* da solução do problema através dos comandos do Logo. O computador é quem realizará a *execução* dos comandos. Então, na medida em que o gráfico vai sendo construído o aluno olha para a tela e faz uma *reflexão* sobre as informações, o que os levará a produzir níveis de abstração. Esse processo de reflexão sobre o produto final, o gráfico, levará o aluno a *depuração*, ou seja, encontrar erros caso eles existam. O processo de achar e corrigir o erro constitui uma oportunidade única para que o aluno venha a aprender sobre determinado conceito envolvido na construção do que lhe foi solicitado.

Porém, é importante destacar que o processo descrição / execução / reflexão / depuração não acontece apenas colocando o aluno em frente a um computador. A interação precisa ser mediada por um profissional que conhece o Logo: o mediador no ambiente Logo, o professor.

No ambiente Logo o aluno está inserido em um contexto social e não estará isolado da sua comunidade. Esse contexto social faz o aluno aprender com o meio, como também auxiliar na identificação problemas, resolvendo-os e apresentando soluções.

Dessa forma, é importante ainda destacar o aspecto afetivo dentro do processo de interação, no qual a atividade proposta deve ter relevância para o educando. Sendo assim, é de extrema importância a criação de ambientes de

aprendizagem que proporcionem a oportunidade de ampliar a qualidade das interações. De acordo com Papert (1986), essa ideia nos leva ao princípio do *hands-on/head-in*. Como indivíduos ativos da dinâmica educacional, os aprendizes precisam “colocar a mão na massa” (hands-on) no desenvolvimento de suas atividades, não sendo apenas espectadores dos discursos de seus mediadores/professores. Assim, a aprendizagem se concretiza no momento em que seus sujeitos tornam-se construtores conscientes e ativos de um “produto público”, que tenha relação com o contexto social onde eles estejam inseridos e que, essencialmente, possuam interesse pessoal em concretizar (head-in).

O suporte teórico para a atividade que acontece no ambiente Logo é resultado de um desejo pessoal de Papert em promover um processo de aprendizagem rico de significados para os sujeitos que dele participam. Iniciativas, necessidades, interesses, pesquisa, reflexão, desenvolvimento crítico, incentivo à criatividade e colaboração são alguns dos elementos presentes nessa abordagem que juntos com o uso do computador configuram uma alternativa ao tradicional processo de transmissão de conhecimento (instrucionismo).

De acordo com Lima (2009), a abordagem construcionista é sintetizada em seu objeto de estudo: um problema e a sua compreensão, a elaboração de uma estratégia de solução no computador pelo aluno, mediado por um profissional da educação; e no ferramental: um computador e uma linguagem de programação usada para a construção do conhecimento.

Quando falamos em mediação é necessário voltarmos à atenção também para como é formado o professor construcionista, já que durante todo o processo de interação do aluno com o computador ele estará presente.

Baseando-se nisto, a seguir discutiremos sobre o papel do professor construcionista na sociedade atual e a sua relação com os saberes e prática educativa.

3.1.1 O Professor Construcionista

Quando falamos acerca da função do professor no processo de ensino e aprendizagem, logo nos remetemos ao seu papel durante a interação do aluno em um ambiente Logo. Evidentemente o seu papel é de extrema importância, pois cabe

a ele a partir de observações criteriosas, ajustar as intervenções pedagógicas ao processo de aprendizagem dos diferentes alunos de modo que lhes sejam possibilitado um ganho significativo no ponto de vista educacional.

Partindo dessa ideia, a atuação do professor mediador torna-se singular. Segundo Freire e Prado (1995), o desempenho do mediador na construção do conhecimento por parte dos seus alunos implica em ultrapassar o conhecimento técnico da linguagem de programação e das correntes teóricas que fundamentam o uso do Logo. De acordo com as autoras, este é o ponto crucial do processo de formação de professores para a tecnologia educacional. Não basta apenas instrumentalizar o professor para que ele venha desenvolver programas ou falar a respeito da abordagem construcionista, é preciso que o professor integre dois conhecimentos na sua prática educativa: o aprender a fazer Logo e o compreender o uso do Logo no contexto escolar.

Em outras palavras, o professor necessita saber escrever as suas hipóteses de trabalho usando diferentes recursos pedagógicos, entre eles o computador, refletir na sua ação e sobre a sua ação pedagógica, e depurá-la a partir das respostas obtidas dos alunos. Sendo assim é possível retomar o ciclo descrever/refletir/depurar uma vez que ele é útil para a construção de uma abordagem construcionista de trabalho em sala de aula.

Na sua práxis o professor possui modelos ou tipos de ações que são utilizadas para estruturá-los e orientá-los em situações. Chamada de *Teoria da Prática Educativa*, a que chamaremos de TPE, segundo Tardiff (2011) trata-se da relação humana sobre a matéria em relação às interações entre os seres humanos. A autora reitera que a prática educativa e o ensino são formas de agir plurais que mobilizam diversos tipos de ação dos quais estão ligados a saberes específicos.

Entre os diversos tipos de ação ligados aos saberes específicos, destacamos a *educação enquanto interação* entre os indivíduos. De acordo com Tardiff (2011), a arte de educar originou-se a partir de um contexto de discussão marcada por interações de gêneros linguísticos. Nesse ponto, é importante destacar que a discussão não é apenas um meio educativo, é também um meio no qual a própria formação ocorre. Porém, quando o aplicamos à educação, a interação nos leva a captar a natureza profundamente social do agir educativo.

Essa natureza nos leva a perceber que o professor construtivista não está lidando com coisas e objetos, mas com semelhantes ao qual interagimos. Nessa perspectiva, Tardiff (2011, p. 167) define o ensinar:

Ensinar é entrar numa sala de aula e colocar-se diante de um grupo de alunos, esforçando-se para estabelecer relações e desencadear com eles um processo de formação mediado por uma grande variedade de interações. (TARDIFF, 2011, p. 167).

Quando nos referimos ao ensinar, o professor pode conseguir manter os alunos fisicamente numa sala de aula, mas não pode obrigá-los a participar de um programa curricular com finalidade de aprendizagem. É preciso que os alunos se sintam associados ao processo pedagógico para que se tenha sucesso no que está sendo ensinado. E porque não associar através da tecnologia?

É nesse viés que o professor construcionista consegue associar os alunos às suas propostas pedagógicas, penetrando assim no mundo dos nativos digitais. Os nativos, como afirma Marc Prensky (2001)³, são jovens acostumados a obter informações de forma rápida recorrendo primeiramente a fontes digitais do que meios de aquisição de conhecimentos tradicionais, como livros ou qualquer tipo de mídia impressa. Retomando ao que discutimos na educação enquanto interação na TPE, o autor entende a tecnologia digital como uma linguagem, uma vez que é algo que faz parte do cotidiano dos alunos.

Outra definição que caberia aos nativos digitais está à geração@, segundo Moita (2006), que trata de uma geração que pensa e aprende uma forma diferenciada frente às tecnologias da informação e comunicação. O aprender fazendo, o construir.

Dessa forma, o professor construcionista necessita de novas ferramentas pedagógicas que proporcionem a ligação entre o elo aluno/currículo para que haja uma aprendizagem mais efetiva e com significado. Para isso, destacamos a robótica educacional ou robótica pedagógica, a qual será discutida a seguir.

³ O conceito de Nativos Digitais surgiu através do famoso artigo “*Digital Natives, Digital Immigrants*”, do escritor e designer de videogames norte-americano Marc Prensky, em 2001.

3.2 ROBÓTICA EDUCACIONAL

Dentre as novas ferramentas educativas que se caracterizam como mediadores no processo de ensino e aprendizagem, ganha destaque a robótica. Conforme Santos (2009), a união entre a robótica e educação representa algo potencialmente promissor. O robô, como ferramenta tecnológica, possui uma série de conceitos científicos cujos princípios básicos são abordados no currículo escolar. Além de aguçar o imaginário do aluno, cria novas formas de interação e exige uma nova maneira de lidar com símbolos.

Sob esse ponto de vista, a Robótica Educacional ou Robótica Pedagógica pode ser definida como o ambiente de aprendizagem em que o professor ensina o aluno a montagem, automação e controle de dispositivos mecânicos que podem ser controlados pelo computador (SILVA, 2009).

Chella (2002), por sua vez, oferece uma definição de robótica educacional como um ambiente construído pelo computador, componentes eletrônicos e programas, onde o aluno, passando a integrar esses elementos, constrói e programa com o objetivo de explorar conceitos de diversas áreas do conhecimento.

Segundo d'Abreu e Garcia (2012), quando se fala em ensino e aprendizagem, a robótica pedagógica pode ser entendida como um processo de interação com um dispositivo mecânico e/ou eletrônico, que pode ser um robô, como forma de favorecer processos cognitivos. Esses processos envolvem etapas como: concepção, preparação, construção, automação e controle de um mecanismo. Em todas estas etapas pode e tem que ocorrer a construção de conhecimento.

Um ambiente de robótica educacional deve fazer emergir no contexto escolar de aprendizagem, ideias tecnológicas para permitir que as crianças se apropriem delas (PAPERT, 1994). Aqui a chamamos de Robótica Educacional – RE, pelo fato do conhecimento estar caracterizado como a ação do sujeito com a realidade; os alunos passam a construir sistemas compostos por modelos e programas que os controlam para desempenhar as funções de determinada forma.

Conforme afirmara Zilli (2004, p. 40), as principais vantagens da robótica educativa são:

O favorecimento à interdisciplinaridade, promovendo a integração de conceitos de diversas áreas do conhecimento/currículo escolar; a permissão para construir e testar em um equipamento físico o que foi aprendido em aulas teóricas; transformar a aprendizagem em algo positivo, proporcionando acessibilidade aos princípios de Ciência e Tecnologia; estímulo à leitura, exploração e investigação; preparação do aluno para o trabalho em grupo; estímulo à execução de um trabalho organizado; proporcionar o desenvolvimento da capacidade de comunicação e arguição; estimula a criatividade; desenvolver a autossuficiência na busca e obtenção do conhecimento; e gerar habilidades em que o aluno pode investigar e resolver problemas concretos (ZILLI 2004, p. 40).

Um ambiente de robótica educacional pressupõe a existência de professor, aluno e ferramentas que propiciem a montagem, automação e controle do dispositivo, pois de acordo com d'Abreu e Garcia (2012), a interação aluno/ferramenta/professor produz novos conhecimentos caracterizando esse ambiente como um ambiente pedagógico que não existe *a priori*. Nesse cenário, destacamos como parte do trabalho com robôs, a montagem e a metodologia da LEGO Robótica, em que abordamos na seção a seguir.

4 LEGO® ROBÓTICA

A utilização da robótica nas salas de aula vem sendo uma opção das escolas para a melhoria no processo de ensino e aprendizagem, o que proporciona o estímulo para compreensão dos conhecimentos em disciplinas consideradas extensivas, como no caso da Biologia.

Dentre vários kits de utilização deste recurso no ambiente escolar, a LEGO® surge no sentido de promover um processo educacional contextualizado e coerente em suas propostas. De acordo com Feitosa (2013), os programas educacionais deste segmento possuem a mesma base pedagógica e metodológica na qual por meio de recursos tecnológicos de construção, os discentes passam a trabalhar em equipe na busca de solucionar problemas relacionados a temas do mundo real.

Sendo assim, a seguir compreenderemos como este recurso se consolidou no ambiente educacional através da abordagem de sua metodologia e princípios que tornam viável a utilização da ferramenta para exploração de conteúdos da matriz curricular nas escolas.

4.1 O SURGIMENTO DA LEGO®

Criada pelo marceneiro Ole Kirk Christiansen⁴ em 1934, a Leg Godt passou a ser conhecida mundialmente como LEGO®. No início, o pioneiro da empresa construía brinquedos de madeira, porém, após o período pós-guerra houve uma mudança de material, passando a utilizar plástico injetado para confecção de suas peças. Trata-se de um brinquedo formado por diversas peças de tamanhos diferentes as quais se encaixam perfeitamente, possibilitando diversas combinações.

Em 1980, conforme Feitosa (2013), o grupo LEGO® criou o ramo de atividade dedicado exclusivamente à educação. Esta criação foi resultado de uma parceria entre o *Media Lab do Massachusetts Institute of Technology* – MIT e a Lego. Desta

⁴ Criador da Lego. Para saber mais sobre a história da lego com riqueza de detalhes, acesse os endereços: <http://www.infoescola.com/curiosidades/lego/> e <https://www.youtube.com/watch?v=ViZVvB2tMu8> (acesso em 21 de setembro de 2015).

forma, a partir dos estudos de Seymour Papert (1985, 1994), foi desenvolvida uma metodologia inovadora a qual abordaremos detalhadamente a seguir.

4.2 A METODOLOGIA LEGO® EDUCATION

Nos programas da LEGO®, a LEGO® EDUCATION utiliza uma metodologia que contempla quatro fases: contextualizar, construir, analisar e continuar.

De acordo com Feitosa (2013), a fase contextualizar tem como objetivo estabelecer uma conexão dos conhecimentos prévios com os novos. Nesta fase o aluno entra em contato com o tema que irá trabalhar na fase seguinte. Aqui, o educador convidará o aluno para participar de uma atividade prática, que será realizada na etapa construir. Sendo assim, podemos caracterizar este momento como uma situação de contexto.

O autor considera que toda tarefa envolve uma atividade de construção relacionada à contextualização. Dessa forma, o aprendizado a quem o autor chama de ativo envolve dois tipos de construção: a construção física, e a construção mental. Quando um aluno constrói artefatos do cotidiano, simultaneamente estão construindo conhecimento na mente, e nessa perspectiva, o processo da construção dos modelos físicos proporcionará um ambiente de aprendizagem fértil para o processo de mediação que será realizado pelo educador. Então, o que temos na fase construir é o delineamento de um problema.

Na etapa seguinte, continuar, o aluno é convidado a resolver uma situação-problema. Segundo Figueiredo et al (2011), a utilização dessa prática desperta no aluno o interesse em desvendar o problema da situação a qual foi envolvido. Os Parâmetros Curriculares Nacionais - PCN destaca que a situação-problema coloca o aluno em uma interação ativa consigo mesmo e com o professor, o que provoca um conflito saudável e o torna capaz de gradativamente organizar o seu pensamento e buscar soluções (BRASIL, 2006).

No último passo, os alunos são levados a pensar como funcionam as suas montagens experimentando, observando, analisando, corrigindo possíveis erros e validando o projeto. Ao analisar, o aluno tem a oportunidade de aprofundar seu

conhecimento e assim, desenvolver conexões entre o conhecimento anterior e as novas experiências vivenciadas.

Como afirma Feitosa (2013), as atividades contextualizadas com o LEGO® têm como objetivo gerar o envolvimento do aluno na formulação de hipóteses, pesquisa e exploração de ideias, que o leve a discutir e colocar em prática sua maneira de pensar e avaliar resultados, além de construir argumentos que convençam; depurar o projeto em função de resultados encontrados, o que permite deixar de pensar no correto e no errado e começar a pensar em resolver situações-problema, tornando o erro um revisor de ideias, e não um objeto de intimidação e frustração; ensinar conceitos no momento em que o aluno estiver projetando e construindo dispositivo, que possibilitem explorar diversas áreas do conhecimento; e trabalhar numa sistemática que faça parte da realidade do aluno, encaminhando-o para a prática de diversas atividades profissionais. Estes objetivos proporcionam um diálogo com os pares, tornando o aprendizado efetivo.

O envolvimento entre educadores e educandos em projetos segundo Delors (1998) enriquece a relação e ajuda a aprender como resolver conflitos, pois conforme afirmara Costa (2000), os educadores precisam se fazer presentes na vida dos educandos de forma construtiva, emancipadora e solidária.

Partindo dessa perspectiva de fortalecimento de vínculos, em toda solução educacional da LEGO® ZOOM os alunos trabalham sempre em equipes, geralmente de quatro alunos, onde cada um terá uma função designada, conforme mostra a Figura 03.

Figura 03 – Trabalho em equipe para as séries finais e para o ensino médio.



Fonte: Feitosa (2013, p. 44).

O trabalho em equipe citado se refere às séries finais do Ensino Fundamental e para o Ensino Médio. De acordo com Feitosa (2013), cada função pode ser caracterizada da seguinte forma: um organizador, que será o responsável pela organização geral e desempenha as funções de coordenação e organização; um construtor, que será responsável pela coordenação das montagens, de forma que todos os integrantes da equipe participem da atividade; o programador, encarregado pela elaboração da programação e pela automatização da montagem; e o apresentador/Líder: responsável pela apresentação da montagem para a classe (para que serve, quais as partes a compõem, como funciona, etc.), bem como pela opinião da equipe em relação ao projeto.

Ainda no que se refere às soluções educacionais da metodologia, o uso de situações-problema é algo constante, pois conforme Feitosa (2013), potencializa as mais diversas competências dos alunos. Uma característica dessa ferramenta é desafiar o sujeito a mobilizar recursos para tomar decisões favoráveis a seus objetivos, por isso o uso da situação-problema está relacionado ao aprender pensar.

A situação-problema pode ser definida, segundo Meirieu (1998), como uma situação didática na qual se propõe ao sujeito uma tarefa que ele não pode realizar sem efetuar uma aprendizagem precisa.

Dessa forma, ao utilizar a metodologia LEGO[®] education, é possível romper com a prática de ensino tradicional estando mais próximo do ensino inovador requerido através dos PCN, Brasil (2006), como o desenvolvimento de habilidades e competências, o aprender fazendo, o protagonismo, a mediação, e a problematização. Discutimos essa quebra de paradigma na seção a seguir, onde abordamos a necessidade da presença de um mediador no processo educativo com a utilização da robótica em sala de aula, onde adotamos um modelo de aprendizagem: a Experiência de Aprendizagem Mediada.

5 A EXPERIÊNCIA DE APRENDIZAGEM MEDIADA

Quando se decide ensinar através de recursos tecnológicos, o aprendiz ao mesmo tempo em que se apodera de conceitos também está sendo preparado para as demandas da contemporaneidade. Porém, para que essa aprendizagem aconteça de forma efetiva faz-se necessário o professor assumir a postura de mediador.

Este mesmo pensamento está presente nos estudos Reuven Feuerstein (1994, 1997, 2002). Em seus trabalhos na iniciativa de integrar jovens, adolescentes, crianças e adultos imigrantes, percebeu que esses indivíduos manifestavam grandes dificuldades em aprender, porém, sentiu que existia um potencial interno que por vários motivos não se manifestavam exteriormente.

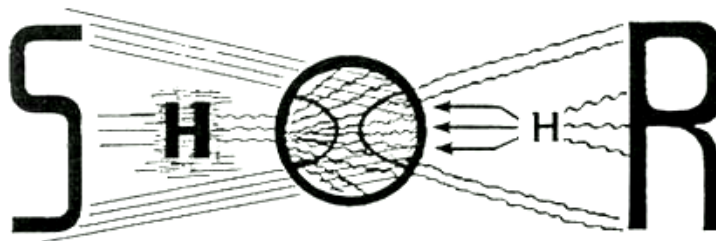
De acordo com Feuerstein (1997), para se produzir uma aprendizagem efetiva torna-se indispensável à utilização da dupla mediador/mediado, já que é por meio da interação do sujeito com outros sujeitos capazes de mediar informações necessárias, estando estes sujeitos integrados a um meio ambiente favorável e estimulante, que o desenvolvimento cognitivo acontece.

Neste sentido, Meier e Garcia (2007, p. 72) caracterizam o que significa o termo 'mediar':

Mediar significa, portanto, possibilitar e potencializar a construção do conhecimento pelo mediado. Significa estar consciente de que não se transmite conhecimento. É estar intencionalmente entre o objeto de conhecimento e o aluno de forma a modificar, alterar, organizar, enfatizar, transformar os estímulos provenientes desse objeto a fim de que o mediado construa sua própria aprendizagem, que o mediado aprenda por si só. (MEIER; GARCIA, 2007, p.72)

A Experiência de Atividade Mediada – EAM trata-se de uma modalidade de aprendizagem diferenciada em que Feuerstein (1997) a resume através de um esquema representado na Figura 04.

Figura 04 – Modelo de Experiência de Aprendizagem Mediada.



Fonte: Fonseca (1998, p. 61).

Conforme Feuerstein (1997) e Fonseca (1998), a letra **S** representa os estímulos externos, a letra **H** significa a presença de um mediador humano, que se interpõe entre o indivíduo, organismo representado pela letra **O**, e os estímulos externos selecionando-os e organizando-os. Os estímulos do ambiente podem chegar ao organismo de duas formas: diretamente, ou através do filtro do mediador (linhas e setas). O mesmo acontece com as ações do organismo, a resposta (letra **R**), que podem ser ações diretas ao ambiente ou direcionada pela ação do mediador.

Para Turra (2007), o mediador avalia as estratégias e as selecionam para determinada situação. É por meio desse processo de mediação que a estrutura cognitiva do aprendiz pode ser modificada. Sendo assim, quanto menos mediação for oferecida, menor será a possibilidade de o mediado desenvolver a capacidade de se modificar.

Assim, um professor que tenha um perfil pedagógico tradicional, que apenas transmite informações, priva o aluno do estímulo à produção de processos mentais superiores como a construção de hipóteses, metas de alcance e a tomada de decisões. A partir dessa perspectiva é fundamental a utilização de critérios que proporcionem uma interação baseada na Experiência de Aprendizagem Mediada. Esses critérios podem ser caracterizados com uma nomeação dos vínculos entre o mediador e o aprendiz.

Um dos referenciais de apoio a investigação são os estudos de Feuerstein (2002). Para o autor, a qualidade de interação da Experiência de Aprendizagem Mediada requer três critérios universais que jamais podem faltar em uma mediação:

intencionalidade/reciprocidade, transcendência, e significado, que passamos a descrever com mais profundidade abaixo:

A **Intencionalidade/reciprocidade** é indissociável na mediação. Representa o estabelecimento do vínculo entre as partes envolvidas no processo. Na intencionalidade o mediador determina com muita clareza a sua intenção, modificando o estímulo para que este possa ser compreendido. No que diz respeito à reciprocidade, onde haverá uma troca, o mediador tem de estar aberto para as respostas do sujeito, onde este último deve fornecer indicações que está cooperando, e que se sente envolvido no processo de aprendizagem.

O **Significado** trata da dimensão energética da interação. O mediador tem de mostrar interesse e envolvimento emocional, observando se o estímulo que está sendo apresentado sensibiliza o mediado.

O terceiro critério universal, **Transcendência**, tem por objetivo proporcionar a aquisição de conceitos e estratégias que possibilitem à sua generalização para outras situações.

Entretanto, as variáveis que determinam a qualidade de interação da Experiência da Aprendizagem Mediada são tantas que Feuerstein (1994) indica outros critérios que são importantes na mediação, conforme mostra o Quadro 01.

Quadro 01 – Os doze critérios de mediação de Reuven Feuerstein.

1. Intencionalidade / Reciprocidade	Provocar curiosidade e obter respostas – O mediador apresenta a atividade de maneira motivante e desafiadora para atrair a curiosidade e expectativa do mediado. Compartilha a intenção. Encontra a linguagem apropriada para transmitir o raciocínio subjacente à seleção do conteúdo ou motivos que levaram à iniciação da atividade. Intencionalmente cria desequilíbrio, dissonância, para atrair a atenção do mediado e despertar nele a necessidade de elaborar conceitos que revelem aprendizagem.
2. Significado	Atribuir e compartilhar significados e valores – O mediador atribui significados e valores para diferentes objetos, experiência e fenômenos, além das suas conotações intrínsecas inerentes. O mediador deve atribuir significado afetivo e social e nessa perspectiva lhe cabe compartilhar, com o mediado, sentimentos e atitudes pessoais e atribuir valores socioculturais para vários aspectos das experiências compartilhadas. Na

	atitude de encorajamento à busca por significado cabe ao mediador desenvolver no mediado atitudes de questionamento frente aos propósitos e desafios de suas experiências de vida.
3. Transcendência	Extrair e transferir conhecimento – O mediador busca discernir elementos essenciais – oferece ao mediado critérios para distinguir aspectos essenciais inerentes às atividades/experiências. Extrai e generaliza princípios indicando a transferibilidade e utilidade desses elementos. Expande o sistema de necessidades: ajuda a enriquecer o repertório de experiências do mediado por meio de orientações novas e inovadoras.
4. Sentimento de competência	Analisar os processos mentais – Compete ao mediador proporcionar ao mediado as condições para interpretação da própria performance e para atribuição de valor social ao seu funcionamento eficiente.
5. Controle e da regulação da conduta	Indicar complexidade – O mediador assegura-se de que o mediado está consciente do nível de complexidade, dificuldade e requisitos da atividade antes de tentar resolvê-la, bem como medeia situações de impulsividade. Compete ao mediador motivar o mediado quando avalia que ele é capaz de responder além dos requisitos exigidos na tarefa.
6. Comportamento de compartilhar	Incentivar a adquirir consciência do interesse comum – O mediador motiva o mediado a tomar consciência dos interesses comuns subjacentes a sua interação, apesar das muitas diferenças que os separam. Para que isso ocorra o mediador enfatiza a importância do raciocínio lógico como a base da troca de ideias, apesar das diferenças de opinião. É papel do mediador equacionar espaços que possibilitem ao mediado adquirir o vocabulário necessário para uma comunicação concisa e para desenvolver uma dialética respeitosa.
7. Individuação e diferenciação psicológica	Incentivar a adquirir consciência das diferenças interpessoais – O mediador estabelece critérios para o mediado conduzindo-o a tomar consciência das diferenças de personalidade e individualidade, apesar dos interesses comuns e de muitas experiências compartilhadas. Torna-se essencial que o mediador reconheça a legitimidade dos pontos de vista divergentes e manifeste respeito pelas crenças e convicções que fluem nas interações socioculturais, bem como que motive o mediado a assumir responsabilidade pelas suas decisões, mantendo seus próprios pontos de vista, sempre que julgá-los corretos, mesmo diante da pressão exercida pelo grupo de seus pares.
8. Conduta de busca de	Estabelecer metas e objetivos – O mediador inspira o mediado a fixar para si mesmo, deliberadamente, novos

planejamento e realização de objetivos	objetivos e a projetar novas realizações, além de suas necessidades presentes, ao mesmo tempo em que valoriza as conquistas que surgem e são manifestadas pelos mediados.
9. Desafio: busca pelo novo e complexo	Indicar a possibilidade de modificação pessoal – O mediador orienta o mediado para a novidade e a complexidade através de experiências e estímulos, não familiares, apresentando-os como desafios. O mediador comunica segurança e desperta no mediado a percepção sobre a diferença entre “ser”, que não implica mudança, e o “vir-a-ser”, que implica modificabilidade – transformação.
10. Percepção da consciência da modificabilidade humana	Perceber o ser humano como sujeito modificável – O mediador transmite ao mediado uma sincera crença na sua aptidão para adaptar-se a novas situações e para experimentar mudanças significativas. Compara habilidades e competências atuais do mediado com performances anteriores, para compreender a extensão e o valor da mudança. O mediador propicia a desmistificação da noção de inteligência e enfatiza a acessibilidade do comportamento eficiente.
11. Escolha da alternativa otimista	Favorecer uma abordagem otimista e confiante – O mediador encoraja o mediado a adotar uma visão confiante e orienta em direção à antecipação das dificuldades que podem impedir o sucesso. O mediador oferece oportunidades para o mediado buscar estratégias e criar hipóteses para vencer o ensaio e o erro. Elimina a percepção nebulosa e distorcida da realidade.
12. Sentimento de inclusão	Enfatizar a pertença ao grupo de pares – O mediador sublinha os interesses comuns que formam a base para a busca do outro e do coletivo, como elemento favorável ao desenvolvimento pessoal e grupal.

Fonte: Feuerstein (1994 apud TURRA 2007, p. 304).

A Experiência de Aprendizagem Mediada, conforme Turra (2007), busca promover a modificabilidade cognitiva estrutural dos sujeitos envolvidos no processo. Isso não acontece apenas com a resolução das tarefas, mas da intenção provocada por meio dos critérios adotados durante a EAM, especialmente pela autonomia que a mediação proporciona ao sujeito mediado. O sujeito mediado torna-se também mediador, quando consegue descrever e explicar a aprendizagem construída no momento em que procura resolver as tarefas propostas pelos instrumentais.

Os doze critérios mediacionais oferecem oportunidade ao mediador de fazer escolhas planejadas e sistemáticas para explorar o potencial de mediação em situações para encorajar o funcionamento cognitivo e estimular a modificabilidade.

Entretanto, é necessário destacar que o ensino através de recursos tecnológicos com a presença de um mediador representa um processo evolutivo que está acontecendo dentro do espaço escolar ao longo dos anos, uma vez que a escola nem sempre esteve pronta para a utilização de tais recursos. A seguir traremos uma reflexão com a 'Metamorfose da Borboleta' para melhor entender esse processo de sofrimento e mudança na Educação.

6 METAMORFOSE DA ESCOLA

Entre alguns animais que passam pelo processo de metamorfose, concentramos nossa atenção nas borboletas, que por mais árduo que seja a transição de todo o processo de transformação encantam seus admiradores pela sua beleza e sofisticação. O processo de mudança nas borboletas acontece em quatro fases: o ovo, a larva, a pupa e o estágio adulto.

Essas mudanças sofridas pelos animais e no caso aqui, as borboletas, serviram como base para à semelhança refletirmos sobre a transformação que a escola vem sofrendo com o advento da tecnologia como metamorfose⁵.

A escola inicia o seu ciclo com os ovos que foram postos pela tecnologia nas folhas de plantas (o campo da Educação). Essa postura de ovos é um processo que necessita de amadurecimento e durante algum tempo o embrião fica inativo no ovo até que as condições do clima (as condições escolares) e do crescimento da planta (Educação) sejam favoráveis.

Os animais sofrem com as intempéries e muitos ovos não chegam a nascer, e a metamorfose nem se inicia. Também na escola muitos não conseguem implantar o processo de modernização com as tecnologias, pois os obstáculos levantados por muitos educadores são como grandes vendavais que não deixam nada acontecer.

Os aparelhos mofam nas caixas que não chegam a ser desencaixotados. “Morrem no ovo” porque ficam obsoletos, como o resultado de uma pesquisa publicada na Revista Escola⁶ em que 98% das 400 escolas públicas pesquisadas possuem computador, mas nem sempre ou em algumas nunca foi realizado o uso dos equipamentos. Em muitos contextos escolares, é vencida a inicial resistência da escola e seus agentes passam por fases que vão desde a adaptação ao “novo”, a equipar a escola, formação e finalmente, o estágio adulto que é quando os docentes abrem asas pra voar.

⁵ De acordo com o dicionário Aurélio, metamorfose são mudanças de formas a que estão sujeitos principalmente os insetos e batráquios. Significa transformação, mudança. Disponível em: <<http://www.dicionariodoaurelio.com/metamorfose>>. Acesso em 12 de maio de 2015.

⁶ Pesquisa na íntegra disponível no endereço: <http://revistaescola.abril.com.br/formacao/tecnologia-aula-computador-escola-pesquisa-fundacao-victor-civita-aprendizagem-518769.shtml> Acesso em 09 de março de 2016.

Assim, tal como na natureza, as mudanças por causa da entrada das tecnologias nas escolas tem sido um processo sofrido e demanda um longo tempo para acontecer, uma vez que exige adequação da infraestrutura, formação de professores, e adequação da comunidade acadêmica de modo geral.

Durante a inatividade do embrião da tecnologia, a escola se deparou com um novo campo de conhecimento: a informática aplicada à educação. Papert (1985) ao publicar seu livro *Mindstorms: children, computers, and powerful ideas*⁷ percebeu o crescimento de uma cultura do computador na escola, e assim como o Brasil, as escolas americanas investiram em computadores e centenas e milhares de professores fizeram cursos para aprender a usá-los.

Toda essa novidade com o passar dos anos passou a ter um caráter entusiástico justamente pelo fato de que algo novo e empolgante estava acontecendo no meio escolar. As atenções aumentaram, e segundo Almeida (2009), o fortalecimento e a popularização do computador em sala de aula trouxe o surgimento de diversos projetos que buscaram disseminar conteúdos e informações numa perspectiva de disseminação em massa. Nesse sentido, as condições do clima e do crescimento da planta do campo da Educação passaram a ser favoráveis.

Diante das condições, o ovo com o embrião da tecnologia eclodiu e transformou-se então em uma larva/lagarta. Nesta fase que é a mais duradoura, a lagarta come mais das folhas da planta do campo da Educação para crescer e guardar energia. Nesse crescimento contínuo a larva vai passando por um processo de amadurecimento, onde é possível notar a sua percepção em relação à importância do contato com a educação. Como resultado desse crescimento, a lagarta passa a se deparar com novos pontos de vista e posicionar-se em relação a cada um deles. Esse mecanismo vem provocar naturalmente duas posições: ceticismo e otimismo.

Como afirma Valente (1999), a posição cética assume várias formas. A larva pode começar a absorver a ideia de que o uso do computador na educação pode provocar uma desumanização na educação. Esse argumento tem diversas vertentes. Uma delas é a possibilidade da futura borboleta (o professor) ser

⁷ *Mindstorms* é um neologismo do autor que se dá pela união das palavras *mind* (mente, intelecto, inteligência) e *storm* (tempestade).

substituído pelo computador, o que eliminaria o contato natural borboleta/ovos na continuidade de novos ciclos. Esse receio é mais evidente quando se adota o paradigma instrucionista, porém voltaremos a este paradigma quando a borboleta enfim conseguir sair do seu casulo. Outro argumento usado pela posição cética da larva está relacionado à dificuldade de adaptação da administração escolar, docentes e dos pais a uma abordagem educacional que eles mesmos não vivenciaram em metamorfoses anteriores. Este certamente é o maior desafio para a introdução da tecnologia na educação, o que implicaria numa mudança desde a postura dos ovos nas folhas da planta da Educação até a formação das futuras larvas e pupas.

A posição otimista das larvas, ainda de acordo com as ideias de Valente (1999), as leva a perceber que o computador fará parte de suas vidas e que necessitam estar preparadas para lidarem com essa tecnologia. Ao tomar essa postura, a lagarta precisa se atentar para não cair no erro usual de introduzir o computador como disciplina curricular no decorrer da metamorfose. O real objetivo durante todo o processo de transformação é fazer com que as futuras larvas aprendam através de computadores e possam dar continuidade de forma harmoniosa aos processos vindouros.

Isso significa dizer que as borboletas precisam motivar e despertar a curiosidade dos embriões. As antigas borboletas não conseguem competir com a realidade do novo século em que os embriões estão se desenvolvendo: os novos embriões estão aptos a trabalharem o raciocínio e a resolverem problemas.

Nessa perspectiva, surge o contato com uma nova área do conhecimento: a Educação Tecnológica. Toda nova área emergente nesse processo de metamorfose caracteriza-se como uma quebra de paradigma, então a preocupação passa a ser como incorporar a tecnologia na vida selvagem das futuras borboletas.

Pesquisadores como Oliveira e Ventura (2008), Grispun (2001), Bastos (2000), e Bueno (1999) que trabalham com Educação Tecnológica alertam sobre a importância de se estabelecer um diálogo entre as borboletas e as futuras larvas em fase de amadurecimento presentes em todos os setores e camadas sociais, pois como afirmou Bastos (2000), envolve uma busca na formação de larvas competentes e inventoras de novos processos que reflitam atitudes inovadoras e

criativas. As larvas competentes, nesse caso, não serão aquelas que conhecem apenas a técnica, mas aquelas que conseguem adquirir a capacidade de entender o mundo e a sociedade tecnológica na qual está inserida. Partindo desse pressuposto, a Educação Tecnológica forma larvas que posteriormente serão borboletas aptas a compreenderem que além do computador, o sistema tecnológico é formado por outros indivíduos, contextos e ramificações.

Ainda nesse estágio, a larva continua a produzir fios de seda ou semelhantes que se prendem a superfície onde ela está. Esses fios podem ser definidos segundo Feitosa (2013) como sendo a construção da racionalidade, eficiência e significância. Assim, a escola passará a utilizar o recurso tecnológico como fator de motivação para a construção do próprio conhecimento do aluno, presos nos fios da autonomia, iniciativa, responsabilidade, criatividade, e interesse por pesquisa.

Apesar de ainda não ser o casulo propriamente dito, esses fios servem de abrigo contra os predadores. Estes predadores são representados pelos gestores e docentes que receiam e refutam o uso do computador na sala de aula, pois segundo Valente (1999) pensam que serão substituídos pela máquina, ou temem pela falta de capacitação para lidar com o novo recurso. Os medos expressados por esses predadores na maioria das vezes são os responsáveis por abortar o processo.

Com o escudo contra a predação estabelecido, é possível atingir a fase de pupa, em que depois de várias mudanças de pele resultantes do contato com os novos campos do conhecimento, os fios produzidos serão usados para a construção do verdadeiro casulo.

Esse casulo a que chamaremos de Robótica, é o resultado da junção de todos os fios que foram tecidos ainda na fase anterior. De acordo com Jones, Flynn e Seiger (1999), trata-se de uma área de trabalho e pesquisa multidisciplinar, pois envolve conceitos e conteúdos de diferentes áreas do conhecimento.

Conforme o observado por Nehmzow (2000) é cada vez mais comum o uso desse campo para auxiliar os seres humanos em inúmeras tarefas, desde um simples eletrodoméstico até missões espaciais. Porém, é importante ressaltar que a robótica não se resume apenas a tecnologia de ponta e projetos grandiosos que estejam fora do entendimento da maioria das borboletas, está também presente nas

escolas de rede pública e privada que já passaram pela metamorfose, e a utiliza como um recurso potencializador de aprendizagem.

De acordo com Pozzebon e Frigo (2013), muitas vezes os alunos do ensino médio ficam desmotivados em estudar os conteúdos do currículo por estes tratarem de temas que são de difícil assimilação. Sob esse ponto de vista, a robótica tem se destacado como ferramenta para motivação de estudantes no estudo das mais diversas áreas das ciências em geral. Também no ensino médio são várias as iniciativas de se usar robôs para auxiliar professores a reforçar conceitos principais das disciplinas.

Estas iniciativas que são realizadas em longo prazo, correspondem ao período em que a pupa em estado total de repouso fia seus tecidos e vai modificando o seu corpo. As mudanças passam a corresponder às atividades que são idealizadas para o ambiente escolar.

Após toda a confecção de fios e modificação estrutural, a borboleta estará pronta. Nessa etapa ela utilizará todo o seu aprendizado para conseguir sair do casulo, uma tarefa que não será fácil. Com movimentos lentos e precisos, será necessário utilizar-se de estratégias para que seu corpo e todo o seu conhecimento adquirido não sejam danificados durante a saída.

Finalizada a luta da adaptação e libertação de si mesma, a borboleta sai do seu casulo e voa em conquista a liberdade no mundo da tecnologia. Esse período de clausura concedeu-lhe as asas que necessitava para explorar o mundo da educação sob novas perspectivas.

A principal atividade agora na fase adulta é a reprodução. A reprodução de tudo que foi vivenciada na metamorfose da escola passa a ser agora em forma de projetos que formarão novas borboletas multiplicadoras, como por exemplo, os projetos de robótica que são pequenas projeções do que Papert (2010) chama de efeitos de segunda ordem ou efeitos sistêmicos da presença do computador no ambiente escolar. Esses efeitos em escala variam enormemente de uma escola para outra, mas passam a ser potencialmente mais poderosos se comparados ao objetivo de como a informática era utilizada inicialmente na educação.

Aqui abordamos um aspecto natural, a metamorfose. Todavia, a educação escolar não é um ato natural. Ainda de acordo com Papert (2010), a escola tende

constantemente a reduzir a aprendizagem a uma série de atos técnicos, reduzindo o professor ao papel de técnico. Esta tecnicidade quando presente nas práticas pedagógicas atua com uma barreira que favorece o rompimento de todo este processo de transformação.

Quando tratamos do ensino de Biologia, é necessário se atentar ao fato de que a grande quantidade de conteúdos que são abordados em sala de aula acaba favorecendo a robotização entre professor e aluno, caracterizando uma educação vertical. A metamorfose acontece justamente no sentido de transformar e eliminar a tecnicidade e mecanização do ensino nas salas de aula.

Neste sentido, passamos a apresentar os passos da pesquisa que seguem a ideia de metamorfose em aulas de Biologia sobre o filo dos artrópodes com estudantes de uma escola da rede privada no estado da Paraíba.

7 PERCURSO METODOLÓGICO

De acordo com Lüdke e André (1986), uma pesquisa se faz a partir do estudo de um problema, que desperta o interesse de quem pesquisa e ao mesmo tempo limita sua atividade a uma parcela específica do saber, a qual se compromete aprofundar-se naquele momento. Caracteriza-se por reunir o pensamento e a ação de uma pessoa ou grupo na tentativa de elaborar o conhecimento de aspectos da realidade que servirão de soluções para o problema em questão. O conhecimento construído é fruto da curiosidade, da inquietação e da atividade investigativa dos indivíduos, dando continuidade ao que já foi construído pelos que trabalharam o mesmo assunto ou correlatos anteriormente.

No caso da pesquisa proposta, a mesma se ajusta a partir do trabalho que desenvolvemos através do uso da robótica em torneios com alunos do ensino médio, como o mencionado na introdução.

A presente dissertação configura-se como um estudo exploratório descritivo, pois conforme Gil (1987), este tipo de trabalho visa proporcionar uma maior familiaridade com a problemática, além de aprimorar as ideias ao longo do seu desenvolvimento. Caracteriza-se com um estudo descritivo, pois tem o objetivo de descrever determinado fenômeno a partir da resposta dos sujeitos participantes.

Para o desenvolvimento da pesquisa, optamos por uma abordagem qualitativa. Trabalhar com pesquisa em Educação é uma oportunidade ímpar em que podemos reunir pensamento e ação na elaboração do conhecimento sobre os aspectos do cotidiano.

Segundo Gatti e André (2010), o uso dos métodos qualitativos trouxe grande e variada contribuição ao avanço do conhecimento em Educação, permitindo melhor compreensão dos processos escolares, de aprendizagem, de relações, dos processos institucionais e culturais, do cotidiano escolar em suas múltiplas implicações, além das formas de mudança e resiliência presentes nas ações educativas. Gatti e André (2010, p. 34) ainda ressaltam outras contribuições:

Todo esse conjunto de possibilidades para estudos de problemas em Educação ampliou o universo epistemológico da discussão dos fatos educacionais e permitiu, pelas novas posturas assumidas, um engajamento mais forte dos

pesquisadores com as realidades investigadas, o que levou ao reconhecimento da relação próxima entre pesquisadores e pesquisados, criando um compromisso maior com as necessidades e possibilidades de melhorias socioeducacionais por meio de intervenções diretas nas realidades pesquisadas ou pelo envolvimento nos debates e na formulação das políticas educativas. (GATTI; ANDRÉ, 2010, p. 34).

As autoras Gatti e André (2010) ainda destacam quatro pontos importantes das contribuições da investigação em Educação: a incorporação, entre os pesquisadores em Educação, de posturas investigativas mais flexíveis que nos permite iluminar aspectos e processos que permaneciam ocultos pelos estudos quantitativos; constatar que, para compreender e interpretar grande parte das questões e problemas da área de Educação, é preciso recorrer a enfoques e a tratamentos multidimensionais; a retratação do ponto de vista dos sujeitos (os personagens envolvidos nos processos educativos); e a consciência de que a subjetividade intervém no processo de pesquisa e que é preciso tomar medidas para controlá-la.

É importante ressaltar que a pesquisa qualitativa não se preocupa com a quantificação dos dados, mas também não os exclui, dependendo dos dados que possam interessar, e quando eles colaboram para uma melhor compreensão do fenômeno.

- **Universo da Pesquisa**

A pesquisa foi desenvolvida em uma escola da rede privada no estado da Paraíba com alunos da segunda série do ensino médio durante os meses de setembro a outubro do ano de 2015.

Os profissionais docentes que atuam na presente instituição contam com ótimos recursos pedagógicos tais como biblioteca, laboratório de informática, sala de robótica, salas de aulas equipadas com recursos audiovisuais, entre outros. A escola conta com 13 professores efetivos, sendo 01 docente na área de Biologia. Optamos por realizar a pesquisa na referida instituição porque fizemos parte da mesma como docente.

- **Os sujeitos**

Os sujeitos participantes desta pesquisa são os alunos regularmente matriculados na segunda série do ensino médio, sendo três turmas do turno integral do ano de 2015, totalizando 83 alunos. São indivíduos dos sexos masculino e feminino com uma faixa etária compreendida entre 14 e 18 anos.

A escolha desses alunos se deu em virtude do pesquisador ter atuado como docente nas três turmas. Portanto, não houve critério na seleção dos mesmos, e todos participam ativamente da pesquisa.

Apresentados o local e os sujeitos, passa-se a apresentar as três etapas que compuseram a pesquisa.

- **Etapa 1 – Provocação da metamorfose na escola**

Esta etapa compreende os primeiros momentos no ambiente onde foi realizada a pesquisa. Na chegada à instituição apresentamos a proposta de intervenção à comunidade escolar que inicialmente foi resistente ao convite de se trabalhar com tecnologia nas aulas de Biologia.

A novidade gerou um lento processo de metamorfose na escola, no qual houve a aceitação de alguns e à resistência de outros diante da inovação. Resistir ao novo é um processo natural que gera sofrimento aos seus envolvidos, pois está intimamente ligado à transformação do contexto em que se vive.

Apresentamos o recurso da robótica educacional para a promoção do ensino e aprendizagem na abordagem dos artrópodes quelicerados. Este conteúdo rico em detalhes agrupa uma grande quantidade de conceitos que necessitam ser mais bem trabalhados pelo professor e melhor compreendidos pelos alunos.

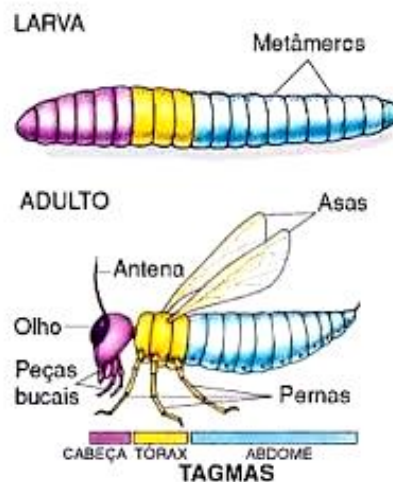
Através de uma reunião em que foi possível expor os benefícios do uso de robôs para a construção do conhecimento, a escola abriu-se à mudança rompendo o ovo e dando continuidade ao seu doloroso processo de transformação, mas que foi necessário para um repensar nas práticas pedagógicas vigentes no ambiente de pesquisa.

Sobre esta mudança, abordamos a seguir o desenvolvimento da segunda etapa desta pesquisa: o ensino do filo artrópoda a partir de uma abordagem através de aulas teóricas.

- **Etapa 2 – O ensino do filo artrópoda**

Segundo Amabis e Martho (2010) o filo Arthropoda é o mais diversificado do planeta com mais de um milhão de espécies catalogadas, sendo cerca de 900 mil só de insetos. A mais marcante das características dos artrópodes é a presença de um exoesqueleto que protege o corpo como uma armadura leve e resistente. De acordo com Paulino (2015), os artrópodes são animais triblásticos, celomados, com simetria bilateral, sistema digestório completo e corpo segmentado (Figura 05).

Figura 05 - Relação entre os tagmas da cabeça, do tórax e do abdome de um inseto adulto e os metâmeros da larva, a partir dos quais eles se originam.



Fonte: Amabis (2010, p. 267).

Na maioria dos artrópodes ocorre a fusão de metâmeros para formar certas partes do corpo, a que genericamente chamamos de tagmas. Nos insetos, por exemplo, a cabeça resulta da fusão dos seis metâmeros anteriores. Os três metâmeros seguintes também se fundem para formar o tagma torácico, ou tórax. Os últimos metâmeros permanecem separados, constituindo o tagma do abdome, onde a metameria dos insetos é mais visível.

Em relação a alguns crustáceos, há fusão dos metâmeros anteriores e intermediários, originando um tagma denominado cefalotórax. Em alguns artrópodes, como nos quilópodes, ocorre fusão de metâmeros intermediários e posteriores originando um tagma denominado tronco.

Uma das características que dá nome ao filo é a presença de apêndices articulados. O corpo dos artrópodes é revestido externamente por uma armadura leve e resistente, o exoesqueleto, constituído basicamente pelo polissacarídeo nitrogenado quitina. As longas moléculas de quitina formam uma malha rígida na maior parte do corpo e um pouco mais flexível nas articulações. Em muitos crustáceos, a malha quitinosa é impregnada de carbonato de cálcio (CaCO₃), constituindo uma couraça dura e espessa, como ocorre em caranguejos e lagostas.

Devido à sua rigidez, o exoesqueleto não permite o crescimento do corpo, por isso, os artrópodes precisam trocá-lo periodicamente para poder crescer. A troca de exoesqueleto denominada muda, ou ecdise, pode ocorrer várias vezes ao longo da vida do animal. Durante a muda, a epiderme secreta um novo exoesqueleto embaixo do antigo, que sofre uma rachadura dorsal e permite a saída do artrópode com seu novo exoesqueleto. Este, inicialmente, é muito flexível, distendendo-se à medida que o corpo do animal se expande, logo após a muda. Depois de alguns minutos ou de algumas horas, dependendo da espécie, o novo exoesqueleto endurece e o artrópode para de crescer. Uma nova fase de crescimento somente será possível depois de outra muda de exoesqueleto.

Os artrópodes, conforme Amabis (2010) e Paulino (2015), estão divididos em quatro grupos principais: Crustacea, Chelicerata, Hexapoda, e Myriapoda (Chilopoda e Diplopoda). As características utilizadas nessa classificação são, entre outras: a organização corporal; o número e os tipos de apêndices; a presença e o número de antenas, Quadro 02.

Quadro 02 – Classes dos artrópodes e suas características.

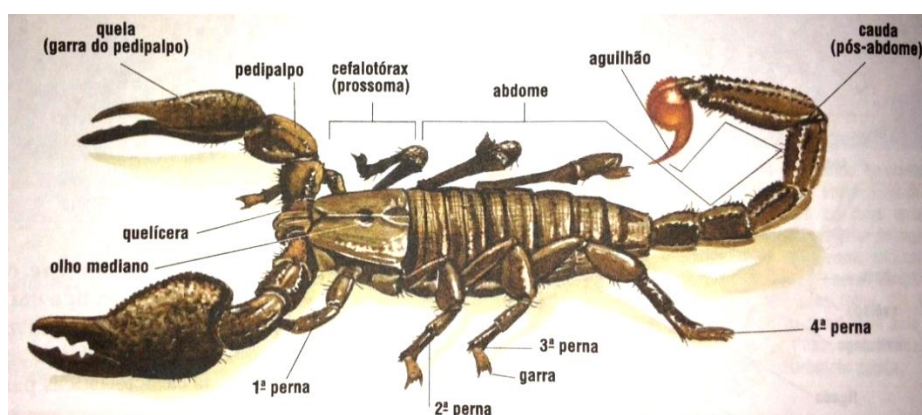
CLASSE DE ARTRÓPODES					
Características	Hexapoda (Insetos)	Crustacea (Crustáceos)	Chelicerata (Aracnídeos)	Chilopoda (Quilópodes)	Diplopoda (Diplópodes)
Hábitat principal	Terrestre	Água salgada ou doce	Terrestre	Terrestre	Terrestre
Desenvolvimento	Direto ou indireto	Direto ou indireto	Direto (exceto carrapatos)	Direto	Direto

Divisão do corpo	Cabeça, tórax e abdome	Cefalotórax e abdome	Cefalotórax e abdome	Cabeça e tronco	Cabeça, tórax e abdome
Nº de pernas	Seis	Variável	Oito	Muitas: presença de um par em cada anel	Muitas: presença de dois pares em cada anel.
Antenas	Um par (díceros)	Dois pares (tetráceros)	Ausentes (áceros)	Um par (díceros)	Um par (díceros)
Respiração	Traqueal	Branquial	Pulmotraquea	Traqueal	Traqueal
Exemplos	Barata, pulga, percevejo, cupim	Caranguejo, craca, camarão	Aranha, carrapato, escorpião	Centopeia ou lacraia	Embuá ou piolho-de-cobra

Fonte: Amabis (2010) e Paulino (2015)

A classe Chelicerata (quelicerados), que é o foco dessa pesquisa, compreendem cerca de 80 mil espécies atuais. Uma característica típica desse grupo é a presença de um par de quelíceras, estruturas afiadas que participam da captura de alimento. A maioria dos quelicerados tem o corpo dividido em dois tagmas — o cefalotórax, ou prossoma, e o abdome, ou opistossomo; eles apresentam quatro pares de pernas e não têm antenas.

Figura 06 – Morfologia externa de um escorpião.



Fonte: Paulino (2015, p.37).

O clado Arachnida (aracnídeos), o maior dos grupos de quelicerados, reúne aranhas, escorpiões, carrapatos e ácaros, animais adaptados ao ambiente de terra firme. As aranhas vivem em matas, pântanos, desertos e casas. Muitas espécies vivem no solo, entre rochas ou em buracos, enquanto outras vivem em teias que

elas mesmas constroem. Os escorpiões são comuns em regiões áridas, passando o dia escondidos em tocas e saindo à noite para caçar pequenos animais, geralmente insetos.

Para que o aluno tenha o entendimento acerca do que é um quelicerado, se faz necessário que ele primeiro compreenda alguns conceitos como cefalotórax, quelícera, aracnídeo e pedipalpo. Semelhante ao processo de metamorfose descrito anteriormente, esta compreensão se dá a partir do desenvolvimento do ovo em que os alunos e professores vivem.

Este processo lento teve início a partir do amadurecimento do ovo através da abordagem do conteúdo *Chelicerata (Quelicerados)* sendo trabalhado pelo professor pesquisador nas três turmas por meio de uma metodologia convencional, isto é, a aula expositiva. Os recursos utilizados nesta etapa da metamorfose foram quadro, pincel, Datashow e o livro texto *Biologia frente A / Os seres vivos: o reino Animalia, de Wilson Roberto Paulino, Abril Educação, 2015*, utilizado e adotado por toda rede de ensino participante da pesquisa.

O livro didático utilizado nas turmas de segundo ano do ensino médio tem como objetivo, no ensino dos artrópodes, caracterizá-los distinguindo as suas principais classes. Em relação aos aracnídeos, são abordadas as características dos seus principais representantes: aranhas, escorpiões, ácaros e carrapatos.

Conforme Pinheiro, Costa e Silva (2013), a Biologia é considerada pelos estudantes do ensino básico como uma ciência que expõe diversos conceitos de difícil aprendizagem. Esta característica geralmente está conectada ao nível de abstração e a motivação dos estudantes frente alguns conteúdos.

Entre os conteúdos da grade curricular da disciplina de Biologia, segundo Almeida (2007), os artrópodes configuram grande dificuldade para ensinar e aprender, pois este grupo apresenta uma grande diversidade de espécies com variadas formas e funções, o que traz para a sala de aula uma dificuldade em se trabalhar uma grande quantidade de termos e a falta de tempo suficiente para uma abordagem mais efetiva.

De acordo com Pinheiro, Costa e Silva (2013), uma forma de superar as barreiras que impedem os alunos de saírem do seu casulo é a incorporação no planejamento das aulas de atividades que estimulem os alunos a questionar e testar

suas ideias. Reconhecendo as dificuldades em se trabalhar alguns conceitos biológicos, especificamente o grupo dos artrópodes, torna-se necessário a apropriação de ferramentas que auxiliem na construção do conhecimento.

Uma destas ferramentas foi pautada na construção de um ambiente que permitiu a borboleta ao sair do seu casulo, desenvolver a capacidade de solucionar as dificuldades que envolvem o ensino e a aprendizagem a partir dos recursos da robótica. Para isso, desenvolvemos uma sequência didática na perspectiva da Experiência de Aprendizagem Mediada com o uso de robôs, onde detalhamos a seguir a terceira etapa realizada para alcançarmos este exemplo de transformação trabalhando com alunos da segunda série do ensino médio.

- **Etapa 3 – A sequência didática**

Para completar a metamorfose foi estabelecido um conjunto de propostas relacionadas aos artrópodes quelicerados considerando uma ordem de desenvolvimento. As aulas foram divididas em dois momentos, conforme a sequência didática estabelecida (ver Apêndice II).

No primeiro momento, duas aulas foram direcionadas ao aspecto teórico sendo ministradas de forma expositiva e dialogadas com auxílio de Datashow, quadro branco, livro e apostila sobre o filo dos artrópodes onde enfatizamos a classe dos quelicerados. Os alunos conheceram sobre os escorpiões e as estruturas que compõem seu corpo.

Na aula 1 os escorpiões foram caracterizados como um dos representantes do grupo dos artrópodes quelicerados. Na aula 2 os alunos construíram mapas conceituais sobre os artrópodes, de forma a esquematizar o conhecimento adquirido em sala de aula. Segundo Moreira (2011) os mapas mentais podem ser representações válidas da estrutura conceitual/proposicional de um indivíduo, podendo ser caracterizado como um instrumento de meta-aprendizagem.

O segundo momento da proposta didática refere-se sobre o aspecto prático com o uso dos kits da LEGO Mindstorms. Os alunos foram divididos em grupos com quatro integrantes cada, formando o construtor, o organizador, o programador, e o apresentador/líder.

Durante a aula 3, apresentamos aos alunos a situação-problema, que foi dividida em três partes: introduzindo o problema, compreendendo o problema, e concebendo um plano.

Na introdução ao problema, utilizamos uma história em quadrinhos, conforme mostra a Figura 07:

Figura 07 – História em quadrinhos para introdução ao problema.





Fonte: Quadrinhos criados pelo pesquisador através da ferramenta online Toondoo (<http://www.toondoo.com>).

Como afirmara Feitosa (2013), essa ferramenta trabalha ao mesmo tempo os dois hemisférios cerebrais, servindo de reforço à leitura por meio de uma linguagem altamente dinâmica, amplia a capacidade de observação e expressão das pessoas, e permite a transição entre o mundo das imagens e o mundo das palavras.

Para a compreensão do problema, o aluno teve a sua disposição um pequeno texto que versa sobre os escorpiões, onde utilizamos o diálogo de duas pessoas perdidas caminhando em um deserto. Esta etapa serviu para que o aluno desenvolvesse possibilidades de compreensão na sua mente e conseguisse articular alguns conceitos que foram vistos no primeiro momento, as aulas teóricas.

Após a compreensão, concebeu-se um plano. Aqui, o aluno foi convidado a fazer um experimento em forma de montagem que simule o funcionamento de um escorpião. Para isso, testamos duas situações: na primeira situação, o escorpião

teve que andar sobre o chão; na segunda situação, o escorpião teve que encontrar uma presa e picá-la com a sua cauda.

O aluno teve a oportunidade de utilizar o protótipo de montagem, e acesso aos seguintes kits, conforme mostra a Figura 08:

Figura 08 – Kit LEGO® MINDSTORMS® EDUCATION base set.



Fonte: <http://zoom.education/>

Um conjunto básico que inclui três servomotores interativos que dão a capacidade de movimento ao robô, sensores de rotação e de ultrassom, sensor de luminosidade, sensor de som e dois sensores de toque, uma bateria recarregável, rodas, cabos de ligação, manual para construções, e blocos LEGO® Technic para a criação de uma grande variedade de modelos. Nesse caso, para a montagem do escorpião, foi necessário o auxílio de outro kit, que chamamos de “almoxarifado” e que contem peças adicionais, Figura 09.

Figura 09 – Kit LEGO® MINDSTORMS® EDUCATION resource set.



Fonte: <http://zoom.education/>

Esta maleta possui grande variedade de peças que permite ampliar as construções dos robôs, como estruturas, que foram necessárias para a construção do escorpião. Após a montagem do escorpião, foi necessário programá-lo para desempenhar as duas situações propostas. A programação é realizada com o auxílio de um software, Figura 10.

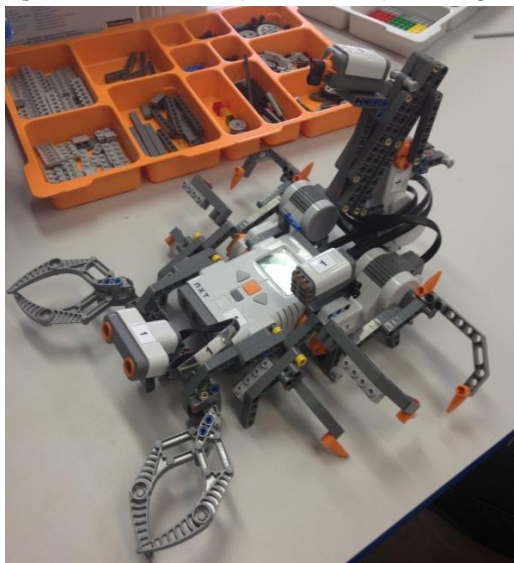
Figura 10 – LEGO® MINDSTORMS® EDUCATION nxt software v.2.1



Fonte: <http://zoom.education/>

Este software de fácil utilização possui um robô educador, que disponibiliza um guia com 46 tutoriais para os níveis iniciante e avançado. Aqui, foi possível o aluno programar através de linguagem em blocos, e fazer com que o seu escorpião desempenhe as funções que foram solicitadas. Ao término de todo o processo, cada equipe criou o seu próprio Scorpion Digital, Figura 11.

Figura 11 – Protótipo do Scorpion Digital.



Fonte: Autor

Após o término da montagem do robô, os alunos responderam um caderno de questões, onde articularam os conceitos adquiridos sobre os quelicerados na estrutura montada pela equipe. Quando as questões já estavam resolvidas, cada grupo se deslocou para a parte central da sala de aula e o apresentador/líder apresentou o escorpião e explicou biologicamente como se deu a constituição do corpo do animal e o seu desempenho nas duas situações propostas: o andar sobre o chão, e o reconhecer e picar uma presa.

7.1 Resultados: Coleta, análise e discussão.

Apresenta-se a seguir a coleta, análise e discussão dos resultados.

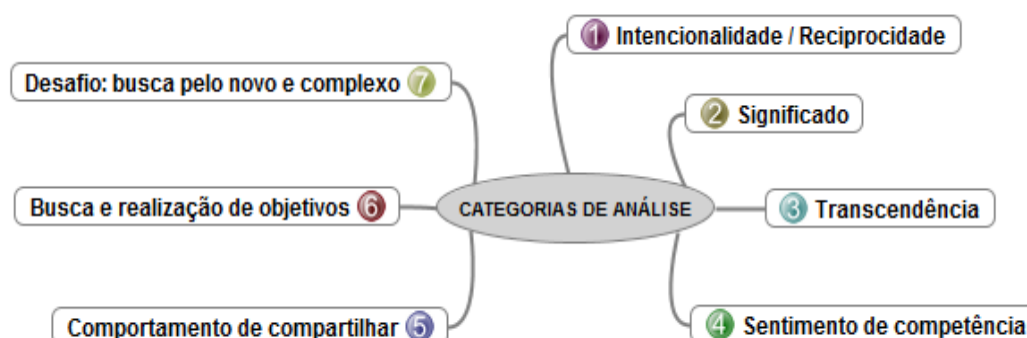
- **Coleta e análise**

Durante a apresentação de cada equipe realizamos a gravação em áudio da explicação de cada um dos apresentadores/líderes. Não estabelecemos roteiro de gravação, pois o mesmo foi a exposição de cada equipe na íntegra.

Utilizamos um questionário (ver Apêndice III) que aplicamos com os alunos o qual agrupamos os dados obtidos para responder os questionamentos propostos nesta pesquisa, sendo o instrumento composto de quinze perguntas: doze objetivas e três subjetivas.

Após as gravações e aplicação dos questionários, os dados obtidos foram analisados a partir dos critérios de mediação estabelecidos por Feuerstein (1994), sendo consideradas as variáveis que determinam a qualidade de interação de Experiência de Aprendizagem Mediada (Figura 12).

Figura 12 – Categorias utilizadas para análise dos dados.



Fonte: Dados da pesquisa

Das doze categorias/critérios necessários para uma experiência de aprendizagem mediada EAM, foram adotadas sete, das quais as categorias de 1 a 3 possuem natureza universal, e as categorias de 4 a 7 são as que melhores se adequam ao objetivo proposto nesta pesquisa.

De acordo com Feuerstein (1994), a intencionalidade/reciprocidade (Categoria 1) visa identificar a experiência vivenciada pelo aluno a partir da clareza e expressão das ações estimuladas pelo professor mediador. Neste caso, a reciprocidade caracteriza-se como uma consequência natural da intencionalidade, ou seja, o aluno tem de estar aberto e curioso pelo conteúdo abordado e mediado em sala de aula.

Para o significado (Categoria 2), analisamos a atribuição de valor ao objeto de aprendizagem que está sendo utilizado no processo de mediação. A ampliação de recursos, como a utilização do robô em sala de aula, agrega significados sociais, afetivos e científicos, uma vez que torna o conteúdo atraente para o aluno.

Na transcendência (Categoria 3), avaliamos a capacidade do discente extrair princípios generalizáveis de modo que possa aplicá-los em diversos contextos diferentes daquele que foi vivenciado no momento da mediação. O aluno terá a capacidade de aplicar os conceitos adquiridos com a montagem do Scorpion Digital para outros animais que pertencem à mesma classe dos quelicerados.

No sentimento de competência (Categoria 4) analisamos os processos mentais. Aqui foi avaliada a interpretação do próprio desempenho por cada integrante do grupo formado de quatro integrantes. Para isso, o aluno avaliou como a sua função foi importante para o desenvolvimento da atividade proposta pelo o mediador.

No comportamento de compartilhar (Categoria 5), avaliamos o raciocínio da equipe como um todo para o desenvolvimento de estratégias a partir do raciocínio e troca de ideias que são fundamentais para o interesse comum na resolução da situação-problema que foi lançada pelo mediador: como o Scorpion andando pelo chão, e fazer com que ele ao encontrar uma presa venha a picá-la.

Na busca e realização dos objetivos (Categoria 6) avaliamos as metas e objetivos desenvolvidos pelos estudantes para alcançar o funcionamento do seu robô quelicerado.

Para o desafio: busca pelo novo e complexo (Categoria 7), identificamos a possibilidade de modificação conceitual e pessoal. Para isso, traçaremos as principais habilidades desenvolvidas ao longo do processo de interpretação e execução da atividade proposta aos mediados. Durante a apresentação de cada grupo com o seu robô, foi possível conhecer os principais conceitos do conteúdo que foram aplicados para a construção do mesmo.

- **Discussão dos resultados**

Sobre o aspecto teórico da segunda etapa desta pesquisa, que compreende as duas primeiras aulas expositivas e dialogadas, os alunos conheceram as principais características e estruturas dos escorpiões no grupo dos artrópodes. Ao serem questionados se consideram que apenas as aulas teóricas foram suficientes para a aprendizagem sobre o conteúdo, 37,3 % responderam que foram suficientes enquanto 62,7% não consideraram as aulas suficientes.

Na ponderação dos aspectos essenciais para uma melhor aprendizagem nas aulas de Biologia, os alunos tiveram a oportunidade de descrevê-los conforme mostra o Quadro 03.

Quadro 03 – Respostas sobre os aspectos essenciais para melhoria nas aulas de Biologia.

Aspectos essenciais para uma melhor aprendizagem nas aulas de Biologia
Aluno 01: <i>Bem, eu acho que para eu aprender melhor na aula de biologia é necessário mais aulas práticas [...]</i>
Aluno 23: <i>[...] este conteúdo tem muito conceito que confundem a minha cabeça, é difícil aprender eles.</i>
Aluno 35: <i>Eu gostaria de participar mais das aulas, igual nos filmes que alunos tem aula nos laboratórios... acho muito legal.</i>
Aluno 58: <i>Acho muito bom quando o senhor traz tecnologia pra gente, o tempo passa voando e a gente aprende mais fácil.</i>

Fonte: Dados da pesquisa.

De acordo com Silva, Morais e Cunha (2011) os alunos possuem grandes dificuldades de compreensão em algumas disciplinas, reconhecendo que a falta de aulas práticas os tem prejudicado no seu desempenho escolar. Sob este ponto de vista ao avaliarem a sua postura durante as aulas teóricas em nossa pesquisa, 75,9 % dos discentes se avaliaram como passivos, onde tiveram a oportunidade de

apenas prestar atenção e fazer anotações no seu caderno em relação ao conteúdo que estava sendo abordado.

Tornar o aluno ativo dentro do processo de aprendizagem é possível a partir da viabilização de práticas dentro da disciplina de Biologia, mesmo tendo a ausência de laboratórios e recursos; cabendo ao professor motivá-los e não se acomodar com a escassez de ferramentas (SILVA, MORAIS, CUNHA, 2011).

Sob este ponto de vista, Miranda e Suanno (2012) desenvolveram um trabalho realizando aulas práticas em um laboratório de informática, utilizando-se de diversas ferramentas computacionais para favorecer a construção do conhecimento. Trabalhando a motivação dos alunos na pesquisa, as autoras incentivaram a integração, socialização e troca de conhecimento, a partir da utilização de técnicas de construção.

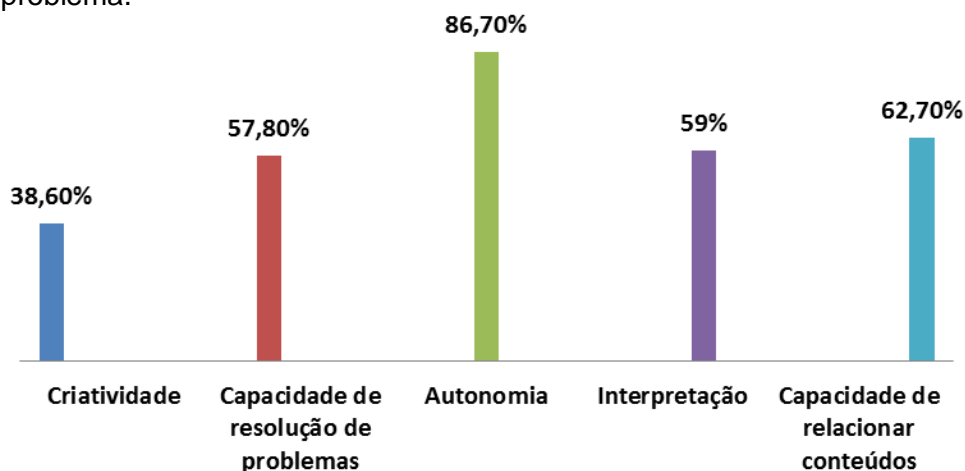
Neste sentido, diante da importância do aluno construir e de realizar atividades práticas como recurso potencializador da aprendizagem em sala, discutiremos os resultados analisados a partir das categorias adotadas que foram fundamentais para que a metamorfose fosse completa. Na primeira categoria abordamos a questão de interação entre mediador e mediado.

Conforme Turra (2007, p. 303), a intencionalidade/reciprocidade pode ser caracterizada como:

[...] um único critério que é indissociável na mediação. O mediador deliberadamente interage com o sujeito, selecionando, interpretando e interferindo no processo de construção do conhecimento. [...] A reciprocidade, como o próprio nome indica, implica troca, permuta. (TURRA, 2007, p. 303).

Durante o segundo momento em que foi trabalhado o aspecto prático com os kits de robótica, o mediador provocou a curiosidade dos alunos apresentando uma atividade de maneira motivadora e desafiadora. Os alunos divididos em grupos foram apresentados a uma situação-problema. Na tentativa de resolução do problema os alunos conseguiram colocar em prática as seguintes competências conforme o Gráfico 01:

Gráfico 01 – Competências desenvolvidas a partir da intencionalidade/reciprocidade na situação-problema.



Fonte: Dados da pesquisa.

A reciprocidade neste caso caracterizou-se como resultado da troca do que foi compartilhado entre os pares mediado/mediador, despertando no aluno competências que levam à iniciação à atividade. Conforme Da Ros (2002), a reciprocidade torna-se possível quando o mediador compartilha a intenção que move a proposta de interação colocando à disposição do aluno processos didáticos que serão utilizados na tomada de decisões.

Segundo Pisacco (2006), a qualidade desta interação difere e transforma um acontecimento qualquer num acontecimento mediado, o que nos revela grandes diferenças entre o discurso do docente quando simplesmente transmite instruções e propõe conteúdos curriculares, daqueles que o medeia para o aluno.

Desse modo, na segunda categoria (Significado), identificamos atitudes de questionamento diante do propósito da atividade com a utilização da robótica que levam o discente encontrar a relevância existente na atividade proposta (Quadro 04).

Quadro 04 – Respostas aos questionamentos que proporcionam a mediação do significado.

Questionamentos que proporcionaram o significado
Aluno 21: <i>Professor, o que tem a ver usar os kits de robótica com biologia?</i>
Aluno 34: <i>Não consigo entender, é pra eu fazer um escorpião? Ele tem que funcionar?</i>
Aluno 56: <i>É muito complicado professor, acho que não dá pra fazer!</i>
Aluno 63: <i>Caraca, como eu vou fazer o escorpião reconhecer e picar a presa?</i>
Aluno 65: <i>Para que eu vou utilizar isso?</i>

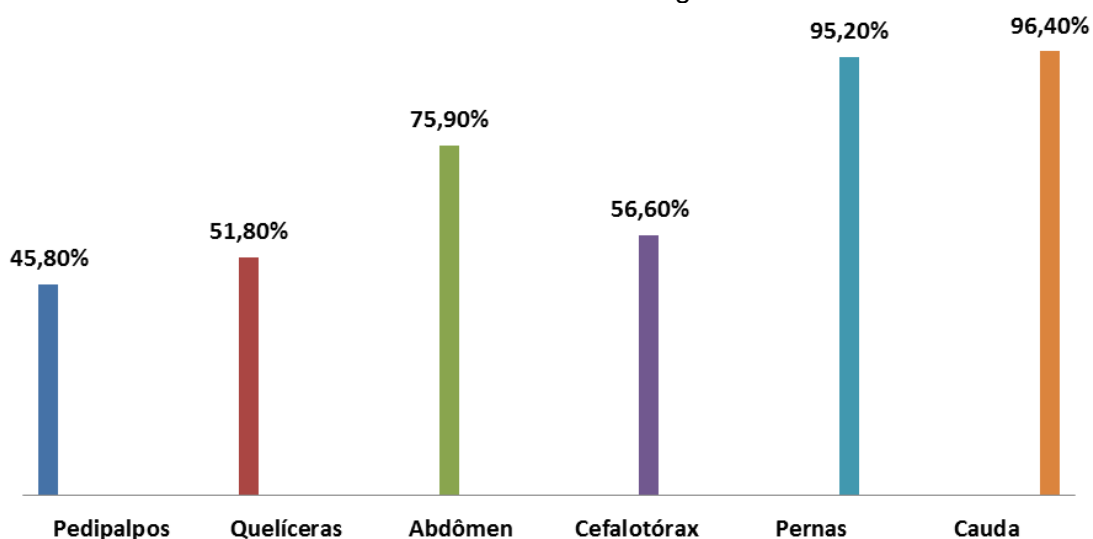
Fonte: Dados da pesquisa.

Ao respondermos estes questionamentos, proporcionamos a criação de condições de o mediado lidar com o robô, dando situações para o aluno sentir a necessidade de trabalhar com ele. Diante da ampliação de recursos através das dúvidas expostas pelos alunos foi possível conceber um plano de resolução, o que acabou atribuindo significado. A atitude de encorajamento à busca de significados por parte do mediador ofereceu ao aluno a aplicação de conceitos que foram aprendidos anteriormente.

Uma característica importante da mediação através do significado conforme Da Ros (2002) é o fato de ser uma fonte de significação contínua e intensiva no que se refere aos aspectos lógicos e cognitivos existentes neste processo de interação, o que acaba impulsionando o aluno para etapas mais elevadas de desenvolvimento.

A respeito destas etapas superiores de desenvolvimento, na transcendência (Categoria 3), foi possível avaliar durante o processo de montagem dos robôs a aquisição de conceitos que podem ser generalizados para outras situações. Neste sentido, ao serem questionados sobre a relação das partes do corpo do robô com as partes do corpo de um escorpião, 15,7 % dos alunos responderam que conseguiram relacionar três partes do corpo, 34,9% relacionaram mais de três partes corpo e 49,4% fizeram relação com várias partes do corpo do robô com o animal. Ainda em relação ao processo de montagem, foi possível identificar os conceitos assimilados pelos mediados, conforme revela o Gráfico 02.

Gráfico 02 – Conceitos assimilados na categoria de transcendência.



Fonte: Dados da pesquisa.

A transcendência referida nesta pesquisa conforme afirmara Pisacco (2009) está relacionada à possibilidade de análise das diversas aplicabilidades, a qual não está restrita apenas ao contexto dos escorpiões, mas em todos os animais que compreendem a classe dos quelicerados como as aranhas e os ácaros. O ato de transcender do aprendiz aqui nos revela a capacidade existente de integrar os conceitos a outras estruturas, outros saberes e outros contextos, como por exemplo, as outras classes dos artrópodes a exemplo dos hexápodes, crustáceos e os diplópodes que também apresentam algumas estruturas como as que mais foram citadas (abdômen, pernas e cauda) e sendo animais diferentes do estudado no objeto de pesquisa.

No trabalho de Lima et al (2012), ao desenvolverem um robô imóvel que simula uma tabela periódica, foi possível proporcionar a construção de conceitos de forma conjunta, onde os alunos ao compreenderem a função dos componentes químicos, transcenderam o conhecimento para outros cenários, como fatos naturais (como o ciclo do hidrogênio e oxigênio) e do cotidiano (como a composição química de cosméticos).

Segundo Battistuzzo (2009), a transcendência também ocorre quando há a integração do novo ao conhecimento já existente. O aluno 79 falou a seguinte frase: *“Se conseguimos montar um escorpião, podemos montar também uma aranha, ou até mesmo uma centopeia já que todos eles possuem algumas estruturas em comum”*. Esta visão sistêmica proporcionou uma ampliação dos conhecimentos que estão interligados e a busca de novas relações, uma vez que mesmo com componentes em comum, a montagem de um protótipo diferenciado requer uma reelaboração de planos e estratégias que foram traçados durante a execução da atividade.

A partir desta sistematização do conhecimento, identificamos os processos mentais e avaliamos a experiência individual e de trabalho em grupo. Com 20 apresentadores/líderes, 21 construtores, 21 organizadores e 21 programadores participantes desta pesquisa, o sentimento de competência (Categoria 4) de acordo com as ideias de Pisacco (2009) só foi possível ser vivenciado a partir da experimentação (Figura 13).

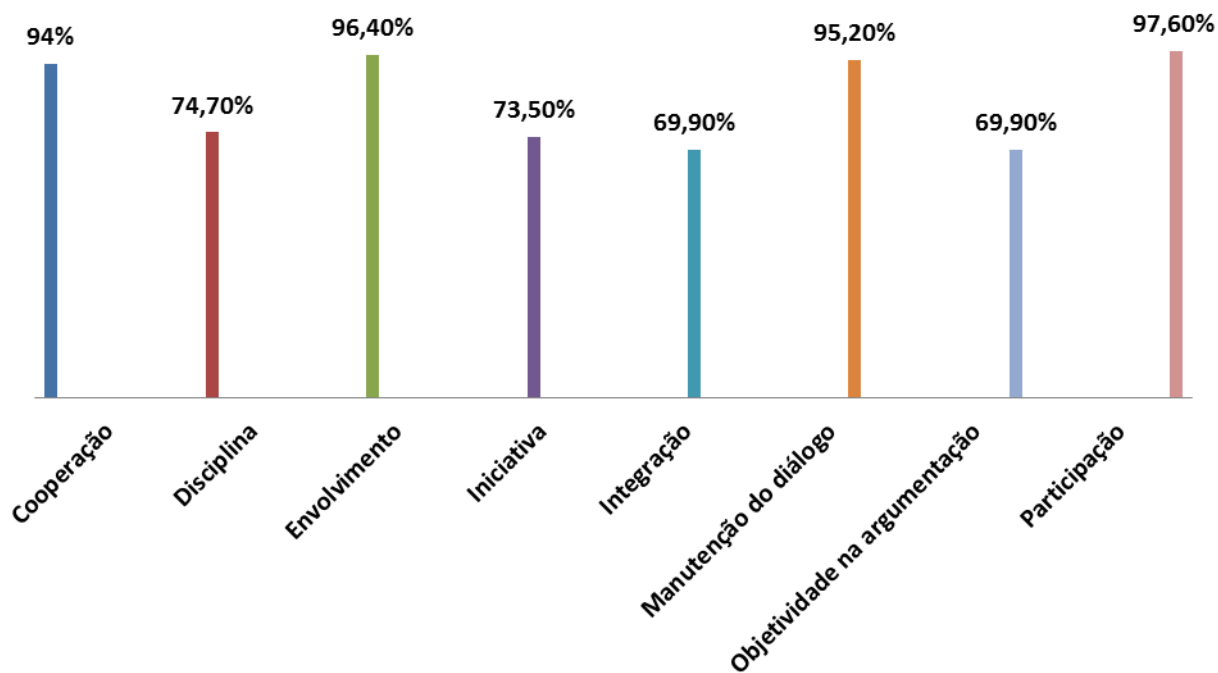
Figura 13 – Experiência de trabalho em grupo com a programação do Scorpion Digital.



Fonte: Dados da pesquisa

Meier (2010) afirma que a escola é um lugar especial de experiências de sucesso, de realizações, conquistas, e competência. Sobre o trabalho em grupo como no caso da programação do Scorpion, Feitosa (2013) aborda a necessidade de algumas atitudes e habilidades intelectuais que são necessárias para a resolução da situação-problema lançada e interpretação dos textos, onde foi possível identificar algumas nos alunos conforme nos revela o Gráfico 03.

Gráfico 03 – Atitudes e habilidades intelectuais que levam ao sentimento de competência.



Fonte: Dados da pesquisa.

A cooperação nos revelou a disposição em se trabalhar de maneira eficaz com outras pessoas em um grupo a partir da ajuda mútua. A disciplina indicou o cumprimento das regras e dos papéis estabelecidos no grupo. O envolvimento nos remeteu as responsabilidades pelos resultados obtidos na execução do trabalho. A capacidade de iniciativa propôs o desenvolvimento de uma atividade de forma espontânea e cuidadosa na tomada de decisões. A capacidade de integrar nos revelou a adaptação e divisão de trabalho entre os integrantes de cada grupo. Manter o diálogo foi fundamental para troca de ideias e opiniões até uma decisão conjunta dos mediados. Ser objetivo na argumentação proporcionou a formação de um pensamento sistêmico e estratégico para a resolução da atividade proposta na pesquisa. E a participação, que foi fundamental para às contribuições ao grupo e ouvir as opiniões dos demais.

Conforme Pisacco (2009), algumas condições foram necessárias para a promoção destas atitudes e habilidades intelectuais durante os processos de decisões e montagem do robô: a seleção de atividades que estão adaptadas ao que o aluno mediado tem conhecimento e ao esforço requerido do mesmo, o estímulo a percepção de situações onde o aluno possa atuar como autor (como as decisões para programação das atividades do robô), a análise dos processos vivenciados, e a contribuição para o sentimento de competência em outras situações escolares.

No comportamento de compartilhar (Categoria 5), revelamos o desempenho na resolução da situação-problema que foi lançada pelo mediador: colocar o Scorpion para andar sobre o chão, e fazer com que ele ao encontrar uma presa venha a picá-la.

Aqui nos referimos ao encontro dos sujeitos numa ação de troca de aspectos cognitivos. As dificuldades e ganhos compartilhados transformaram-se em aprendizagem para todos, favorecendo a aprendizagem a partir da experiência do outro. Isto foi possível ser identificado nos testes de programação de execução do robô (Figura 14).

Figura 14 – Teste do desempenho da programação do Scorpion Digital.



Fonte: Dados da pesquisa

Durante os testes de programação pudemos observar os alunos ajudando uns aos outros na montagem dos comandos em blocos para deslocamento e desenvolvimento da parte sensorial do robô, esta interação também foi observada no trabalho de Garcia e Soares (2014), onde o aluno mediado passou a atuar como um mediador dos outros membros do grupo. Como havia sido explicado nas aulas teóricas, o escorpião utiliza sua cauda para injetar seu veneno nas suas presas em um movimento para frente através do seu sistema muscular. Através das engrenagens e da utilização de motores, os alunos conseguiram reproduzir este sistema.

O desempenho do robô imitando o comportamento de um escorpião real só foi possível através da busca e realização dos objetivos (Categoria 6). Avaliamos as metas desenvolvidas pelos alunos para alcançar tais funcionamentos a partir das estratégias que foram traçadas.

O aluno 82: *“Nosso planejamento para a realização da tarefa aconteceu a partir dos conceitos que nosso grupo conseguiu adquirir com a montagem do Scorpion Digital, pois foram fundamentais para associar ao que estávamos construindo. Para a programação realizamos em combinações de possibilidades, pois o tempo disponível era pouco para fazermos várias programações e ficar testando de uma em uma. Utilizamos este caminho por ser mais fácil e rápido...”*

depois salvamos a programação e copiamos para o robô... posso mostrar pra você?”.

Ao término das atividades, o apresentador/líder de cada grupo dirigiu-se para o centro da sala para apresentar o seu Scorpion Digital. Na Categoria 7 (Desafio: busca pelo novo e complexo) identificamos a aquisição dos principais conceitos abordados no ensino dos artrópodes quelicerados (Quadro 05).

Quadro 05 – Argumentação dos apresentadores/líderes na apresentação do desafio na busca pelo novo e complexo.

Apresentação do resultado no desafio na busca pelo novo e complexo
Aluno 39: <i>Antes de começar a apresentação do Scorpion da minha equipe, eu gostaria de dizer que no início para gente esta tarefa parecia ser quase impossível de se resolver. Como a gente ia fazer o robô funcionar com as características semelhantes do escorpião? Conseguimos, tô feliz! Agora vou apresentar pra vocês [...]</i>
Aluno 44: <i>Bem, essa parte quadrada, o processador, é o abdome do Scorpion de onde saem às patas e no final temos a cauda que tem o ferrão no final. A picada desse ferrão é muito dolorida e também é venenosa. Dependendo da espécie o veneno pode ser letal [...]</i>
Aluno 46: <i>Esse dois negócio aqui na frente em forma de garra é o professor disse na outra aula...o... os pedipalpos que ajudam para pegar o alimento. Esta cabeça aqui é o cefalotórax e na ponta também a gente tem as quelíceras... é um par e são afiadas [...]</i>
Aluno 16: <i>[...] ah, eu ia esquecendo de falar, o nosso Scorpion tem oito pernas, igual aos escorpiões de verdade. Foi a primeira coisa que eu pensei na hora de montar junto com a cauda.</i>

Fonte: Dados da pesquisa.

A organização de atividades que permitem ao aprendiz se depararem com novas situações é o marco inicial na mediação do desafio. O grau de desafio da tarefa é difícil e relaciona-se com dois eixos: a familiaridade e a complexidade, o que resulta em facilidade ou dificuldade (FEUERSTEIN, 1994).

Esta facilidade identificada na presente pesquisa levou 89,2% dos alunos a terem o desejo de aprender sobre outros conteúdos da biologia através do uso de robôs. As atividades com robótica educacional, conforme Cabral (2010), nos dá indícios de que o caminho a trilhar para resolução de problemas e desenvolvimento da criatividade dos alunos é possibilitar que eles próprios possam agir, e atuarem como protagonistas neste processo de ensino e aprendizagem.

Neste sentido, diante dos resultados obtidos na pesquisa, surgiu a necessidade do desenvolvimento de um produto final visando contribuir para a

realização da construção, projeção, programação e resolução dos problemas lançados pelo mediador, além de se servir como ferramenta para outros docentes em Biologia e/ou áreas afins que pretendem usá-lo como modelo para aplicação em outros contextos e conteúdos curriculares. A seguir, descrevemos detalhadamente como foi estruturado este produto educacional.

8 PRODUTO FINAL

O produto final trata-se de um fascículo para auxiliar o mediador e ajudar o aluno durante a realização dos desafios para a aprendizagem acerca dos artrópodes quelicerados (ver Apêndice IV). Este material foi estruturado a partir dos seguintes itens: introdução do problema, compreensão do problema, idealização de um plano, organização e montagem, e sistematização do conhecimento, conforme descreveremos a seguir.

Na **introdução ao problema**, utilizamos primeiramente uma história em quadrinhos com o objetivo de chamar a atenção do aluno para o conteúdo proposto, e que já foi visto anteriormente nas aulas teóricas. Em seguida, é realizada a seguinte pergunta: *Como é que um escorpião, que não possui ossos (esqueleto), consegue mover-se e mexer a sua cauda?* Neste sentido, é realizada uma breve revisão em que é possível lembrar ao aluno que estes animais possuem o seu corpo formado por apêndices articulados, e que as os mesmos possibilitam a realização de tais movimentos.

Para **compreensão do problema**, enfatizamos a necessidade dos escorpiões possuírem musculaturas que, quando tensionadas e relaxadas, movimentam as pernas, quelíceras, pedipalpos, e a cauda. Ainda no sentido de favorecer a compreensão, disponibilizamos um texto que aborda o diálogo de dois indivíduos caminhando em um deserto na Patagônia, ampliando o conhecimento sobre a temática abordada.

Após este momento, o aluno é convidado para **idealização de um plano**. Utilizando a experiência dos sujeitos no diálogo, será realizada a montagem de um escorpião simulando os movimentos do ser vivo. São testadas duas situações: a primeira, em que o escorpião andaré sobre o chão; e a segunda, em que o animal irá identificar e picar uma presa. Será discutido com os membros de cada equipe a melhor maneira para resolver estas situações.

Na **organização e montagem**, será iniciada a construção do Scorpion Digital. Para o acesso ao protótipo, disponibilizamos um link do material, e com o arquivo aberto, o organizador irá separar as peças dos kits LEGO MINDSTORMS. Ao mesmo tempo em que é realizado este processo, a equipe discutirá junto com o

programador como solucionar os desafios lançados. Para ajuda-los, será disponibilizada uma dica.

O grupo terá como ferramenta de auxílio o software Robô Educador, que é parte integrante do kit e fornece tutoriais necessários para a realização da programação em blocos. Após esta etapa, a equipe poderá testar os comandos juntando as duas situações que lhes foi dada anteriormente.

Ao final, o apresentador/líder irá apresentar seu Scorpion Digital para os demais, revelando como as funções integradas no robô podem ser desempenhadas numa perspectiva biológica.

Para **sistematização do conhecimento**, serão testados os conhecimentos sobre as partes que compõem o corpo de um escorpião. São realizadas cinco perguntas subjetivas:

- Analisando o robô como um todo, quais partes correspondem à divisão correta do corpo de um escorpião real?
- O motor, que proporciona o movimento das pernas do escorpião, desempenha a função de qual estrutura que está associada aos apêndices articulados?
- Biologicamente, como é possível explicar o mecanismo de identificação do obstáculo (presa) com o Scorpion Digital?
- Junto à cabeça do robô existem algumas estruturas anexadas. Elas correspondem a quais partes de um escorpião?
- Sem a programação, a equipe não seria capaz de movimentar o robô. Biologicamente, qual o sistema responsável pela percepção do ambiente nesses animais? Justifique.

Desta forma, com a utilização deste fascículo, os alunos poderão estabelecer soluções para o desafio proposto, ao mesmo tempo em que reforçam os conceitos adquiridos durante o processo de montagem e através da resolução das atividades propostas.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao final desta pesquisa, na qual se investigou a utilização da lego robótica como recurso inovador para a aprendizagem do Filo Arthropoda, baseada nas contribuições de Seymour Papert e da Experiência de Aprendizagem Mediada de Reuven Feuerstein, é importante ressaltar alguns pontos que são necessários para pensar e refletir a prática a partir dos resultados obtidos com esta investigação.

Destacamos primeiramente a relevância do estudo bibliográfico realizado para a escrita deste trabalho, iniciado com a pesquisa de manuscritos em espanhol, francês, inglês e português, que nos forneceu subsídios para a conexão com os autores que estão embasados nesta dissertação.

Um fator preponderante na realização desta pesquisa foi perceber que com a elaboração do fascículo, os alunos terão a oportunidade de atuar como protagonistas no processo de ensino e aprendizagem, além de proporcionar o acesso à temática dos artrópodes quelicerados sob uma perspectiva diferenciada da teórica, através da construção.

A aprendizagem do conteúdo por meio desta ferramenta torna-se mais efetiva, pois proporciona ao aluno participar ativamente de toda a atividade, facilitando a aprendizagem dos conceitos e terminologias necessárias, além de favorecer o aprender construindo. Através do trabalho em equipe, os alunos se sentiram a vontade para questionar, permitindo a expressão livre e discussão de ideias entre os envolvidos.

No que diz respeito às melhorias na prática docente, a robótica educacional favorece também o estreitamento de laços entre professor e aluno, uma vez que o professor deixa de ser um mero transmissor de conhecimento passando a atuar como mediador.

A utilização do modelo de experiência de aprendizagem mediada de Reuven Feuerstein utilizado neste trabalho nos fez perceber que o processo educativo vai muito além de um conjunto fracionado em etapas, possibilitando uma reflexão contínua da prática docente.

Ressaltamos que a tecnologia por si só não é a responsável pelo processo de metamorfose no sistema educacional, o que cabe aos profissionais da educação

articular os conhecimentos adquiridos na academia para utilizar esta ferramenta da melhor maneira possível.

A resolução da situação-problema não se configura como um único meio para aprendizagem dos conteúdos da grade curricular de estudantes do ensino médio, mas representou uma oportunidade dos sujeitos envolvidos nesta pesquisa de buscarem a superação e ter uma aprendizagem mais efetiva.

Todavia, se os procedimentos utilizados ao longo deste trabalho podem ser aplicados a outras realidades educacionais, temos então uma questão relevante para encaminhamentos e pesquisas futuras, uma vez que a robótica educacional aplicada aos conteúdos biológicos ainda é uma prática pouco utilizada nas escolas.

Por fim, compreendemos que ainda há um longo caminho a ser percorrido, uma vez que ainda existem escolas que não passaram ou que ainda são resistentes ao processo de metamorfose sofrido mediante a implantação e utilização das novas tecnologias educacionais, a exemplo da robótica.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALIMISIS, D. Educational robotics: Open questions and new challenges. **Themes in Science & Technology Education**. 6(1), 63-71, 2013.

ALMEIDA, M. E. B. **Informática e formação de professores**. Coleção Informática Aplicada na Educação. São Paulo: MEC/SEED/PROInfo, 1999.

ALMEIDA, E. A. Suportes didáticos e científicos na construção de conhecimentos sobre biodiversidade: ênfase aos conteúdos de zoologia. **Experiências em Ensino de ciências (UFRGS)**, v.5, p. 135-145, 2007.

ALMEIDA, D. A. TIC e educação no Brasil: breve histórico e possibilidades atuais de apropriação. **Pró-discente**. V.15. n 2. Ago/dez, 2009.

ALMEIDA, F. L.; MOITA, F. M. G. S. C. Biologando: a tecnologia digital no ensino de Biologia. **Revista Internacional de Aprendizaje em Ciencia, Matemáticas y Tecnología**. v. 2. n. 2. 2015

ALTIN, H.; PEDASTE, M. Learning approaches to applying robotics in science education. **Journal of Baltic Science Education**. n 3. v. 12, 2013.

ALTOÈ, A.; PENATI, M. M. O construtivismo e o Construcionismo Fundamentando a Ação Docente. In: ALTOÈ, A.; COSTA, M. L. F.; TERUYA, T. K. **Educação e novas tecnologias**. Maringá: Eudem, 2005.

AMABIS, J. M.; MARTHO, G. R. **Biologia**. v. 2. 3ª Ed. Moderna, 2010.

ANDREUCCI, C.; BRANDT-POMARES, P.; CHATONEY, M.; GINESTIÉ, J. L'organisation des curricula d'éducation technologique dans différents pays européens: approche comparative et impact du point de vue du genre. **Review of Science, Mathematics and ICT Education**. 4(2), 63-84, 2010.

BASTOS, J. A. S. L. A. A imaterialidade da tecnologia. In: _____ (Org.). **Educação Tecnológica: imaterial e comunicativa**. Curitiba: Cefet-PR, 2000.

BATTISTUZO, L. H. C. **Experiência de aprendizagem mediada em Reuven Feuerstein: a modificabilidade em alunos de cursos profissionalizantes**. Dissertação (Mestrado em Educação) - Universidade de Sorocaba. São Paulo, 2009.

BRASIL. Ministério da Educação e Cultura. **Parâmetros Curriculares Nacionais**, 2006.

BUENO, N. L. **O desafio da formação do educador no Ensino Fundamental no contexto da educação tecnológica**. 239 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia) - Centro Federal de Educação Tecnológica do Paraná. Curitiba, 1999.

CABRAL, C. P. **Robótica educacional e resolução de problemas: uma abordagem microgenética da construção do conhecimento**. 142 f. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Programa de pós-graduação em Educação. Porto Alegre, 2011.

CASTELLS, M.; CARDOSO, G. **A Sociedade em Rede: do conhecimento à ação política**. Conferência. Belém (Por): Imprensa Nacional, 2005.

CASTELLS, M. **A sociedade em rede**. São Paulo: Paz e Terra, 2007.

CELINSKI, T. M. et al. Robótica Educativa: uma proposta para o reuso do lixo eletrônico em uma atividade de extensão universitária. In **Anais do IV Congresso Internacional de Educação, Pesquisa e Gestão**. Ponta Grossa, 2012.

CHELLA, M. T. **Ambiente de robótica educacional com Logo**. Campinas: Unicamp, 2002.

D'ABREU, J. V.; MIRISOLA, L. G. B.; RAMOS, J. J. G. Ambiente de Robótica Pedagógica com Br_GOGO e Computadores de Baixo Custo: Uma Contribuição

para o Ensino Médio. In **Anais do XXII Simpósio Brasileiro de informática na educação**. Aracaju, 2011.

D'ABREU, J. V. V.; GARCIA, M. F. Robótica Pedagógica e Currículo. In **Anais do I Congresso de Práticas Inovadoras na Educação**. São Paulo, 2012.

D'ABREU, J. V. V.; RAMOS, J. J. G.; MIRISOLA, L. G. B.; BERNARDI, N. Robótica educativa/pedagógica na era digital. In **Anais do II Congresso Internacional TIC e Educação**. Lisboa, Portugal, 2012.

DA ROS, S. Z. **Pedagogia e mediação em Reuven Feuerstein**. São Paulo: Plexus Editora, 2002.

DATTERI, E.; ZECCA, L.; LAUDISA, F.; CASTIGLIONI, M. Learning to explain: the role of educational robots in science education. **Themes in Science & Technology Education**. 6(1), 29-38, 2013.

FEITOSA, J. G. **Material Didático pedagógico**. 1 ed. Curitiba, PR: ZOOM Editora Educacional, 2013.

FERREIRA, N. S. A. As pesquisas denominadas "estado da arte". **Educ. Soc.**, Campinas, v. 23, n. 79, p. 257-272, Ago. 2002.

FEUERSTEIN, R.; KLEIN, P. S.; TANNENBAUM, A. J. **Mediated learning experience (MLE): Theoretical, Psychosocial And Learning Implications**. London: Freund, 1994.

FEUERSTEIN, R. **Teoria de la Modificabilidad Cognitiva Estructural**. In: **Es modificable la inteligencia?** Madrid: Editora Bruno, 1997.

_____. **The dynamic assessment of cognitive modifiability: the learning propensity device: theory, instruments and techniques.** Jerusalem, Israel: ICELP Press, 2002.

FIGUEIREDO, F. F.; FIOREZE, L. A.; ISAIAS, S. M. A. **Resolução de situações problema no ensino de matemática: relação entre aportes teóricos e vivência pedagógica prática.** Disponível em: <[www.sbem.com.br /files/ icorreta_enem / Comunicação Científica /Trabalhos/ CC0003361101 T.doc](http://www.sbem.com.br/files/icorreta_enem/Comunicação%20Científica/Trabalhos/CC0003361101%20T.doc)>. Acesso em: 10 de janeiro de 2011.

FIORIO, R. et al. Uma experiência prática da inserção da robótica e seus benefícios como ferramenta educativa em escolas públicas. In **Anais do III Congresso Brasileiro de Informática na Educação.** Mato Grosso do Sul, 2014.

FONSECA, V. D. **Aprender a Aprender a Aprender: a educabilidade cognitiva.** Porto Alegre: a Artmed, 1998.

FORNAZA, R.; WEBBER, C. G. Robótica educacional aplicada à aprendizagem em física. **Novas Tecnologias na Educação.** v. 12 Nº 1, julho, 2014.

FRANCISCO JÚNIOR, N. M.; VASQUES, C. K.; FRANCISCO, T. H. A. Robótica educacional e a produção científica na base de dados da capes. **Revista Electrónica de Investigación y Docencia (REID)**, 4, Julio, 35-53, 2010.

FREIRE, F. M. P.; PRADO, M. E. "Professores construcionistas: a formação em serviço", in **Anais do VII Congresso Internacional Logo e I Congresso de Informática Educativa do Mercosul.** Porto Alegre, LEC/UFRGS, 1995.

FRIGO, L. B. et al. Tecnologias Computacionais como Práticas Motivacionais no Ensino Médio. In **Anais II Congresso Brasileiro de Informática na Educação.** Campinas, São Paulo, 2013.

GARCÍA, Y.; REYES, D. Robótica educativa y su potencial mediador en el desarrollo de las competencias asociadas a la alfabetización científica. **Revista Educación y Tecnología**. nº 2, 42 – 55, 2012.

GARCIA, M. C. M.; SOARES, M. H. F. B. Robótica educacional e aprendizagem colaborativa no ensino de biologia: discutindo o conceito de sistema nervoso. **SBEnBio**. Nº 7, outubro, 2014.

GATTI, B.; ANDRÉ, M. A relevância dos métodos de pesquisa qualitativa em Educação no Brasil. In: WELLER, Wivian; PLAFF, Nicolle. (Orgs.). **Metodologia da pesquisa qualitativa em Educação**. Petrópolis, RJ: Vozes, 2010.

GAUDIELLO, I.; ZIBETTI, E. La robotique éducationnelle: état des lieux et perspectives. **Psychologie française**. n 1. v 58, 17-40, 2013.

GIL, A, C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. São Paulo: Atlas, 1987.

GUEDES, A. L.; KERBER, F. M. Usando a robótica como meio educativo. **Unoesc & Ciências – ACET**, Joaçaba, v. 1, n. 2, p. 199-208, jul./dez. 2010.

GOMES, M. C. **Reciclagem Cibernética e Inclusão Digital: Uma Experiência em Informática na Educação**. In: LAGO, Clênio (Org.). Reescrevendo a Educação. Chapecó: Sinproeste, 2007.

GOULART, M. B. **A formação de formadores e a integração do computador na licenciatura em Matemática**. 2009. 205 f. Tese (Doutorado em Educação) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2009.

GRINSPUN, M. P. S. Z. Educação Tecnológica. In: _____ (Org.). **Educação Tecnológica: desafios e perspectivas**. 2. ed. São Paulo: Cortez, 2001.

JIMÉNEZ, M.; CERDAS, R. La robótica educativa como agente promotor del estudio por la ciencia y la tecnología en la región atlántica de Costa Rica. In **Anais Congreso Iberoamericano de Ciencia, Tecnología, Innovación y Educación**. Buenos Aires, Argentina. 2014.

JONES, J, L.; FLYNN, A. M.; SEIGER, B. A. **Mobile Robots – Inspiration to Implementation**. 2ª Ed. A K Peters, 1999.

KALIL, F. Promovendo a robótica educacional para estudantes do ensino médio público do Brasil. In **Anais do XVIII Congresso Internacional de Informática Educativa**. Porto Alegre, Brasil. 2013.

LIMA, M, R. **Construcionismo de Papert e ensino-aprendizagem de programação de computadores no ensino superior**. 143 f. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de São João Del-Rei. Programa de Pós-Graduação: Processos Socioeducativos e Práticas Escolares. Minas Gerais, 2009.

LIMA, W. F. et al. A robótica educacional no ensino de Química, elaboração, construção e aplicação de um robô imóvel no ensino de conceitos relacionados à tabela periódica. In **Anais do XVI Encontro Nacional de Ensino de Química**. Salvador, 2012.

LIRA, M. E. O. C.; SILVA, T. P.; SILVA, G. N. Diagnóstico das concepções dos professores de Ciências Naturais frente ao trabalho com a Robótica Educativa em uma escola pública do Estado da Paraíba. **Revista Tecnologias na Educação**. v 6. Nº 11, dezembro, 2014.

LÜDKE, M.; ANDRÉ, M. E. D. A. **Pesquisa em Educação: abordagens qualitativas**. São Paulo: E.P.U., 1986.

MALPENTI, M. V. **Construção de páginas web: Depuração e especificação de um ambiente de aprendizagem**. Tese (Doutorado). Faculdade de Engenharia Elétrica e de Computação, Unversidade Estadual de Campinas, 2000.

MANFREDI, S. M. **Educação profissional no Brasil**. São Paulo: Cortez, 2002.

MARQUEZ, J.; HERNANDO, J. Robótica Educativa aplicada a la enseñanza básica secundaria. **Revista Didáctica, Innovación y Multimedia**. n 30, 2014.

MARTINS, F. N.; OLIVEIRA, H. C.; OLIVEIRA, G. F. Robótica como Meio de Promoção da Interdisciplinaridade no Ensino Profissionalizante. In **Anais do III Simpósio Brasileiro de Robótica**. Fortaleza, 2012.

MEIER, M.; GARCIA, S. **Mediação da aprendizagem: contribuições de Feuerstein e de Vygotsky**. Curitiba: Edição do Autor, 2007.

MEIRIEU, P. **Aprender... sim, mas como?** São Paulo: Artes Médicas, 1998.

MIRANDA, L. C.; SAMPAIO, F. F.; BORGES, J. A. S. RoboFácil: Especificação e Implementação de um Kit de Robótica para a Realidade Educacional Brasileira. **Revista Brasileira de Informática na Educação**, Volume 18, Número 3, 2010.

MIRANDA, J. R.; SUANNO, M. V. Robótica na escola: ferramenta pedagógica inovadora. In **Anais do III Simpósio Brasileiro de Robótica**. Fortaleza, 2012.

MOITA, F. M. G. S. C. **Game On: jogos eletrônicos na escola e na vida da geração @**. São Paulo: Alínea, 2007. v. 1300. 260 p.

MOREIRA, M. A. **Teorias da aprendizagem**. 2 ed. São Paulo: EPU, 2011.

MORENO, I.; MUÑOZ, L.; SERRACÍN, J. R.; QUINTERO, J.; PITTÍ PATIÑO, K.; QUIEL, J. La robótica educativa, una herramienta para la enseñanza-aprendizaje de las ciencias y las tecnologías. **Revista Teoría de la Educación: Educación y Cultura en la Sociedad de la Información**. 13(2), 74-90, 2012.

NASCIMENTO, E. C. S. D.; BEZERRA, É. D. C. Robótica Pedagógica: Uma Experiência Construtiva. In **Anais XI Encontro Nacional de Educação Matemática**. XI ENEM. Curitiba. 2013

NEHMZOW, U. **Mobile Robotics: A Practical Introduction**. Springer, 2000.

OLIVEIRA, L. M.; VENTURA, P, C, S. Educação Tecnológica na formação de professores: concepções discentes e docentes. **Educ. Tecnol.**, Belo Horizonte, v. 13, n. 2, p. 60-67, maio./ago. 2008.

OLIVEIRA, D. et al. Uma proposta de ensino-aprendizagem de programação utilizando robótica educativa e storytelling. In **Anais do II Congresso Internacional TIC e Educação**. Lisboa, Portugal, 2012.

PAPERT, S. **Logo: Computadores e educação**. São Paulo: Brasiliense, 1985.

_____. **A máquina das crianças: repensando a escola na era digital**. Porto Alegre: Artes Médicas, 1994.

_____. **A máquina das crianças: repensando a escola na era da informática**. Trad. Sandra Costa – Ed. rev. Porto Alegre: Artmed, 2008

PAULINO, W. R. **Biologia Atual**. Vol 2 . São Paulo: Ática, 2015.

PEREIRA JUNIOR, C. A. **Robótica educacional aplicada ao ensino de química: colaboração e aprendizagem**. 115 f. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Goiás. Programa de pós-graduação em Ensino de Ciências e Matemática. Goiás, 2014.

PINHEIRO, S. A.; COSTA, I. A. S.; SILVA, M. F. Aplicação e teste de uma sequência didática sobre sistema sanguíneo ABO no ensino médio de biologia. Ix **Enpec**:

Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, Águas de Lindóia, SP, v. 9, n. 9, p.1-8, 2013.

PISACCO, N. M. T. **A mediação em sala de aula sob a perspectiva de Feurstein: uma pesquisa ação sobre a interação professor-aluno-objeto da aprendizagem.** 228 fl. Dissertação (Mestrado). Universidade Estadual de Ponta Grossa, Programa de pós-graduação em Educação. Ponta Grossa, 2006.

PONTE, J. P. Estudos de caso em educação matemática. **Bolema**, 25, 105-132, 2006.

POZZEBON, E.; FRIGO, L. B. Robótica no Processo de Ensino e Aprendizagem. In: **International Conference on Interactive Computer aided Blended Learning.** 2013

PRENSKY, M. **Digital Natives, Digital Immigrants.** Disponível em: <<http://www.marcprensky.com/writing/Prensky%20%20Digital%20Natives,%20Digital%20Immigrants%20-%20Part1.pdf>>. Acesso em: 15 ago. 2015.

REBOLLO, G. O. Robótica como asignatura en enseñanza secundaria. Resultados de una experiencia educativa. **Espiral. Cuadernos del Profesorado.** 5(10), 56-64, 2012.

RIBEIRO, C. R. **Robô Carochinha: um estudo qualitativo sobre a robótica educativa no 1º ciclo de ensino básico.** 2006. 189 f. Dissertação (Mestrado em Educação) Tecnologia educativa. Universidade do Minho, Braga, 2006.

SANTANCHÈ, A.; TEIXEIRA, C. A. C. Integrando Instrucionismo e Construcionismo em Aplicações Educacionais através do Casa Mágica. **V Workshop de Informática na Escola – XIX Congresso da SBC** 1999.

SANTOS, B. S. **A Crítica da Razão Indolente. Contra o Desperdício da Experiência.** São Paulo: Cortez, 2009.

SILVA, A. **RoboEduc: Uma Metodologia de Aprendizado com Robótica Educacional.** Tese (Doutorado). Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Programa de Pós-graduação em Ciência e Engenharia Elétrica. Natal, 2009.

SILVA, F. S. S.; MORAIS, L. J. O.; CUNHA, I. P. R. Dificuldades dos professores de biologia em ministrar aulas práticas em escolas públicas e privadas do município de Imperatriz (MA). **Revista UNI.** Ano 1. n.1. p.135-149, janeiro/julho , 2011.

TARDIF, M. **Saberes docentes e formação profissional.** 12. ed. Petrópolis: Vozes, 2011.

TRENTIN, M. A. S. et al. Robótica como recurso no ensino de ciências. In **Anais do VIII International Conference on Engineering and Computer Education.** Luanda, Angola. 2013.

TURRA, N. Reuven Feuerstein: Experiência de Aprendizagem Mediada - um salto para a modificabilidade cognitiva estrutural. **Educere et Educare - Revista de Educação.** Cascavel: Unioeste, 2: 297-310 p., 2007.

VALENTE, J. A. **Computadores e conhecimento: repensando a educação.** Campinas: Gráfica Central da UNICAMP, 1993.

_____. **O computador na sociedade do conhecimento.** Campinas: UNICAMP/NIED, 1999.

_____. A espiral da aprendizagem e as tecnologias da informação e comunicação: repensando conceitos. In: JOLY, M.C. (Ed.) **Tecnologia no ensino: implicações para a aprendizagem.** São Paulo: Casa do Psicólogo, 2002.

VEEN, W. VRAKKING, B. **Homo Zappiens: educando na era digital**. Porto Alegre: Artmed. 2009.

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

APÊNDICES

**LEVANTAMENTO DOS TRABALHOS CORRELATOS COMPREENDIDOS ENTRE
2010 E 2014.**

Nº	Autor (es)	Título	Objetivo	Instituição/ Ano
01	ANDREUCCI, C.; BRANDT- POMARES, P.; CHATONEY, M.; GINESTIÉ, J.	L'organisation des curricula d'éducation technologique dans différents pays européens : approche comparative et impact du point de vue du genre	Cette contribution tente de faire la synthèse des apports fournis sur la question du rapport entre genre-curriculum et genre- pratiques de classe dans le cadre du projet Européen UPADTE (Understanding and Providing a Developmental Approach to Technology Education).	Université de Provence. INRP France, 2010.
02	CABRAL, C. P.	Robótica educacional e resolução de problemas: uma abordagem microgenética da construção do conhecimento.	Investigar as estratégias cognitivas de resolução de problemas em Robótica Educativa (RE) utilizando o kit semiestruturado Lego Mindstorms e programação RoboLab.	Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2010.
03	FRANCISCO JUNIOR, N. M.; VASQUES, C. K.; FRANCISCO , T. H. A.	Robótica educacional e a produção científica na base de dados da CAPES	Apresentar elementos de uma dissertação de mestrado em educação e tem por tema a robótica educacional no contexto da produção científico- acadêmica brasileira.	Centro Universitário Barriga Verde – UNIBAVE, 2010.
04	GUEDES, A. L. KERBER, F. M.	Usando a robótica como meio educativo	Usar a robótica como meio educativo, a fim de proporcionar ao estudante, com a interação do robô lego mindstorms, melhor compreensão a respeito dos temas abordados em sala de aula e relacionados com seu cotidiano.	Universidade do Oeste de Santa Catarina, 2010.
05	MIRANDA, L. C. SAMPAIO, F. F. BORGES, J.	RoboFácil: Especificação e Implementação de um Kit de Robótica para a Realidade	Apresenta as tecnologias associadas a um kit de robótica de baixo custo com fins educacionais desenvolvidos com o intuito	Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2010.

	A. S.	Educacional Brasileira	de promover um maior acesso a esse tipo de recurso didático nas escolas brasileiras	
06	D'ABREU, J. V. V.; MIRISOLA, L. G. B.; RAMOS, J. J. G.	Ambiente de robótica pedagógica com Br_GOGO e computadores de baixo custo: uma contribuição para o Ensino Médio	Apresentar experimentos para alunos do ensino médio integrando estes computadores, a Br-Gogo e materiais alternativos em um ambiente RPBC.	Núcleo de Informática Aplicada à Educação - NIED/UNICAMP, 2011.
07	CELINSKI, T. M. et al	Robótica Educativa: uma proposta para o reuso do lixo eletrônico em uma atividade de extensão universitária .	Relatar a experiência de um programa extensionista em relação ao descarte consciente do lixo eletrônico e discutir a viabilidade do reuso de parte deste material em oficinas de robótica educativa de baixo custo a serem realizadas com as escolas da região de Ponta Grossa.	Universidade Estadual de Ponta Grossa, 2012.
08	D'ABREU, J. V. V.; GARCIA, M. F.	Robótica pedagógica e currículo	Discutir a robótica pedagógica numa abordagem que se sustenta na realização de atividades simples de robótica, passando pela implementação de projetos de caráter interdisciplinar e, desembocando na integração da robótica ao currículo escolar.	Núcleo de Informática Aplicada à Educação – NIED/UNICAMP, 2012.
09	D'ABREU, J. V. V. et al	Robótica educativa / pedagógica na era digital.	Discutir a Robótica Educativa sob a ótica de desenvolvimento de atividades, na sala aula, utilizando computadores e material alternativo de baixo custo.	Núcleo de Informática Aplicada à Educação - NIED/UNICAMP, 2012.
10	GARCÍA, Y.; REYES, D.	Robótica educativa y su potencial mediador en el desarrollo de las competencias asociadas a la alfabetización	Analizar el potencial de la Robótica Educativa en el desarrollo de competencias relacionadas con la alfabetización científica, específicamente en el	Universidad Metropolitana de Ciencias de la Educación. Chile, 2012.

		científica	desarrollo de habilidades de pensamiento científico.	
11	LIMA, W. F. et al	A robótica educacional no ensino de Química, elaboração, construção e aplicação de um robô imóvel no ensino de conceitos relacionados à tabela periódica.	Apresenta a elaboração, desenvolvimento e aplicação de um robô do tipo Imóvel, chamado robô imóvel tabela periódica (ritp).	Instituto de Química – UFG, 2012.
12	MARTINS, N. F.; OLIVEIRA, H. C.; OLIVEIRA, G. F.	Robótica como meio de promoção da interdisciplinaridade no ensino profissionalizante	Mostrar que o uso da robótica é uma importante ferramenta para a promoção da interdisciplinaridade e propor o uso de tal ferramenta como forma de melhorar a integração dos conhecimentos das disciplinas de alguns cursos técnicos oferecidos pelos Institutos Federais no Brasil.	Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo (IFES), 2012.
13	MIRANDA, J. R.; SUANNO, M. V. R.	Robótica na escola: ferramenta pedagógica inovadora	Analisar aulas de robótica pedagógicas desenvolvidas em um caso específico no qual há forte envolvimento e motivação de alunos e professor.	Universidade Estadual de Goiás (UEG), 2012.
14	MORENO, I. et al.	La robótica educativa, una herramienta para la Enseñanza-aprendizaje de las ciencias y las tecnologías	Analiza la robótica educativa como una herramienta de apoyo al proceso de enseñanza-aprendizaje, a nivel de pre-media, orientada principalmente a asignaturas complejas como la matemática, física e informática, entre otras.	Universidad Tecnológica de Panamá, 2012.
15	OLIVEIRA, D. et al.	Uma proposta de ensino-aprendizagem de programação Utilizando robótica educativa e storytelling	Diagnosticar entre os professores de ciências naturais, como vem sendo desenvolvida a formação e o trabalho com o uso da robótica educativa em uma	Instituto de Educação da Universidade de Lisboa, 2012.

			escola pública do município de São Vicente do Seridó – PB.	
16	REBOLLO, G. O.	Robótica como asignatura en enseñanza secundaria. Resultados de una experiencia educativa	Presentar la experiencia de la implantación de la asignatura de nueva creación “Robótica” que se inició en el I.E.S	Instituto de Educación Secundaria Turaniana, Roquetas de Mar, Almería, España, 2012.
17	ALIMISIS, D.	Educational robotics: Open questions and new challenges	Investigates the current situation in the field of educational robotics and identifies new challenges and trends focusing on the use of robotic technologies as a tool that will support creativity and other 21st-century learning skills.	School of Pedagogical and Technological Education, Patras, Greece, 2013.
18	ALTIN, H.; PEDASTE, M.	Learning approaches To applying robotics in Science education	Evaluates different approaches used nowadays to teach with robots.	University of Tartu, Estonia, 2013.
19	DATTERI, E.; ZECCA, L.; LAUDISA, F.; CASTIGLION I, M.	Learning to explain: the role of educational robots in science education	Explore the potential educational value of a form of robot-supported educational activity that has been little discussed in the literature.	University of Milano-Bicocca, Milano, Italy, 2013.
20	FRIGO, L. B. et al	Tecnologias computacionais como práticas motivacionais no ensino médio.	Descrever um projeto de extensão universitária cujo objetivo é levar para escolas públicas de ensino médio, oficinas de informática que enriquecem e favorecem o processo de ensino aprendizagem.	Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), 2013
21	GAUDIELLO, I.; ZIBETTI, E.	La robotique éducationnelle : état des lieux et perspectives Educational robotics: Survey and perspectives	Cet article fournit un état de l’art critique sur la RE, ses origines et son positionnement au sein des technologies de l’information et de la communication pour l’enseignement (TICE). Il analyse les finalités éducatives atteignables en	Laboratoire Chart-Lutin (cognition humaine et artificielle), EPHE Paris, 2013.

			fonction du statu et des modalités d'apprentissage spécifiques aux différents types de robot.	
22	KALIL, F. et al	Promovendo a robótica educacional para estudantes do ensino médio público do Brasil.	Relato de experiência sobre o uso de robótica educacional com alunos do ensino médio público brasileiro.	Faculdade Maeridional – IMED, 2013.
23	TRENTIN, M. A. S. Et al	Robótica como recurso no ensino de ciências.	Verificar como a apropriação da Robótica Educacional Livre, através de processos educativos escolares, pode constituir-se em uma alternativa metodológica inovadora para o ensino de ciências e matemática a partir do desenvolvimento de equipamentos robóticos baseados em software e hardware livres.	Universidade de Passo Fundo, 2013.
24	FIORIO, R. et al	Uma experiência prática da inserção da robótica e seus benefícios como ferramenta educativa em escolas públicas.	Analisar se houve e quais foram as mudanças no comportamento dos alunos que participaram do curso de robótica do PIBID da Universidade Tecnológica Federal do Paraná do campus de Francisco Beltrão do curso de Licenciatura em Informática nas suas primeiras experiências como docente.	Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), 2014.
25	FORNAZA, R.; WEBBER, C. G.	Robótica educacional aplicada à aprendizagem em física	Identificar e desestabilizar concepções errôneas sobre gravidade, movimento e atrito.	Universidade de Caxias do Sul (UCS), 2014.
26	GARCIA, M. C. M. SOARES, H. F. B.	Robótica educacional e aprendizagem colaborativa no ensino de biologia: discutindo o conceito de sistema nervoso	Elaborar e desenvolver robôs reaproveitando materiais para debater conceitos de biologia em um ambiente lúdico de aprendizagem verificando como a robótica educacional facilita o aprendizado dos alunos do	Universidade Federal de Goiás, 2014.

			nível médio de ensino	
27	JIMÉNEZ, M.; CERDAS, R.	La robótica educativa como agente promotor del estudio por la ciencia y la tecnología en la región atlántica de Costa Rica	Destacar la importancia de la utilización de la robótica educativa para motivar e incentivar el interés por el estudio de la ciencia y la tecnología em sectores de la población rural con limitado acceso a las tecnologías de información y comunicación (TIC).	Universidad de Costa Rica, 2014.
28	LIRA, M. E. O. C.; SILVA, T. P.; SILVA, G. N.	Diagnóstico das concepções dos professores de Ciências Naturais frente ao trabalho com a Robótica Educativa em uma escola pública do Estado da Paraíba.	Diagnosticar entre os professores de ciências naturais, o uso robótica educativa em uma escola pública do município de São Vicente do Seridó - PB.	Universidade Estadual da Paraíba (UEPB), 2014.
29	MARQUEZ, J.; HERNANDO, J.	Robótica educativa aplicada a la enseñanza básica secundaria	Difundir el conocimiento sobre el diseño y construcción básica de robots, mediante la capacitación presencial y virtual, que persigue motivar y crear con ello el interés a los participantes por la ciencia, la ingeniería y la tecnología.	Universidad de Cundinamarca, Chía, 2014.
30	PEREIRA JUNIOR, C.	Robótica educacional aplicada ao ensino de Química: colaboração e aprendizagem	Detalhar uma experiência de utilização da robótica pedagógica no ensino de ciências, mais especificamente no ensino de química.	Universidade Federal de Goiás, 2014.

Fonte: Pesquisa realizada pelo pesquisador.



SEQUÊNCIA DIDÁTICA

Tema: Filo Arthropoda

Conteúdo: Quelicerados

SEQUÊNCIA DIDÁTICA

Tema:	Filo Arthropoda		
Conteúdo:	Subfilo Chelicerata – Classe Arachnida	Área:	Ciências da Natureza
Disciplina:	Biologia	Nível:	Ensino Médio / 2ª Série

APRESENTAÇÃO

Os artrópodes (filo Arthropoda) são animais triblásticos, celomados, com simetria bilateral, sistema digestório completo e corpo segmentado (metameria).

Na maioria dos artrópodes, ocorre fusão de metâmeros para formar certas partes do corpo, genericamente denominadas tagmas. Nos insetos, por exemplo, a cabeça resulta da fusão dos seis metâmeros anteriores. Os três metâmeros seguintes também se fundem para formar o tagma torácico, ou tórax. A maioria dos últimos metâmeros permanece separada, constituindo o tagma do abdome, onde a metameria dos insetos é mais visível.

Em alguns crustáceos, há fusão dos metâmeros anteriores e intermediários, originando um tagma denominado cefalotórax. Em alguns artrópodes, como nos quilópodes, ocorre fusão de metâmeros intermediários e posteriores, originando um tagma denominado tronco.

Os artrópodes estão divididos em quatro grupos principais: Crustacea (camarões, siris, lagostas etc.), **Chelicerata** (aranhas, escorpiões, ácaros etc.), Hexapoda (insetos, colêmbolos etc.) e Myriapoda (lacraias, piolhos-de-cobra etc.). As características utilizadas nessa classificação são, entre outras: a organização corporal; o número e os tipos de apêndices; a presença e o número de antenas.

Os quelicerados — aranhas, escorpiões, carrapatos, ácaros, límulos etc. — compreendem cerca de 80 mil espécies atuais. Uma característica típica desse grupo é a presença de um par de quelíceras, estruturas afiadas que participam da captura de alimento. A maioria dos quelicerados tem o corpo dividido em dois tagmas — o cefalotórax, ou prossomo, e o abdome, ou opistosomo; eles apresentam quatro pares de pernas e não têm antenas.

O clado Arachnida (aracnídeos), o maior dos grupos de quelicerados, reúne aranhas, escorpiões, carrapatos e ácaros; animais adaptados a ambientes de terra firme. As aranhas vivem em matas, pântanos, desertos e casas. Muitas espécies

vivem no solo, entre rochas ou em buracos, enquanto outras vivem em teias que elas mesmas constroem. Os escorpiões são comuns em regiões áridas, passando o dia escondidos em tocas e saindo à noite para caçar pequenos animais, geralmente insetos.

Aranhas e escorpiões são temidos porque algumas espécies produzem peçonhas (venenos) muito poderosas. As aranhas injetam a peçonha na presa por meio das quelíceras, enquanto os escorpiões utilizam um agulhão caudal. Os quelicerados — aranhas, escorpiões, carrapatos, ácaros, límulos etc. — compreendem cerca de 80 mil espécies atuais. Uma característica típica desse grupo é a presença de um par de quelíceras, estruturas afiadas que participam da captura de alimento. A maioria dos quelicerados tem o corpo dividido em dois tagmas — o cefalotórax, ou proso-mo, e o abdome, ou opistossomo; eles apresentam quatro pares de pernas e não têm antenas.

O clado Arachnida (aracnídeos), o maior dos grupos de quelicerados, reúne aranhas, escorpiões, carrapatos e ácaros; animais adaptados a ambientes de terra firme. As aranhas vivem em matas, pântanos, desertos e casas. Muitas espécies vivem no solo, entre rochas ou em buracos, enquanto outras vivem em teias que elas mesmas constroem. Os escorpiões são comuns em regiões áridas, passando o dia escondidos em tocas e saindo à noite para caçar pequenos animais, geralmente insetos.

Aranhas e escorpiões são temidos porque algumas espécies produzem peçonhas (venenos) muito poderosas. As aranhas injetam a peçonha na presa por meio das quelíceras, enquanto os escorpiões utilizam um agulhão caudal.

OBJETIVOS

- Caracterizar os escorpiões como um dos representantes do grupo de artrópodes quelicerados;
- Estar informado sobre os principais aracnídeos brasileiros peçonhentos;
- Realizar a montagem de um robô escorpião para melhor aprendizagem sobre aracnídeos.

RECURSOS

- Quadro;
- Caneta para quadro branco;
- Apostila;
- Datashow;
- Computadores; notebook;

- Kits da Lego Mindstorms com processador NXT.

PROCEDIMENTOS

1º Momento – Sobre o aspecto teórico

- Será ministrada a aula expositiva com auxílio de Datashow, quadro branco e apostila sobre o filo dos artrópodes, onde será enfatizada a classe dos quelicerados. Os alunos conhecerão sobre os escorpiões.
- Os alunos construirão mapas conceituais sobre os artrópodes, de forma a esquematizar o conhecimento adquirido em sala de aula.

2º Momento – Sobre o aspecto prático com os kits da LEGO Mindstorms

- Os alunos serão divididos em grupo com quatro integrantes, formando o construtor, o organizador, o programador, e o apresentador/líder;
- O aluno irá fazer um experimento em forma de montagem que simule o funcionamento de um escorpião. Para isso, testaremos duas situações: na primeira situação o escorpião terá que andar sobre o chão; na segunda situação, o escorpião vai ter que encontrar uma presa e picá-la com a sua cauda.

AVALIAÇÃO

- Mediante a resolução das atividades;
- Gravação da apresentação de cada apresentador/líder;
- Respostas do questionário.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Bibliografia básica:

PAULINO, W. R. **Biologia frente A / Os seres vivos: o reino Animalia**. Ed. Abril Educação, 2015.

Bibliografia complementar:

AMABIS, J. M.; MARTHO, G. R. **Biologia**. v. 2. 3ª Ed. Moderna, 2010.

PAULINO, W. R. **Biologia Atual**. Vol 2 . São Paulo: Ática, 2015.



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE
CIÊNCIAS E EDUCAÇÃO MATEMÁTICA**

Área de concentração: Ensino de Biologia

- O presente questionário enquadra-se numa investigação no âmbito de uma dissertação de Mestrado em Ensino de Ciências e Educação Matemática, realizada na Universidade Estadual da Paraíba. Trata-se de uma pesquisa com o objetivo de pesquisar e analisar a *lego robótica* como recurso inovador ancorado na *Lego Education* para a aprendizagem do *Filo Arthropoda* nas aulas de Biologia;
- Os resultados obtidos serão utilizados apenas para fins acadêmicos, sendo realçado que as respostas dos inquiridos representam apenas a sua opinião individual;
- O questionário é anônimo, não devendo por isso colocar a sua identificação em nenhuma das folhas nem assinar o questionário;
- Não existem respostas certas ou erradas. Por isso lhe solicitamos que responda de forma espontânea e sincera a todas as questões

Obrigado pela sua colaboração,

Felipe de Lima Almeida.

1. Sexo

Masculino Feminino

As perguntas 2, 3 e 4 se referem às aulas assistidas sobre o Filo Arthropoda (Artrópodes) na modalidade teórica.

2. Você considera que apenas as aulas teóricas foram suficientes para a aprendizagem sobre o conteúdo?

Sim Não

3. Em sua opinião, o que você considera ser essencial para uma melhor aprendizagem nas aulas de Biologia?

4. Como você avalia a sua postura como aluno durante das aulas teóricas?

Passivo, onde foi necessário apenas prestar atenção na aula e fazer anotações referentes ao conteúdo abordado.

Ativo, onde foi possível construir e sentir-se responsável pela própria aprendizagem.

As perguntas a seguir se referem à aula prática com a montagem do robô Scorpion.

5. Durante a situação-problema, qual competência você conseguiu colocar em prática?

Criatividade

Capacidade de resolução de problemas

Autonomia

Interpretação

Capacidade de relacionar conteúdos

Outra. Qual? _____

6. Durante a montagem, você conseguiu relacionar as partes do corpo do robô às partes de um escorpião real?

Nenhum parte do corpo Três partes do corpo

Mais de três partes do corpo Várias partes do corpo

7. Ao montar as peças do Scorpion, você lembrou-se de quais conceitos vistos na aula de Biologia?

Pedipalpos

Quelíceras

Abdômen

Cefalotórax

Pernas

Cauda

Ferrão

8. Você conseguiu aprender mais sobre as partes de um escorpião construindo o robô? Por quê?

9. Durante a apresentação do seu robô para o professor, você conseguiu relacionar a sua argumentação com as aulas teóricas?

Pouco Razoavelmente Satisfatoriamente

10. Que importância você atribui ao que aprendeu?

Sem importância Pouco importante Muito importante

11. Sobre a sua experiência em trabalho em grupo, quais características foram trabalhadas como um todo?

- Cooperação
- Iniciativa
- Disciplina
- Integração
- Participação
- Empatia
- Julgamento
- Prontidão para ouvir
- Envolvimento
- Liderança emergencial
- Receptibilidade
- Imparcialidade
- Objetividade na argumentação
- Manutenção do diálogo

12. Qual foi a função desempenhada por você no seu grupo?

- Apresentador/Líder
- Construtor
- Organizador
- Programador

13. Em sua opinião, qual a importância da função desempenhada por você no seu grupo?

14. Sobre a sua experiência pessoal nessa atividade, foi possível ter um autodesenvolvimento de quais habilidades?

- Autossuficiência
- Capacidade de autoavaliação
- Capacidade de pesquisa
- Capacidade de resolução de problemas
- Capacidade de transferência
- Criatividade
- Expressão oral e escrita
- Flexibilidade

15. Você gostaria de aprender sobre outros conteúdos da Biologia com a montagem e uso de robôs?

Sim Não



Construindo e aprendendo através da robótica

Biologia

Artrópodes



Autores:

Felipe de Lima Almeida

Filomena Maria Gonçalves da Silva Cordeiro Moita

Campina Grande – PB

2016



uepb
Universidade
ESTADUAL DA PARAÍBA

APRESENTAÇÃO

Este fascículo é parte integrante de uma investigação acerca do uso da robótica educacional para promover um melhor aprendizado nas aulas de Biologia. Compreendemos que esta disciplina trabalhada no ensino médio é permeada de conteúdos extensos que requer uma maior aprendizagem de conceitos.

Neste sentido, ao abordar o filo dos artrópodes, especialmente os escorpiões, torna-se necessário criar um ambiente onde seja possível aprofundar o conhecimento de uma forma prática e prazerosa no processo de aprendizagem.

Para você professor, esta ferramenta o auxiliará na abordagem da temática através da experiência de aprendizagem mediada, onde terá a função de mediador.

A você aluno, será lhe dada à oportunidade de sistematizar o conhecimento através da união da informática, robótica e biologia, percebendo como é fácil aprender sobre os escorpiões.

Esperamos que vocês possam se divertir durante esta atividade, utilizando os princípios da construção, tecnologia, e comunicação.

Desejamos a você um ótimo aprendizado!

Felipe de Lima Almeida

Filomena Maria Gonçalves da Silva Cordeiro Moita



Atividade

Nossa, um escorpião, vou pegá-lo e adotar como animal de estimação!!!

Não Felipe, esse animal pode lhe picar e ele é muito venenoso!

Sério Flô? Agora eu estou com medo deste escorpião! Me fala um pouco sobre ele.

Presta bem atenção! Os escorpiões pertencem ao filo dos artrópodes e a classe Chelicerata, pois possuem queliceras, estruturas afiadas que os ajudam na captura de alimento.

!!!

Uma das características dos artrópodes são justamente a presença de apêndices articulados.

É muito interessante, o corpo dele é todo articulado!

Hkk... O correto é Biólogo! Mas vamos indo pra casa, vou te ensinar mais coisas sobre os escorpiões!

Poxa Flô, são tantas informações... quero me tornar um "bichólogo"!

Tinha esquecido de te falar, mas os escorpiões são comuns em regiões áridas e alimentam-se pequenos insetos!

Óba, Flô... conta... conta!!!

Ah, e por falar em regiões áridas eu tenho uma história pra te contar.

Bem, uma vez dois amigos meus estavam caminhando em um deserto e encontraram um escorpião...

Ufaaa... ainda bem que ele não me pegou!

WWW.TOONDOO.COM

Os movimentos do escorpião...

INTRODUZINDO O PROBLEMA

Como é que um escorpião, que não possui ossos (esqueleto), consegue mover-se e mexer sua cauda?

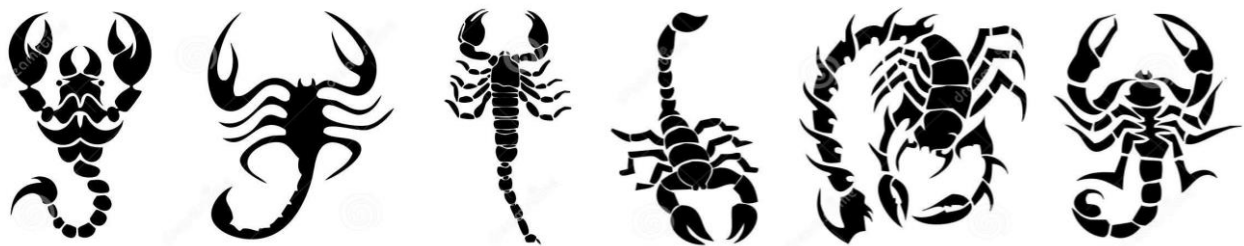
Pois bem, mesmo que não possamos observar o mecanismo utilizado por este animal, isto não quer dizer que eles, de fato, não possuam algum sistema.

Lembre-se que estamos estudando sobre o filo dos artrópodes, e estes animais possuem o seu corpo formado por apêndices articulados. São estas articulações que possibilitam a realização de tais movimentos, que são necessários para sua locomoção, alimentação, e reprodução.

COMPREENDENDO O PROBLEMA

A dificuldade de aceitar que um escorpião possui um sistema que lhe favorece tais funções, está no fato de não observarmos a olho nu a ligação destes apêndices articulados com músculos. Quando tensionados e relaxados, o tecido muscular existente dentro do corpo deste artrópode movimenta as pernas, quelíceras, pedipalpos e a cauda.

Os estudiosos só conseguiram fazer esta descoberta através da experimentação em laboratório, analisando a estrutura corporal deste animal. Porém, com o avanço da tecnologia, é possível reproduzir esta experimentação através de outros recursos.





Rodrigo – Que calor cara! Pra onde eu olho só vejo deserto e nem um sinal de vida!

Pedro – Aí é que você se engana viu Rodrigo!!! Aqui tem muito mais vida do que imaginamos.

Rodrigo – Sério?! E que tipo de ser vivo conseguiria viver num ambiente tão seco como este?

Pedro – Bem... Eu sei que você morre de medo deles, mas eu vou te contar. Aqui existem várias espécies de escorpião.

Rodrigo – Diz que você está brincando pelo amor de Deus!

Pedro – Não, é serio! Eu vi numa reportagem que aqui no deserto da Patagônia, onde nós estamos, existem algumas espécies de escorpiões. Eles possuem um exoesqueleto quitinoso, o que diminui a perda de água para o ambiente. Por isso, eles conseguem sobreviver em ambientes tão secos.

Rodrigo – Cara, olha o tamanho desse! Que medo! Olha só como ele se locomove, é interessante, mas ao mesmo tempo aterrorizante.

Pedro – Deixa de drama amigo. Eles se locomovem a partir da atividade de músculos integrados a seu corpo. Por isso ele consegue enrolar a cauda, picar uma presa, andar e desempenhar outras funções.

Rodrigo – Será que eles conseguem reconhecer uma presa?

Pedro – Claro, eles possuem pelos sensoriais que permitem identificá-los.

Rodrigo – Então vamos logo voltar para o carro, pois chega de deserto por hoje!

CONCEBENDO UM PLANO

Vamos usar a experiência de Rodrigo e Pedro para fazer um experimento? Basta fazer uma montagem que consiga simular os movimentos de um escorpião de verdade. Assim, poderemos testar duas situações:

Situação 1 – O escorpião consegue andar pelo chão.

Situação 2 – O escorpião consegue identificar e picar uma presa.

Pense e discuta com os membros da sua equipe a melhor maneira para resolver essas situações a partir do material com o qual vocês irão trabalhar.

ORGANIZAÇÃO E MONTAGEM

Vamos iniciar com a montagem do escorpião. O protótipo de montagem está disponível acessando o link a seguir: <http://spectrum-nasco.ca/download/pdfs/elementary-science-technology/9695-Scorpion.pdf>.

Com o arquivo aberto, o organizador irá separando as peças do kit LEGO MINDSTORMS que serão utilizadas pelo construtor para a montagem do escorpião, que será chamado de Scorpion Digital.

Ao mesmo tempo em que ocorre a montagem, a equipe irá discutir juntamente com o programador como solucionar as duas situações:

- Como determinar a programação para que o Scorpion consiga andar pelo chão?
- Quais recursos serão utilizados para realizar a identificação e ataque à presa?

Para lhe ajudar, lhe daremos uma dica: Os sensores de toque poderiam contribuir para solucionar alguma das situações? Lembre-se: em todo momento você pode trocar ideias com o seu professor de Biologia.

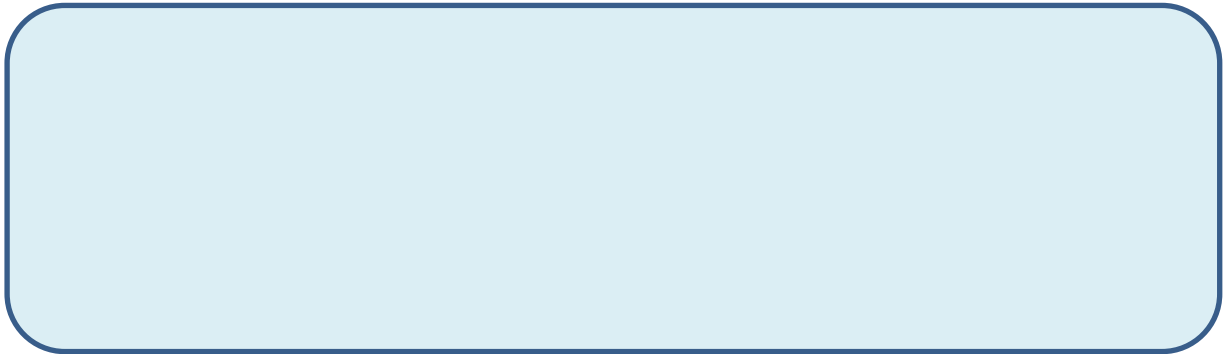
Como suporte, a sua equipe poderá utilizar o software do robô educador, já instalado no notebook, para lhes fornecerem tutoriais necessários para a realização da programação em blocos e fazer com que o seu Scorpion desempenhe as funções solicitadas.

Para obter os resultados de desempenho esperados do seu robô, realize o teste da programação juntando as duas situações que foram lançadas anteriormente. Após os testes, utilize seus conhecimentos adquiridos nas aulas teóricas e no processo de montagem para responder as questões a seguir. No final, o apresentador/líder irá apresentar o seu Scorpion Digital para os demais, revelando como as funções integradas no robô podem ser desempenhadas biologicamente.

Sistematizando o conhecimento

Vamos aumentar um pouco o desafio. Que tal testar seus conhecimentos sobre as partes que compõem o corpo de um escorpião?

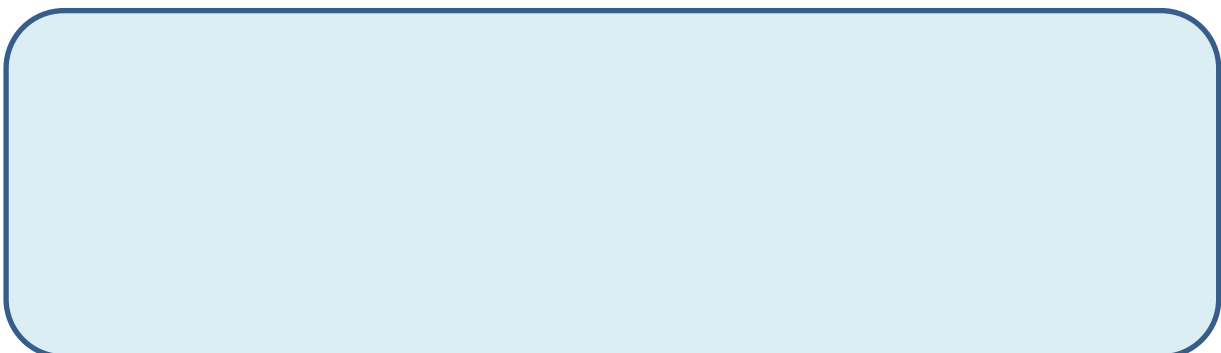
1. Analisando o robô como um todo, quais partes correspondem à divisão correta do corpo de um escorpião real?

A large, empty, light blue rounded rectangular box with a dark blue border, intended for the student's answer to question 1.

2. O motor, que proporciona o movimento das pernas do escorpião, desempenha a função de qual estrutura que está associada aos apêndices articulados?

A large, empty, light blue rounded rectangular box with a dark blue border, intended for the student's answer to question 2.

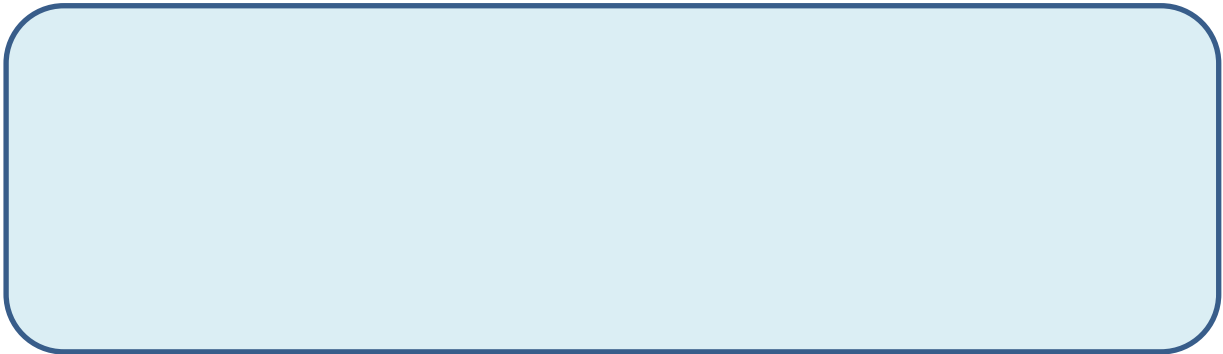
3. Biologicamente, como é possível explicar o mecanismo de identificação do obstáculo (presa) como o Scorpion Digital?

A large, empty, light blue rounded rectangular box with a dark blue border, intended for the student's answer to question 3.

4. Junto à cabeça do robô existem algumas estruturas anexadas. Elas correspondem a quais partes de um escorpião?

A large, empty, light blue rounded rectangular box with a dark blue border, intended for the student's answer to question 4.

5. Sem a programação, a equipe não seria capaz de movimentar o robô. Biologicamente, qual o sistema responsável pela percepção do ambiente nesses animais? Justifique.

A large, empty, light blue rounded rectangular box with a dark blue border, intended for the student's answer to question 5.