

**CENTRO UNIVERSITÁRIO INTERNACIONAL UNINTER
MESTRADO PROFISSIONAL EM EDUCAÇÃO E NOVAS TECNOLOGIAS**

LUCAS RAFAEL FILIPAK

**A UTILIZAÇÃO DA ROBÓTICA COM MATERIAIS RECICLÁVEIS COMO
PROPOSTA DE ENSINO E APRENDIZAGEM NO ENSINO MÉDIO**

CURITIBA

2018

LUCAS RAFAEL FILIPAK

**A UTILIZAÇÃO DA ROBÓTICA COM MATERIAIS RECICLÁVEIS COMO
PROPOSTA DE ENSINO E APRENDIZAGEM NO ENSINO MÉDIO**

Dissertação apresentada ao Programa de Mestrado Profissional em Educação e Novas Tecnologias do Centro Universitário Internacional – UNINTER, como parte dos requisitos necessários para obtenção do grau de Mestre em Educação e Novas Tecnologias.

Orientador Prof. Dr. Luciano Frontino de Medeiros

CURITIBA

2018

F483u Filipak, Lucas Rafael
A utilização da robótica com materiais recicláveis como proposta de ensino e aprendizagem no ensino médio / Lucas Rafael Filipak. - Curitiba, 2018.
78 f. : il. (algumas color.)

Orientador: Prof. Dr. Luciano Frontino de Medeiros
Dissertação (Mestrado Profissional em Educação e Novas Tecnologias) – Centro Universitário Internacional Uninter.

1. Robótica. 2. Tecnologia educacional. 3. Educação – Efeito das inovações tecnológicas. 4. Arduino (Controlador programável). I. Título.

CDD 371.334

Catálogo na fonte: Vanda Fattori Dias – CRB-9/547

CENTRO UNIVERSITÁRIO INTERNACIONAL UNINTER
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO, PESQUISA E EXTENSÃO-PGPE
PROGRAMA DE Mestrado Profissional em Educação e Novas Tecnologias
Secretaria do Mestrado Profissional em Educação e Novas Tecnologias

Defesa Nº 006/2018

**ATA DE DEFESA DE DISSERTAÇÃO PARA CONCESSÃO DO GRAU DE
MESTRE EM EDUCAÇÃO E NOVAS TECNOLOGIAS**


No dia 16 de março de 2018, às 13h, sala 54, Bloco A do Campus Divina do Centro Universitário Internacional UNINTER, à Rua do Rosário, 147 em Curitiba-PR, reuniu-se a Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Mestrado Profissional em Educação e Novas Tecnologias, composta pelos professores doutores: Luciano Frontino de Medeiros (Presidente - Orientador - PPGENT/ UNINTER), Margarida Romero (Integrante Externo – UNIVERSITÉ NICE SOPHIA ANTIPOLIS), Alvino Moser (Integrante Interno Titular - PPGENT/UNINTER) e Luana Priscila Wunsch (Integrante Interno Suplente - PPGENT/UNINTER), para julgamento da dissertação: "A UTILIZAÇÃO DA ROBÓTICA COM MATERIAIS RECICLÁVEIS COMO PROPOSTA DE ENSINO E APRENDIZAGEM NO ENSINO MÉDIO", do mestrando Lucas Rafael Filipak. O presidente abriu a sessão apresentando os professores membros da banca, passando a palavra em seguida ao mestrando, lembrando-lhe de que teria até vinte minutos para expor oralmente o seu trabalho. Concluída a exposição, o candidato foi arguido oralmente pelos membros da banca.

Concluída a arguição, a Banca Examinadora reuniu-se e comunicou o Parecer Final de que o mestrando foi:

- APROVADO, devendo o candidato entregar a versão final no prazo máximo de 60 dias.
- AROVADO somente após satisfazer as exigências e, ou, recomendações propostas pela banca, no prazo fixado de 60 dias.
- REPROVADO

O Presidente da Banca Examinadora declarou que o candidato foi aprovado e cumpriu todos os requisitos para obtenção do título de Mestre em Educação e Novas Tecnologias, devendo encaminhar à Coordenação, em até 60 dias, a contar desta data, a versão final da dissertação devidamente aprovada pelo professor orientador, no formato impresso e PDF, conforme procedimentos que serão encaminhados pela secretaria do Programa. Encerrada a sessão, lavrou-se a presente ata que vai assinada pela Banca Examinadora.

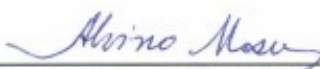
Recomendações: Sem recomendações de correções.
Propostas para publicações e continuação
da pesquisa em doutorado.




Dr. Luciano Frontino de Medeiros
Presidente da Banca



Dra. Margarida Romero
Integrante Externo



Dr. Alvino Moser
Integrante Interno Titular



Dra. Luana Priscila Wunsch
Integrante Interno Suplente



Lucas Rafael Filipak
Mestrando

AGRADECIMENTOS

Agradecer nem sempre é uma tarefa fácil. Em um curso de Mestrado há muito mais envolvido do que disciplinas e pesquisa. Confesso que me desenvolvi e me surpreendi muito nesses dois anos e meio de curso.

Agradeço aos meus professores pelos ensinamentos, mas, muito mais pela amizade cultivada. Faço um agradecimento especial para o professor Dr. Alvino Moser, que mesmo com o semblante calmo e sereno é "osso duro". Nunca esquecerei de todo apoio e conversas de pai para filho que tivemos via telefone quando eu estava na Europa. Também não me esquecerei das anotações em 3 línguas na correção da minha dissertação. A professora Dra Luana Wunsch pelo seu entusiasmo e por toda a ajuda nas diversas palestras e cursos nas turmas de pedagogia e por me mostrar o quão importante é a pedagogia. A professora Margarida Romero e sua família que me receberam e me trataram muito bem, além de me nortear com a minha pesquisa. Agradeço ao professor Dr Luciano Frontino de Medeiros, super competente e meu orientador, por me ajudar e me incentivar a minha pesquisa. Aos outros professores, cada um com sua contribuição, uma conversa amiga, sempre me motivando a dar o meu melhor.

Aos meus colegas de mestrado, Nilton Torquato, Adenir Santos e principalmente ao meu amigo, agora mestre, Jason Sobreiro que sempre foi meu parceiro de pesquisas e palestras.

Aos meus amigos da vida que respeitaram o tempo dedicado ao mestrado e vibravam a cada pequena conquista, principalmente ao Sérgio Adriano Czaikowski e Jean Luccas Rosset que sempre me incentivaram com uma motivação ímpar. A minha melhor amiga e advogada Bruna Maria Mazzeo, que sempre me acompanhou nos momentos felizes e outros não tão felizes, obrigado sempre pela sua presença.

Por fim, mas sem respeitar ordem de prioridade, a minha família que sempre me deu o apoio necessário, acreditando em todos os projetos e incentivando a nunca parar de estudar. Um obrigado especial para o meu pai, Jorge Filipak, que nunca mediu esforços para que todos os meus objetivos fossem alcançados.

RESUMO

O presente trabalho tem como objetivo demonstrar os resultados analisados de um projeto de robótica com duração de 80h em uma escola do ensino médio técnico em Curitiba. No contexto da robótica existe a plataforma do Arduino, que é uma ferramenta de introdução à robótica e tem o hardware e software com códigos abertos. A pesquisa realizada se caracteriza como exploratória, aplicada e de campo gerando dados qualitativos que foram analisados. Os alunos, divididos em grupos, desenvolveram uma homepage para armazenar as pesquisas e os dados obtidos durante o projeto. O objetivo principal do projeto foi o ensino da lógica de programação propondo uma metodologia baseada no construcionismo além de aprendizagem por projetos. Os resultados foram satisfatórios, pois os alunos estavam motivados e desenvolveram dois protótipos: o primeiro somente com materiais reciclados que teve sua avaliação gamificada em forma de uma corrida e o segundo utilizando o Arduino onde os alunos mostraram seus protótipos em uma feira de robótica.

Palavras Chaves: Construcionismo, Robótica Pedagógica, Lógica de Programação, Arduino, Material Reciclado

ABSTRACT

Le travail présent a comme l'objectif démontre les résultats analysés d'un projet de robotique avec la durée de 80 heures à une école du moyen technique enseignant dans Curitiba. Dans le contexte de la robotique la plate-forme d'Arduino existe, qui est un outil d'introduction à la robotique et il a le matériel et le logiciel avec des codes ouverts. La recherche accomplie s'il caractérise comme exploratoire, appliqué et de champ produisant donné quali quantitatif qui a été analysé. Les étudiants, divisés en groupes, ils ont développé une page d'accueil pour stocker les recherches et les données obtenues pendant le projet. L'objectif principal du projet était l'enseignement de la logique de programmation la proposition d'une méthodologie basée dans le construcionismo en plus de l'apprentissage pour des projets. Les résultats étaient satisfaisants, car les étudiants ont été motivés et ils ont développé deux prototypes : le premier seulement avec des matériels recyclés qu'il avait sa évaluation gamificada en formulaire d'une course et la deuxième utilisant Arduino où les étudiants ont montré leurs prototypes à une foire de robotique.

Mots clés: Constructionisme, Robotique Pédagogique, Logique de Programmation, Arduino, Matériel Recyclé

ABSTRACT

This paper has as its objective to analyze and show the results of an 80h project in a class of highschool students. The platform of Arduino is an open-source and easy to modify tool that is great to introductory courses. This research is qualified as exploratory, applied and fieldwork, generating qualitative-quantitative data that were analyzed. The students, divided by groups, developed an homepage to store the homework and the results of the assignments. The main objective of the project was to teach programming logic utilizing a methodology based in the constructionismo, besides learning from tasks. The results were satisfactory, seeing that the students were motivated throughout and were able to develop two prototypes: the first one, using only recycled materials, had its evaluation gamified as a race and the second one, employing Arduino, in which the students had the opportunity to show their prototypes in a robotics fair.

Key words: Constructionism, Pedagogic Robotics, Logic of Programming, Arduino, Recycled

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Desenho criado com a execução do comando “repita”	22
Figura 2 - Criação da função "quadrado"	23
Figura 3 - Exemplo de programa desenvolvido no Scratch.....	24
Figura 4 - Cinco competências da Educação do Século XXI	28
Figura 5 – Ciclo de Reflexão – Ação – Depuração.....	32
Figura 6 - Idade dos participantes	Erro! Indicador não definido.
Figura 7 - Passos da montagem de um protótipo base.....	39
Figura 8 - Protótipo desenvolvido pelos alunos.....	40
Figura 9 - Protótipo desenvolvido pelos alunos.....	41
Figura 10 - Protótipo no 123d Circuits.....	43
Figura 11 - Nível de conhecimento sobre robótica	Erro! Indicador não definido.
Figura 12 - Página do “Projeto 1” da equipe Oracle	47
Figura 13 - Mapa de imagem do Arduino	48
Figura 14 - Projeto da Luva Ultrassônica	49
Figura 15 - Protótipo da equipe GAMESH XXI.....	50
Figura 16 - Recorte do passo a passo do Projeto 2 da equipe Business Intenso	50
Figura 17 - Projeto “Verova”	51
Figura 18 - Você gosta das aulas de robótica	Erro! Indicador não definido.
Figura 19 - Participação nas aulas de robótica	Erro! Indicador não definido.
Figura 20 - Nível de aprendizagem na programação do Arduino	Erro! Indicador não definido.
Figura 21 - Espiral do conhecimento de Nonaka e Takeuchi	55

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Resultados em português.....	15
Quadro 2 – Resultados em inglês	15
Quadro 3 - Cronograma de aplicação do projeto	37
Quadro 4 - Etapas do desenvolvimento do projeto	38
Quadro 5 - Critérios de avaliação das homepages	42
Quadro 6 - Lista de equipamentos para o exercício da figura 10.....	44

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Idade dos participantes.....	36
Gráfico 2 - Nível de conhecimento sobre robótica.....	46
Gráfico 3 - Você gosta das aulas de robótica.....	52
Gráfico 4 - Participação nas aulas de robótica	52
Gráfico 5 - Nível de aprendizagem na programação do Arduino.....	54

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
1.2	OBJETIVO GERAL	16
1.2.1	Objetivos Específicos	16
1.3	Estrutura do Trabalho	16
2	CONCEITOS E CONTEXTUALIZAÇÃO DA ROBÓTICA PEDAGÓGICA E OUTRAS FERRAMENTAS	18
2.1	Linguagem LOGO.....	20
2.2	Competências transversais.....	27
2.6	TIC e Robótica Pedagógica.....	32
2.7	Uso dos Simuladores na Robótica Educacional	33
3	METODOLOGIA DA PESQUISA	35
3.1	Organização do projeto de robótica pedagógica	35
3.1.1	Primeira Etapa	38
3.1.2	Segunda Etapa	38
3.1.3	Terceira Etapa.....	43
3.1.4	Quarta Etapa	44
3.2	Métodos de análise.....	45
3.2.1	Análise dos Dados	45
3.2.2	Análise dos sites	46
3.2.3	Análise do Questionário	51
4	DISCUSSÃO DOS RESULTADOS	55
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	58
	REFERÊNCIAS.....	60
	APÊNDICES.....	66
	ANEXOS	70

1 INTRODUÇÃO

As tecnologias computacionais estão presentes no nosso dia a dia. As crianças nascem cada vez mais imersas em tanta informação e os alunos vão ficando cada vez mais tecnológicos, com contatos cada vez mais precoces com a tecnologia. A Geração Z também conhecidos como iGeneration são os nascidos na segunda metade da década de 1990 até 2010. Dois grandes fatos marcaram esse período, em 1990 foi a idealização e o nascimento da World Wide Web e nos anos de 1992 inicia uma explosão de invenções de aparelhos tecnológicos. A professora Cristiane Kämpf (2011) explica o termo “Geração Z”.

O “Z” vem de “zapear”, ou seja, trocar os canais da TV de maneira rápida e constante com um controle remoto, em busca de algo que seja interessante de ver ou ouvir ou, ainda, por hábito. “Zap”, do inglês, significa “fazer algo muito rapidamente” e também “energia” ou “entusiasmo”. (KÄMPF, 2011, s/p)

Segundo Priscilla Bassitt Ferreira Toledo a Wikipédia é a única enciclopédia que esses alunos já usaram e certamente esses adolescentes utilizam qualquer equipamento tecnológico sem muitas dificuldades. No entanto, a Geração Z aprende da mesma maneira que as gerações anteriores, pois para se produzir conhecimento é preciso significar e trabalhar a informação acessada. José Armando Valente diz que:

Aprender para valer significa construir conhecimento e isso implica em significar e trabalhar a informação acessada. O que muda nessa geração é a maneira como ela tem acesso à informação, no sentido de ter mais facilidade para encontrá-la, por intermédio da tecnologia, e de usar a tecnologia para acessar uma rede de pessoas (VALENTE, 2012, p. 30).

Muitos autores utilizam ainda o termo “nativos digitais”¹ para nomear a Geração Z. Em entrevista para Kämpf (2011), Valente comenta que esse termo é importante para caracterizar as crianças que são familiarizadas com as tecnologias digitais.

¹ Termo criado por Marc Prensky em 2001, em seu artigo "Digital Natives, Digital Immigrants". Para Prensky (2001), são considerados nativos digitais, aqueles que já nasceram em um universo digital, em contato com a Internet, computador e games

Os nativos digitais são fluentes em mandar mensagem de textos, navegar e jogar online, mas será que isso os torna fluentes nas novas tecnologias? Embora a imersão que esses jovens vivem, poucos sabem criar, desenvolver seus próprios jogos, web sites, animações, etc. Segundo Resnick (2007), a fluência digital não exige apenas a capacidade de conversar, navegar e interagir, mas também a capacidade de projetar, criar e inventar novas mídias. Ensinar uma linguagem de programação aos jovens pode ser uma tarefa não tão simples assim, pois o computador “pensa” (raciocínio lógico) de uma maneira um pouco diferente que os humanos. Muitas são as ferramentas utilizadas para motivar os alunos e assim facilitar o ensino. Nas palavras de Flannery:

Vejo a programação de computadores como uma extensão da escrita. A capacidade de programar permite "escrever" novos tipos de coisas - histórias interativas, jogos, animações e simulações. E, como acontece com a escrita tradicional, há fortes razões para que todos possam aprender a escrever em código, mas eu vejo razões muito mais profundas e mais amplas para aprender. No processo de aprender a programar, as pessoas aprendem muitas outras coisas. Eles não estão apenas aprendendo a programar, elas estão programando para aprender. Além de aprender ideias matemáticas e computacionais (como variáveis e condicionais), eles também estão aprendendo estratégias para a resolução de problemas, elaboração de projetos, e comunicação de ideias. Estas habilidades são úteis não apenas para os profissionais de TI, mas para todos, independentemente da idade, origem, interesses ou ocupação. (FLANNERY et al., 2013)

Segundo Dargains (2015) os jovens estão se interessando em criar algo seu, seu jogo, seu website, sua animação, algo que seja único, exclusivo. Esse fato se torna ainda mais visível no aumento da disponibilidade de sites de tutoriais e aulas on-line, como Kahn Academy², CodeAcademy³ e Code.org⁴, que dão a oportunidade do aluno aprender a programar de forma interativa. Essa habilidade apoia o “pensamento educacional”, organizando e ajudando o aluno na resolução de problemas.

² <https://pt.khanacademy.org/>

³ <https://www.codecademy.com/pt>

⁴ <https://code.org/>

Antes os jovens aprendiam habilidades que seriam úteis para em seus trabalhos para o resto de suas vidas. Hoje com a evolução tecnológica muitas pessoas trabalham em profissões que não existiam quando elas nasceram. As habilidades evoluem junto com a evolução tecnológica.

A habilidade mais importante na determinação do padrão de vida de uma pessoa já se tornou a capacidade de aprender novas habilidades, de assimilar novos conceitos, de avaliar novas situações, de lidar com o inesperado. Isso será crescentemente verdadeiro no futuro: a habilidade competitiva será a habilidade de aprender (PAPERT, 1994, p.5).

Para Clara Vasconcelos (2003) os professores muitas vezes utilizam apenas de algum referencial explicativo ou somente da sua prática profissional. Existem diversas teorias de aprendizagem que muito possivelmente teriam surgido com Bigge (1997, p.3) onde ele relata que “o homem não só quis aprender como também, frequentemente, sua curiosidade o impeliu a tentar aprender como se aprende”.

No mercado existem vários kits de robótica educacional a venda, tais como o Modelix⁵, a Lego Mindstorms⁶ e muitas outras empresas que produzem e vendem seus kits. A grande maioria das escolas, no cenário brasileiro, não tem condições financeiras de montar um laboratório de robótica utilizando os kits educacionais convencionais e uma das alternativas é a utilização de materiais reaproveitados ou de baixo custo. O Instituto Ayrton Senna publicou em janeiro de 2016, com base no senso de 2014, uma reportagem sobre as desigualdades do acesso a tecnologia nas escolas brasileiras que nos mostra, em percentuais, uma visão mais ampla da desigualdade do acesso à tecnologia.

No Ensino Fundamental da região Norte, por exemplo, apenas 27% das escolas têm laboratório de informática – e 16% com acesso à banda larga. Já a região Sul registra o laboratório em 81% das escolas e 68% com a internet rápida. Mesmo no Ensino Médio, que já possui uma cobertura melhor desses itens, o Norte também possui os menores índices (76% com laboratório e 55% com banda larga) e o Sul, os maiores (97% com laboratório e 85% com banda larga) (INSTITUTO AYRTON SENNA, 2016).

⁵ <http://modelix.cc/>

⁶ <https://www.lego.com/en-us/mindstorms>

Muitos autores pesquisam sobre a utilização da robótica em sala de aula, mas a grande maioria deles baseiam as suas pesquisas na utilização de kits de robótica em pontos específicos das suas aulas. Em análise aos portais de periódicos, entre os anos de 2013 e 2017, foram encontrados os seguintes resultados:

Quadro 1 – Resultados em português

("robótica educacional" OR "robótica pedagógica") AND ("robótica de baixo custo")	
CAPES	9
SBIE	1
WIE	1

Fonte: Próprio autor

Dentre os resultados obtidos no portal da CAPES apenas 1 artigo atendeu os critérios de inclusão.

Quadro 2 – Resultados em inglês

("educational robotics" OR "educational pedagogical robotics") AND "low cost robotics"	
IEEE	0
ScienceDirect	0
ACM	2
Web of Science	2

Fonte: Próprio autor

A motivação para esse projeto se deu por que muitos artigos escritos são referentes a projetos realizados no contra turno e/ou utilizando kits comerciais de robótica. É possível desenvolver um projeto onde a robótica pedagógica seja ferramenta/instrumento de aprendizagem utilizando materiais reciclados ou de baixo custo?

1.2 OBJETIVO GERAL

Avaliar o uso da robótica com materiais reciclados ou de baixo custo como proposta de ensino e aprendizagem, sob a ótica da aprendizagem significativa, dos alunos do segundo ano do ensino médio técnico em informática de um colégio situado em Curitiba.

1.2.1 Objetivos Específicos

- a) Identificar os elementos da aprendizagem significativa presentes nas aulas que utilizam a robótica
- b) Integrar os conceitos de robótica, plataformas abertas de hardware, utilizando o Arduino e uso de materiais baixo custo para a aplicação prática de conteúdos de física e matemática
- c) Analisar a documentação gerada pelos alunos na forma de uma homepage, no desenvolvimento dos seus protótipos construídos utilizando materiais reciclados ou de baixo custo
- d) Elaborar revisão sistemática da literatura na área de robótica sustentável

1.3 ESTRUTURA DO TRABALHO

A introdução apresentou uma visão geral do trabalho, conceituando termos importantes como “Nativos Digitais”, exemplificando algumas plataformas de aprendizagem e aulas on-line e descreve os objetivos do projeto.

O capítulo 1 aborda a fundamentação teórica, contextualizando a robótica e a robótica pedagógica, conceitua a sustentabilidade e a sua importância para o desenvolvimento de um projeto sustentável. É feita uma revisão histórica da linguagem LOGO e exemplificado como a LOGO era utilizada pelos alunos e define o construcionismo e ambientes construcionistas. Descreve-se sobre as 5

competências transversais que o aluno do século XXI deve desenvolver no aprendizado da robótica educacional. Ainda, no capítulo 1, conceitua-se Aprendizagem Baseada em Problemas (Problem Based Learning) e Gamificação onde os alunos utilizam essas metodologias na segunda etapa do projeto, TIC, uso de simuladores que são utilizados na terceira etapa do projeto e conceitua e explica a aprendizagem significativa.

O capítulo 2 apresenta o resultado e a avaliação da pesquisa realizada sobre a utilização da robótica educacional como ferramenta de ensino e aprendizado, descrevendo as metodologias utilizadas quanto o uso da tecnologia em questão.

No capítulo 3 são tecidas as considerações finais sobre o trabalho realizado e os projetos futuros a partir desse trabalho.

2 CONCEITOS E CONTEXTUALIZAÇÃO DA ROBÓTICA PEDAGÓGICA E OUTRAS FERRAMENTAS

A fundamentação teórica aqui descrita está embasada nas pesquisas de diversos autores, sendo os principais Ausubel (1963), Papert (1986), Freire (1996), Valente (1997), Barbieri (2007) e Romero (2017). A robótica na educação teve seu início com Seymour Papert (1986) no MIT. O grupo de pesquisas de Papert identificou alguns elementos que são necessários para se ter um ambiente construcionista utilizando a robótica como uma ferramenta de ensino e aprendizagem. O professor José Armando Valente (1997) é uma figura importante, pois organizou um dos maiores encontros entre dois pensadores, Paulo Freire e Seymour Papert (1996). Barbieri (2007) é referência em sustentabilidade, pois a pesquisa acontece utilizando a robótica com materiais reaproveitados ou de baixo custo. O projeto aborda a aprendizagem significativa, o aprendizado de uma maneira mais lúdica, dando significado aos conteúdos ministrados e utilizando como ferramenta a robótica, para isso o embasamento teórico é de David Ausubel (1963). A professora Margarida Romero (2017) é citada pois efetuou estudos sobre as competências que os alunos do século XXI devem ter.

O termo robô foi utilizado pela primeira vez pelo tcheco Karel Capek em uma peça de teatro em 1911. Já o termo “robótica” foi popularizado pelo escritor de Ficção Científica Isaac Asimov, na sua ficção “I, Robot” (Eu, Robô), de 1950. O primeiro robô industrial foi criado por Joseph Engelberger em 1961 com a função de transferência de um objeto de um ponto até o outro. Ribeiro (2006) conceitua robô como um objeto com capacidade de executar movimentos comandados por um cérebro programável, capaz de controlá-lo, substituindo o homem. Como muitas outras tecnologias os robôs não foram criados para ser utilizados em sala de aula. Seymour Papert⁷ foi o grande precursor da robótica educacional, fato ocorrido no ano de 1964, logo após o seu ingresso no Laboratório de Inteligência Artificial do Instituto de Tecnologia de Massachusetts (MIT). Ao longo da sua história, Papert teve muitos trabalhos importantes, mas o seu trabalho mais famoso foi o desenvolvimento da tartaruga controlada pela linguagem LOGO. Papert afirmou que

⁷ Seymour Papert (1928-2016) nascido na África do Sul, matemático e considerado o pai do construcionismo

"a programação lúdica é considerada uma maneira inteligente de manter a atenção das crianças longe do que é nocivo da internet" (PAPERT, 1994).

Outro ponto a ser considerado é o fator social e sustentável que esse projeto abrange, pois, os alunos utilizam materiais reaproveitados, tirando esses resíduos da natureza e diminuindo a geração de novos resíduos. A expressão "Desenvolvimento Sustentável" veio para substituir a palavra "ecodesenvolvimento" e ganhou espaço no início da década de 80, sendo utilizada a primeira vez no documento denominado World Conservation Strategy, produzido pela União Internacional para a Conservação da Natureza (UICN) em 1980. Para a Comissão Mundial sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento (CMMAD), conhecida como Comissão Brundtland,

(...) desenvolvimento sustentável é aquele que atende às necessidades do presente sem comprometer a possibilidade das gerações futuras de atenderem as suas próprias necessidades (CMMAD, 1991, p.46).

O conceito da CMMAD é o norte de um projeto sustentável, pois a ideia é utilizar a robótica de uma maneira mais limpa, reaproveitando os resíduos industriais e tecnológicos.

O conceito de reaproveitamento é bem amplo, mas muito bem definido por Barbieri:

Reaproveitamento - abordagem corretiva direcionada para trazer de volta ao ciclo produtivo das matérias-primas as substâncias e os produtos extraídos dos resíduos depois que já foram gerados. O reaproveitamento salienta três aspectos distintos:

1- Reutilização (ou reuso): É o reaproveitamento direto, o qual consiste no ato de utilizar, quando possível, várias vezes determinado produto, como as garrafas retornáveis e certas embalagens reaproveitáveis.

2- Reciclagem: Equivale à transformação dos resíduos em novos produtos ou novas matérias primas. É o reaproveitamento cíclico de matérias-primas de fácil purificação, como o papel, o vidro e o alumínio.

3- Recuperação: É a extração de algumas substâncias dos resíduos, como óxidos, metais, etc. (BARBIERI, 2007, p. 122).

Um fator importante a considerar é um processo chamado “obsolescência programada”, no qual as empresas estabelecem uma data de validade para seus produtos, visando maior rotatividade e conseqüentemente ajudando a economia. Os avanços tecnológicos somados com a obsolescência programada impulsiona o consumo da sociedade que acarreta a geração de quantidades imensas de lixo eletrônico. Estes materiais, quando descartados incorretamente liberam no solo metais pesados presentes nesses componentes como: mercúrio, cádmio, arsênio, cobre, chumbo e alumínio, que penetram nos solos e nos lençóis freáticos contaminando plantas e animais por meio da água, podendo provocar a contaminação da população através da ingestão desses produtos, desencadeando uma série de doenças (MATTOS et al, 2008).

2.1 LINGUAGEM LOGO

A linguagem LOGO foi desenvolvida pelo matemático Seymour Papert sendo considerada não somente uma linguagem de programação, mas sim uma metodologia de ensino, pois permite interação entre o aluno (usuário) e o computador. Prado (1999) afirma que "do ponto de vista educacional, é uma linguagem simples, porque possui características que torna acessível o seu uso por sujeitos de diversas áreas e de diferentes níveis de escolaridade". Papert trabalhou com Piaget durante 5 anos, voltando as atenções para as crianças e pesquisando como as crianças se tornam pensadoras. Em 1964, Papert se mudou para o MIT, mantendo a sua pesquisa na natureza do pensamento, mas agora voltado para o pensamento de como fazer máquinas que pensem (Inteligência Artificial). Com os dois estudos, de como as máquinas deveriam pensar e como as crianças pensam, em 1967, Papert criou a linguagem LOGO, que foi adaptada somente em 1982 para o português. No Brasil, a formação de professores para a utilização do LOGO teve início por volta de 1984, com a criação do projeto EDUCOM⁸. A LOGO era uma linguagem que deveria ser apropriada para as crianças e com o mesmo "poder" das outras linguagens do mercado, mas com o cuidado de não ser uma linguagem de brinquedo. A ideia principal do LOGO é oferecer a oportunidade da criança de

⁸ O projeto EDUCOM/UNICAMP deu origem tanto ao trabalho de pesquisa sobre o uso do LOGO nas escolas Públicas quanto ao trabalho de pesquisa realizado no NIED.

aprender programação de uma forma lúdica e motivadora (SOLOMON e PAPERT, 1976). A LOGO tinha como proposta colocar a criança para controlar um robô ou uma representação de um robô na tela do computador. O robô mais famoso de Papert lembrava uma tartaruga, que mais tarde se tornou o símbolo dessa linguagem. A linguagem LOGO criou um novo paradigma, uma nova forma de utilizar o computador na educação, onde o computador poderia ser usado tanto para apoiar o instrucionismo quanto o construtivismo e por possibilitar esse confronto de ideias é que a linguagem LOGO se tornou historicamente importante. Papert propõe que as ideias incorporadas através do uso da linguagem LOGO não se limitem ao uso do computador:

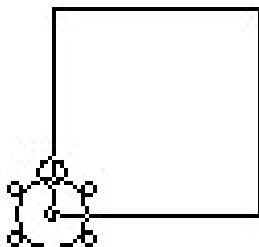
O papel que atribuo ao computador é o de um portador de germes ou sementes culturais cujos produtos intelectuais não precisarão de apoio tecnológico uma vez enraizados numa mente que cresce ativamente (PAPERT, 1985, p.23).

A linguagem LOGO utiliza comandos escritos de forma simples e objetivos, contemplando basicamente o deslocamento (`parafrente`) e ângulo (`paradireita`, `paraesquerda`). Junto com os comandos deve vir um número informando o deslocamento ou o ângulo. O comando "`parafrente 50`" faz a tartaruga se deslocar 50 "passos" para a frente e o comando "`paradireita 90`" faz a tartaruga girar em um ângulo de 90 graus para a direita. Para facilitar a digitação os comandos podem ser abreviados: `parafrente` (`pf`), `paradireita` (`pd`) e `paraesquerda` (`pe`).

A tartaruga ainda executava o comando `repita` (laço de repetição), repetindo uma instrução quantas vezes a criança determinasse. No exemplo abaixo as instruções vão ser repetidas 4 vezes.

```
repita 4 [ pf 50 pd 90 ]
```

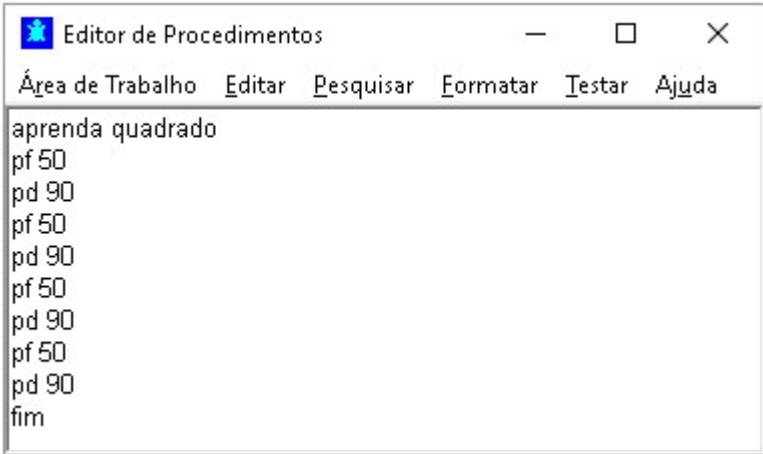
Figura 1 - Desenho criado com a execução do comando “repita”



Fonte: Próprio autor

Outro ponto muito importante da linguagem LOGO é a possibilidade da criança (usuário) ensinar novos comandos para a tartaruga (ensinar o computador). Como exemplo, é digitado um comando chamado "quadrado", que é um comando inexistente, a linguagem LOGO vai exibir a seguinte mensagem: "Ainda não aprendi quadrado". Nota-se que esse comando não é analisado como um erro, mas apenas o computador ainda não aprendeu. A criança então tem a possibilidade de ensinar o computador a desenhar um quadrado a cada vez que ela digitar o comando "quadrado". Esse procedimento nada mais é que a criação de uma função que vai ser criada na guia de procedimentos e que cada vez que a criança digitar a palavra "quadrado", o computador vai executar o que está na função. Para "ensinar" o comando `quadrado` para o computador, a criança vai ao editor de procedimentos e escreve: `aprenda quadrado` e a sequência lógica para a tartaruga fazer o quadrado.

Figura 2 - Criação da função "quadrado"



```
aprenda quadrado
pf 50
pd 90
pf 50
pd 90
pf 50
pd 90
pf 50
pd 90
pf 50
pd 90
fim
```

Fonte: Próprio autor

Assim cada vez que a criança digitar quadrado, a tartaruga vai efetuar todos os comandos que estão dentro da função quadrado.

Na década de 1990 a linguagem LOGO começou a ser cada vez menos usada, pois vários editores de imagens surgiram no mercado e a criança não tinha mais o porquê utilizá-la para fazer os desenhos.

Como evolução da linguagem LOGO e da tartaruga, temos o Scratch que "é um software que se utiliza de blocos lógicos, e itens de som e imagem, para você desenvolver suas próprias histórias interativas, jogos e animações, além de compartilhar de maneira online suas criações" (SCRATCH, 2016). O Scratch foi desenvolvido por Mitchel Resnick no Media Lab do MIT, no ano de 2007, e foi criado especialmente para crianças e jovens entre 8 e 16 anos, mas não impedindo que pessoas de outras idades o utilizem para aprender lógica. O Scratch está disponível em mais de 40 idiomas e é utilizado em mais de 150 países. Seu sucesso se dá pois a criança aprende a lógica de forma lúdica, além disso o Scratch é gratuito e está disponível para os três principais sistemas operacionais: Windows, Linux e Mac.

A ideia do aluno utilizar somente a lógica, pois o aluno não precisa necessariamente conhecer alguma linguagem de programação foi mantida no Scratch. Esse método também é conhecido por programação por blocos.

Figura 3 - Exemplo de programa desenvolvido no Scratch



Fonte: Site Scratch Brasil

No projeto não foram utilizadas a linguagem LOGO nem o Scratch. Os alunos tiveram a matéria de lógica de programação com outro professor, no mesmo ano do projeto, onde o ensino foi mais aprofundado, em termos de programação, do que a proposta da LOGO e do Scratch. Para a depuração de exercícios foi utilizado o software DevC++.

Na robótica pedagógica a construção de todo o processo e o desenrolar das atividades é mais importante de que o resultado em si.

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

Entende-se por “robótica pedagógica” a robótica utilizada em sala de aula, com o intuito de ajudar no processo de ensino e aprendizagem. O aluno vai construindo a descrição no processo de fazer, no processo de aprender fazendo, colocando em ações as suas hipóteses, e o computador fornece o feedback, podendo o aluno analisar, refletir e modificar sua construção. Papert (1986) denominou de construcionista a abordagem pela qual o aprendiz constrói o seu próprio conhecimento. O aluno constrói alguma coisa, coloca a mão na massa, ou seja, é o aprendizado por meio do fazer.

(...) a Robótica Educacional consiste basicamente na aprendizagem por meio de montagem de sistemas constituídos por modelos. Esses modelos são mecanismos que apresentam alguma atividade física, como movimento de um braço mecânico, levantamento de objetos, etc., como os atuais robôs (BACAROGLO, 2005, p.22).

A ideia de utilizar a robótica como uma ferramenta de aprendizagem começou com Papert, mas foi estudada e aplicada por vários outros pesquisadores. Autores como Menezes (1993), Almeida (1996), Fagundes & Petry (1996), Freire & Prado (1995), Valente (1996) estudaram e publicaram sobre a formação do professor e a utilização da LOGO. Papert aplicou a robótica no MIT, que é considerado um dos grandes centros de tecnologia e conhecimento do mundo.

É importante salientar que a tecnologia é essencial no paradigma construcionista, mas o Construcionismo de Papert exige muito mais do que um computador e um aluno. O professor deve ser responsável por fazer com que o ambiente seja funcional, acolhedor, rico em diversos materiais proporcionando motivação para que se dê o aprendizado. Em vista disso, foram estabelecidas 5 dimensões que formam a base do Construcionismo e que devem ser analisadas para a criação de ambientes de aprendizagem baseados o Construcionismo

1 - Dimensão Pragmática: a sensação que o aprendiz tem que estar algo que pode ser utilizado de imediato, e não em um futuro distante.

2 - Dimensão Sintônica: a oportunidade de o aprendiz encarar suas tarefas como projetos pessoais utilizados para expressar um estilo pessoal de fazer as coisas, ou uma estética pessoal. O computador é utilizado para fazer algo que o aprendiz sente como importante e psicologicamente poderoso.

3 - Dimensão Sintática: a possibilidade de o aprendiz facilmente acessar os elementos básicos que compõe o ambiente de trabalho, e progredir na manipulação destes elementos de acordo com a sua necessidade e desenvolvimento cognitivo.

4 - Dimensão Semântica: a oportunidade de o aprendiz manipular elementos que carregam significados que fazem sentidos a ele, em vez de formalismo e símbolos.

5 - Dimensão Social: a integração da atividade com as relações pessoais e com a cultura do ambiente no qual ele se encontra. (PAPERT, 1986, p. 14)

Sobre as dimensões, Maltempo também lembra que:

Todas estas dimensões, quando estimuladas em um ambiente de ensino e aprendizagem baseado no computador, favorecem a construção de conhecimento pelo aprendiz. Auxiliado por um professor e interagindo com ambientes computacionais, o aprendiz é capaz de desenvolver projetos pessoais significativos que até então eram difíceis de serem realizados (MALTEMPI, 2004, p.25).

Papert (1994) reafirma a importância do construcionismo, a criança aprende melhor procurando ou pescando o conhecimento por ela própria, em vez das aulas tradicionais (expositivas). Pois nesse tipo de ambiente de aprendizagem o aluno desenvolve uma relação diferente com o conhecimento. Exemplificando o Construcionismo no projeto da robótica sustentável, pode-se imaginar uma roda para um carrinho. Vários materiais podem ser reaproveitados e utilizados para a montagem das rodas de um carrinho e o aluno por si só vai decidir qual utilizar para aquele protótipo. Esse processo de tomada de decisão geralmente se dá por meio de testes, segundo quais o aluno monta os protótipos e verifica se o mesmo funcionou. Ao longo dessa construção, o aluno vai percebendo que diversos fatores vão influenciar na roda do carro. Se ela for muito larga, dará mais estabilidade, mas também vai gerar mais atrito e menos velocidade. Se ela for muito mole, não gerará atrito suficiente e o carrinho vai derrapar e perder aceleração. O mais interessante é que mesmo tendo funcionado, a maioria dos alunos ainda testa outro material para verificar se o protótipo ficará melhor. Esse processo de tentativa e erro vai gerando o conhecimento conforme o que coloca José Valente⁹

O processo de achar e corrigir o erro constitui uma oportunidade única para o aluno aprender sobre um determinado conceito envolvido na solução do problema ou sobre estratégias de resolução de problemas. O aluno pode também usar seu programa para relacionar com seu pensamento em um nível metacognitivo. Ele pode analisar seu programa em termos de efetividade das ideias, estratégias e estilo de resolução de problema. Nesse caso, o aluno começa a pensar sobre suas próprias ideias (abstração reflexiva) (VALENTE, 1997, p. 4).

A robótica tende a despertar grande curiosidade nas crianças/alunos pois todo ser humano nasce com um aguçado instinto investigativo. Quando a palavra robótica é pronunciada, automaticamente pensamos em algo complicado, vem na

⁹ O professor e pesquisador José Armando Valente pesquisa desde 1983 a informática na educação do Brasil. Valente foi orientando de Seymour Papert. Enquanto o brasileiro Paulo Freire fala da educação como produto consumido e relacionado com a realidade dos aprendizes, relata Valente em uma palestra para o TED em 2013 na Unicamp.

cabeça a imagem de robôs humanoides e com um custo elevado, mas nos dias atuais os robôs são muito diversos (ROMERO, 2016). A robótica pedagógica pode ser uma grande aliada no ensino de outras disciplinas como, por exemplo, a física (calcular a velocidade média, o atrito, a aceleração), a matemática (calcular a massa, a área, as dimensões, figuras geométricas, vértices, etc), artes, informática (programando o protótipo), em eletrônica básica e desenhar outras habilidades que não estão no currículo escolar, como por exemplo trabalho em equipe, sustentabilidade, política, criatividade, etc.

2.2 COMPETÊNCIAS TRANSVERSAIS

O termo “competência”¹⁰ teria surgido na língua francesa, no século XV, designando a legitimidade e a autoridade das instituições para se tratar de determinados problemas. Como defende a União Europeia, a competência é uma combinação de conhecimentos, capacidades e atitudes adequadas ao contexto (ESTELLA; VERA, 2008).

Para Perrenoud (1999), uma competência traduz-se na capacidade de agir eficazmente perante um determinado tipo de situação, apoiada em conhecimentos, mas sem se limitar a eles. É um saber em uso que exige integração e mobilização de conhecimentos, processos e predisposições que, ao incorporarem-se uns nos outros, vão permitir ao sujeito fazer, pensar, apreciar (ROLDÃO, 2002). Constitui a faculdade de mobilização de recursos cognitivos, com vista à resolução com pertinência e eficácia de uma série de situações (GENTILE; BENCINI, 2000).

As atividades de robótica pedagógica têm grande diversidade em quatro perspectivas. Em primeiro lugar, há uma grande diversidade nos objetivos de aprendizagem: de matemática à artes, passando pelas ciências e tecnologias. Em segundo lugar, as competências transversais: de colaboração à resolução de problemas, passando pela criatividade. Em terceiro lugar, a ligação do currículo com as atividades escolares: as atividades realizadas em conexão com o programa de formação e as atividades extracurriculares sem ligações curriculares. Em último lugar, observamos uma grande diversidade conforme o potencial da atividade de engajar os estudantes em um desafio de resolução criativa de uma situação problema (ROMERO, 2017, p. 28).

¹⁰ Do latim, *competentia*, “proporção”, “justa relação”, significa aptidão, idoneidade, faculdade que a pessoa tem para resolver um assunto.

Margarida Romero¹¹ analisou as competências para o século XXI, em escala internacional (P21, OCDE, enGauge) e identificou cinco competências chaves para a educação do século XXI: colaboração, resolução de problemas, criatividade, pensamento computacional e pensamento crítico.

Figura 4 - Cinco competências da Educação do Século XXI



Outil développé dans le cadre du Project #CoCrea TIC (Romero, 2016)

Fonte: Adaptado de (ROMERO, LILLE e PATINO, 2017, p. 45)

Margarida (2017) afirma que “as primeiras atividades de iniciação à robótica pedagógica acontecem de maneira habitual, seguindo um modelo em que os estudantes devem construir e programar seguindo uma sequência de etapas de modo a construir o passo a passo”. O ganho pedagógico das atividades estruturadas

¹¹ Margarida Romero é diretora de pesquisa do Laboratório de Inovação e Numérica para a Educação (#fabLINE), um laboratório de pesquisa no campo da Tecnologia Enhanced Learning (TEL). Professor da Universidade de Nice Sophia Antipolis (FR). Sua pesquisa orienta-se para os usos inclusivos, humanísticos e criativos das tecnologias para o desenvolvimento da criatividade, resolução de problemas, colaboração e pensamento computacional.

é limitado¹² do ponto de vista das competências transversais, consideradas essenciais para a educação do século XXI.

2.3 APRENDIZAGEM BASEADA EM PROBLEMAS

A Aprendizagem Baseada em Problemas ou Problem Based Learning (PBL) é uma metodologia de ensino-aprendizagem. O PBL trata o aluno como sujeito ativo, que vai em busca de seu próprio conhecimento, tendo uma relação com o professor para sanar suas dúvidas (ROCHA e SANTOS 2016). É um modelo de ensino bastante inovador e teve suas primeiras práticas na área médica. A Universidade de McMaster (Canadá) e de Maastricht (Holanda) foram as primeiras a adotar este modelo, seguida de outras instituições, como Harvard (PIRES et al. 2010). O professor apresenta um caso para os alunos que pode ser um problema ou um desafio. Os estudantes se organizam em grupos, debatem, analisam e produzem soluções ou resoluções para o caso sugerido. Entretanto, Sasseron (2011) ressalta que tomar decisões não é um processo simples, de expressão da opinião apenas, mas que envolve uma análise crítica da situação que pode resultar num processo de investigação.

Para Zaqueu e Netto (2013), é importante que o professor seja um sujeito passivo no processo de ensino e aprendizagem dos estudantes, mas que proporcione um ambiente estimulante e motivador, mediante questionamentos a respeito do tema estudado, sendo essa característica proveniente da metodologia do Construtivismo. Entende-se por passivo o professor que não é o centralizador do conhecimento, que detém a função de ajudar, apoiar e motivar os alunos, conduzindo os próprios alunos a aprenderem.

2.4 GAMIFICAÇÃO

O termo “gamificação” vem do inglês, *gamification*, e consiste em aplicar mecânicas, pensamento e estéticas de games em processos que envolvam aprendizagem e/ou resolução de problemas, com o intuito de envolver e motivar pessoas (ZICHERMANN; CUNNINGHAM, 2011; KAPP, 2012; VIENNA et al., 2013;

¹² Limitado pois os alunos seguem um modelo padrão, limitando a criatividade e o pensamento crítico.

MARCZEWSKI, 2013). Para Sobreiro (2017) “gamificação consiste na utilização de elementos de jogos, digitais ou analógicos, em aplicações fora do contexto de jogos, com o propósito fundamental de aumentar o engajamento e motivação dos indivíduos e ajudar na resolução de problemas”. Estes elementos incluem os apresentados na definição de jogo de Kapp (2012), tais como regras, desafios, *feedbacks*, resultados quantitativos além de objetivos e metas, recompensas, cooperação, competição, entre outros. Para o autor, a gamificação, quando empregada adequadamente, tem o poder de motivar, informar e educar (KAPP, 2012).

A gamificação tem sido aplicada há muito tempo de forma intuitiva em várias áreas, como por exemplo, na educação, quando uma criança podia ter seu trabalho reconhecido com estrelinhas (recompensa) ou as palavras iam se tornando cada vez mais difíceis de serem soletradas no ditado da professora (níveis adaptados às habilidades dos usuários), competindo para ver quem terminava determinada atividade primeiro (competição), entre outros (FADEL *et al.*, 2014).

Segundo Alves *et al.* (2014), o próprio Ministério da Educação (MEC) apoia o desenvolvimento de ambientes gamificados, a exemplo da plataforma online de aprendizado adaptativo do *Geekgames*¹³, a qual possibilita aos estudantes se prepararem para o Exame Nacional para o Ensino Médio (ENEM), em um ambiente gamificado. Nela, os alunos inscritos têm acesso a diagnósticos e estudos personalizados que possibilitam identificar suas limitações e acompanhar os avanços nas áreas a serem avaliadas pelo ENEM.

O desafio na criação de ambientes e artefatos que exploram a gamificação é saber como estimular efetivamente a motivação do sujeito. Para Araújo (2014), gamificar a educação é um processo gradual de construção de interatividade da disciplina com os alunos e de propor um mecanismo de geração de conhecimento a partir do desafio com elementos e características de um jogo. Já para Barbosa (2014), os jogos não devem ser vistos como a solução única, mas sim parte dela, pois não é o jogo por si só que traz melhorias no ensino, mas também o interesse e a autonomia do aluno, que são despertados pelo jogo, melhorando assim o aprendizado.

¹³<http://lr.geekielab.com.br/>. Acesso em Julho de 2016.

2.5 APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA

A maioria dos professores utilizam somente aulas ministradas de forma expositiva, pelo que o professor apresenta (expõe) o conteúdo aos alunos e espera alguma interação para promover discussões e aprofundar um pouco mais do assunto. Para Ausubel (1963, p. 58), a aprendizagem significativa é o mecanismo humano, por excelência, para adquirir e armazenar a vasta quantidade de ideias e informações representadas em qualquer campo de conhecimento. A aprendizagem significativa (AS) possui três vantagens: o conhecimento proveniente da AS é mais fácil de ser absorvido, aumenta a capacidade de aprender outros conteúdos e facilita a reaprendizagem se o conteúdo for esquecido.

A partir do primeiro contato do aluno com um conteúdo novo, a aprendizagem vai ocorrer por recepção e/ou por descoberta. Se em um próximo contato o aluno tentar reter a informação obtida fazendo um vínculo com o conhecimento já obtido ocorre a aprendizagem significativa. Caso o aluno tente memorizar o novo conteúdo, sem relacionar com outros conhecimentos, ocorre a aprendizagem mecânica.

Segundo Moreira e Masini (1982), a aprendizagem significativa só ocorre quando o novo material, que apresenta uma estrutura lógica, interage com conceitos relevantes e inclusivos, claros e disponíveis na estrutura cognitiva. Em seu texto *Über das Gedachtnis* (1885), o alemão Hermann Ebbinghaus divulgou para a comunidade científica um autoestudo de um experimento memória e esquecimento. Esse estudo foi considerado um marco da psicologia, pois mostrou a existência de uma curva do aprendizado e de uma curva do esquecimento.

Os processos emotivos influenciam e modulam profundamente a biologia da memória. Na verdade, elas provocam inúmeras modificações vegetativas somáticas, cuja tarefa não é apenas informar o cérebro de que o corpo está emocionado – conferindo precisos matizes a determinadas experiências – mas também consolidar as experiências. (MALDONATO, M.; OLIVERO, A., 201?, s/p.)

Valente (1998) diz que a reflexão sobre determinado problema determinará como se aprende: por meio da elaboração de conjecturas, teste, reelaboração das conjecturas, novo teste repetindo o processo recursivamente. A abstração do aluno permite deduzir algum conhecimento da sua própria ação ou do que foi proposto.

Figura 5 – Ciclo de Reflexão – Ação – Depuração



Fonte: SANTOS, 2014, p.21

Conforme a figura 5, o aluno tem o papel principal no processo. Quando um aluno comete um erro, esse é observado na fase de “Depuração” e o aluno então deve refletir sobre as causas que geraram esse erro e fazer uma nova ação, seja ela corretiva ou iniciando o processo novamente.

2.6 TIC E ROBÓTICA PEDAGÓGICA

Segundo Barreto (2004), a educação como um todo, em especial o trabalho docente, estão sendo reconfigurados. Segundo a autora, a escola deve romper com sua forma histórica atual e fazer frente a novos desafios. Neste movimento de reconfiguração docente, as TIC (Tecnologias da Informação e Comunicação) têm sido apontadas como elemento definidor dos atuais discursos do e sobre o ensino. TIC são tecnologias usadas para reunir, distribuir e compartilhar informações, como exemplo: sites da *web*, equipamentos de informática (hardware e software), telefonia, entre outros. Em outras palavras, TIC correspondem a todas as tecnologias que interferem e mediam os processos informacionais e comunicativos dos seres.

As TIC são apontadas como sendo um “novo paradigma” na educação (SOUSA e FINO, 2008; BARRETO, 2004). Uma “mudança de paradigma” pode ser definida como “aquilo que provoca mudança em todo um sistema de pensamento anterior” (SOUSA e FINO, 2008). Esta mudança de paradigma pode ser associada

nos dias de hoje às tecnologias da informação e comunicação, a globalização e a Internet.

Barreto (2004) afirma que o “novo paradigma”, ou paradigma emergente, segundo consta no site do MEC, é associado ao afastamento de objetivações supostamente marcadas pela simplicidade, e parte em direção à complexidade. Neste sentido, de acordo com a autora, a aplicação das TIC tem sido inserida em contextos que ultrapassam os limites das chamadas “velhas tecnologias”, como o quadro-de-giz, por exemplo, e tem dado espaço para outras questões educacionais, como o impacto da utilização de modalidades de ensino a distância (EAD) na sociedade e a modificação do processo de ensino-aprendizagem, uma vez que as TICs possibilitam romper a barreira da sala de aula introduzem uma forma de aprendizagem em que a mediação tecnológica é destacada, nos mais diversos “ambientes de aprendizagem”.

Neste contexto podemos inserir a robótica pedagógica, pois a sua aplicação no ambiente escolar pode atuar como um elemento motivacional, uma vez que sua utilização contribui na criação de um ambiente ímpar de aprendizagem, com a eficácia na retenção de atenção do aluno. Estes ambientes diferenciados interagem com emoções e desejos dos alunos, e assim, tornam-se eficazes para o engajamento do indivíduo, sendo possível alinhar os interesses dos criadores dos artefatos – professores – com as motivações dos alunos.

2.7 USO DOS SIMULADORES NA ROBÓTICA EDUCACIONAL

As novas gerações de alunos põem grandes desafios de infraestrutura para as instituições de ensino (IEs). Muitas propostas que incluem o uso das TICs são estudadas por muitos pesquisadores, e como nunca, o "computador" pode ser considerado um instrumento potencializador no processo de ensino e aprendizagem. Para os alunos da geração Z, as TIC podem despertar um maior interesse na aprendizagem e também podem auxiliar o professor.

A utilização da robótica como ferramenta de ensino e aprendizagem também exige das IEs um espaço para que os alunos possam desenvolver seus projetos. Voss et al (2013) afirmam que a utilização de um laboratório real de ensino pode ser muito onerosa, pois envolve investimentos em infraestrutura, funcionários, além de

outras restrições como limite de horários, disponibilidade de espaços físicos. Mesmo utilizando o Arduino que é uma plataforma de hardware e software aberto, as escolas precisam fazer a aquisição desse material, junto com diversos sensores. Uma opção para baratear o investimento é a utilização de simuladores (realidade virtual). Para Marins et al, a realidade virtual

é uma das possibilidades que as tecnologias da informação e da comunicação oferecem para tratar os conteúdos educativos visando cativar a atenção do aluno, interferindo positivamente na motivação para aprender e na retenção desse aprendizado. Para obtermos um melhor aproveitamento das possibilidades apresentadas pela Realidade Virtual no campo da educação, é preciso, no entanto, identificar métodos e técnicas adequadas para a construção desses conteúdos de aprendizagem e testar sua eficiência (MARINS et al, 2007, p. 3).

Segundo Mercado (2002, p. 131) o simulador, “pode contribuir para auxiliar os professores na sua tarefa de transmitir o conhecimento e adquirir uma nova maneira de ensinar cada vez mais criativa, dinâmica, auxiliando novas descobertas, investigações e levando sempre em conta o diálogo”.

A disciplina de robótica não pode ser abstrata, onde o aluno vai imaginar uma situação. Para Piteira e Haddad (2011), algumas disciplinas, da área de computação, apresentam altas taxas de abandono e retenção do aluno, causadas pela dificuldade em compreender conceitos abstratos pelo método de ensino tradicional, que são baseados em aulas expositivas sem interações entre os alunos, gerando baixa motivação e, conseqüentemente, a falta de interesse em aprender.

3 METODOLOGIA DA PESQUISA

A utilização da robótica educacional baseada em uma aprendizagem na resolução de problemas requer que o professor tenha uma postura diferenciada das aulas convencionais (que prevalecem as aulas expositivas). Numa aula convencional o professor apresenta o conteúdo sem que esse conteúdo seja contextualizado, problematizado e investigado sem significado imediato para os alunos e resultando, muitas vezes, apenas em memorização.

A presente pesquisa caracteriza-se, inicialmente, como exploratória, aplicada e de campo. Exploratória porque a proposta deste trabalho é utilizar a robótica como uma ferramenta de auxílio no ensino e aprendizagem dos conteúdos relacionados ao ensino de lógica de programação, em um modelo de ensino pouco explorado. Por ser um tipo de pesquisa muito específica, quase sempre ela assume a forma de um estudo de caso (GIL, 2008). Nesse projeto, foi necessário um processo de sondagem, com vistas a aprimorar ideias, descobrir intuições e, posteriormente, construir hipóteses.

A pesquisa de campo caracteriza-se pelas observações experimentais (investigações) em que, além da pesquisa bibliográfica e/ou documental, se realiza coleta de dados junto a pessoas, com o recurso de diferentes tipos de pesquisa (pesquisa ex-post-facto, pesquisa-ação, pesquisa participante, etc.) (FONSECA, 2002).

A pesquisa se caracteriza também como quali-quantitativa pois o trabalho foi quantitativo na utilização do questionário, com os dados apresentados na forma de gráficos e qualitativo na avaliação das homepages, avaliação do protótipo e entrevista aos alunos.

3.1 ORGANIZAÇÃO DO PROJETO DE ROBÓTICA PEDAGÓGICA

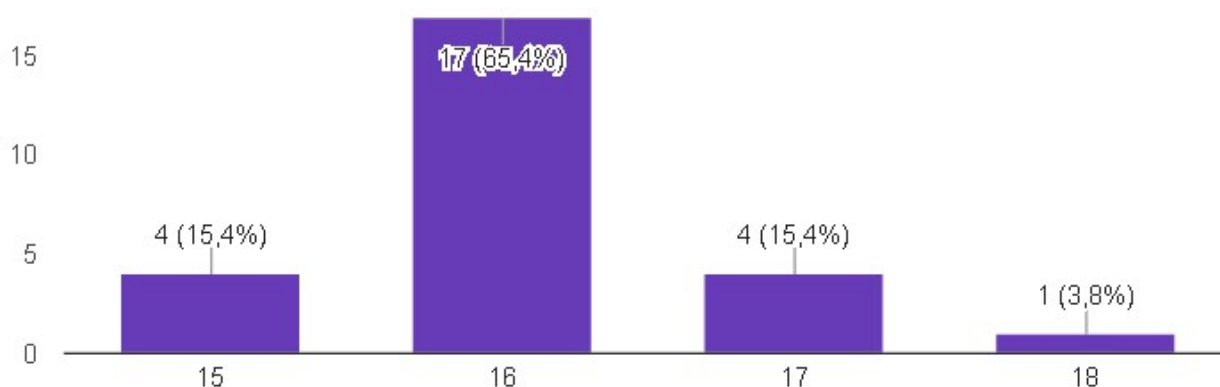
Sabendo da dificuldade de recursos da maioria das escolas, o projeto propõe a utilização de materiais reaproveitados ou de baixo custo para a montagem dos protótipos. Para a programação dos protótipos foi escolhido o microcontrolador

Arduino¹⁴, pois o mesmo tem hardware e software livres, barateando assim o custo e deixando o projeto acessível à grande maioria das escolas. Utilizando o Arduino é possível desenvolver projetos interativos independentes ou acoplados ao computador.

O maior problema identificado nas escolas, para a utilização da robótica, foi a falta de verba das escolas na montagem de um laboratório de robótica ou na compra dos kits de robótica pedagógica. Como alternativa foram utilizados materiais de baixo custo ou reaproveitáveis com isso ampliamos sua utilização, pois muitas escolas conseguem utilizar uma metodologia de ensino utilizando a robótica sustentável como ferramenta de ensino e aprendizagem. Outro ponto importante é a retirada desses materiais do meio ambiente e sua utilização nos projetos, evitando a compra de novos materiais e a produção de mais resíduos.

O projeto foi desenvolvido na disciplina de robótica com uma amostra de 26 alunos, referente a uma turma do segundo ano do ensino médio técnico em informática em uma escola particular na cidade de Curitiba. Na turma havia 5 meninas (19,2%) e 21 meninos (80,8%) e com faixa etária variando entre 15 e 18 anos como mostra o gráfico 1.

Gráfico 1 - Idade dos participantes



Fonte: Próprio autor

A disciplina de Robótica foi incorporada na grade curricular da escola com uma carga horária de 20h/a por bimestre totalizando 80h/a no ano. A disciplina de robótica tinha como principal objetivo introduzir conhecimentos de programação e

¹⁴ O Arduino é um microcontrolador desenvolvido na Itália no ano de 2005. É um hardware que possui tecnologia aberta, possibilitando que várias empresas possam desenvolvê-lo, barateando o custo.

atentar os alunos sobre a importância da produção de projetos sustentáveis. Com a utilização da robótica sustentável pedagógica, várias outras habilidades foram contempladas, como: trabalho em equipe, organização, pesquisa, liderança, comprometimento com o projeto, etc.

Conforme o plano de ensino da disciplina o objetivo é possibilitar que os alunos utilizem a plataforma do Arduino para o estudo da lógica de programação, utilizando sensores, materiais reaproveitados ou de baixo custo. A ementa da disciplina foi organizada com os seguintes tópicos:

- A disciplina tem por finalidade introduzir o aluno a robótica, utilizando linguagem de programação e a plataforma Arduino.
- O aluno vai desenvolver um projeto no final do ano contemplando os conteúdos e experiências vividas em sala de aula.

Ao final da disciplina espera-se que o aluno tenha adquirido as habilidades necessárias para manusear e programar a placa do Arduino, compreender e aplicar os diversos tipos de sensores, utilizar as entradas digitais e analógicas. Com estes conhecimentos, o estudante será capaz de desenvolver um projeto utilizando motores e sensores. O quadro 3 apresenta o cronograma de aplicação do projeto.

Quadro 3 - Cronograma de aplicação do projeto

Ano: 2017	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez
Primeira Etapa	x	x	x								
Segunda Etapa			x	x	x						
Criação do website			x	x	x	x	x	x	x	x	
Análise dos dados				x	x						
Terceira Etapa						x	x	x			
Quarta Etapa								x	x	x	
Feira de Robótica											x
Aplicação do Questionário											x

Fonte: Próprio autor

O projeto teve a duração de um ano e foi dividido em quatro etapas principais conforme o quadro 4.

Quadro 4 - Etapas do desenvolvimento do projeto

1ª Etapa	2ª Etapa	3ª Etapa	4ª Etapa
Aulas de lógica de programação e linguagem C	Construção de robôs utilizando materiais reaproveitados	Utilização do 123d Circuits. Apresentação do Arduino, sua linguagem de programação e seus componentes	Construção de robôs informatizados utilizando o Arduino
	Os alunos desenvolvem um site para armazenar as informações dos projetos		

Fonte: Próprio autor

3.1.1 Primeira Etapa

Na primeira etapa os alunos tiveram aulas de lógica de programação iniciando com exercícios simples desenvolvidos no caderno. A motivação dos alunos na resolução dos exercícios não é grande, pois o "caderno" não vai apresentar nenhum resultado prático. Na mesma etapa os alunos começaram a desenvolver exercícios básicos no computador, utilizando a linguagem C. Os alunos ficaram mais motivados e o interesse pela programação foi aumentando gradativamente, pois na utilização do compilador da linguagem C o resultado é imediato, o próprio aluno sabe se ele acertou ou errou o exercício.

3.1.2 Segunda Etapa

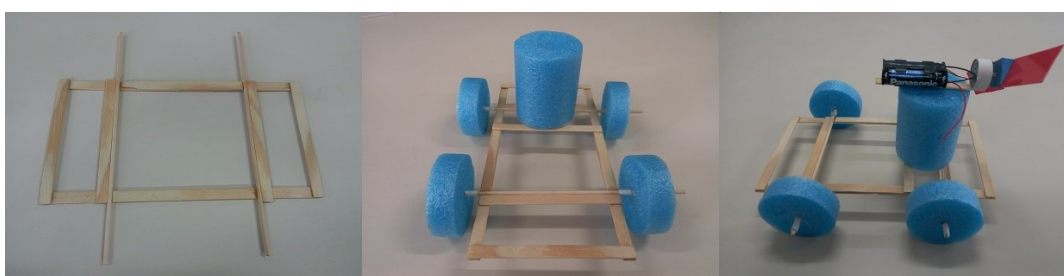
Na segunda etapa os alunos desenvolveram os protótipos utilizando apenas materiais reaproveitados e/ou de baixo custo, alguns componentes eletrônicos

necessários para o funcionamento do mesmo, mas sem a utilização de programação. Os alunos se dividiram em 8 equipes e cada equipe desenvolveu um protótipo de um carrinho utilizando apenas motores de corrente contínua de 3V e pilhas para alimentação. Para finalizar essa etapa, foi realizada uma competição de velocidade onde o carrinho mais veloz ganhou a competição. Para a competição, a gamificação foi aplicada de forma a despertar um maior engajamento por parte dos alunos.

Conhecer o comportamento do indivíduo dentro do contexto de um jogo é importante para que haja o real engajamento dos alunos dentro deste processo. (ZICHERMMAN e CUNNINGHAM, 2011). Vianna *et al* (2013) compreendem que a gamificação pode contribuir para o despertar de emoções do sujeito através da vivência de uma experiência de forma intensificada. Porém, segundo Barbosa (2014), ao se falar em atrair a atenção dos alunos com os jogos, muitos pensam no uso de plataformas 3D e recursos específicos dos jogos como medalhas e rankings, e se esquecem de que o mais importante é tratar os conteúdos de forma lúdica e interativa, com uma linguagem própria do público-alvo, atendendo assim às suas expectativas e interesses.

A figura 6 retrata alguns passos da montagem do protótipo que foi utilizada como exemplo para os alunos na segunda etapa.

Figura 6 - Passos da montagem de um protótipo base

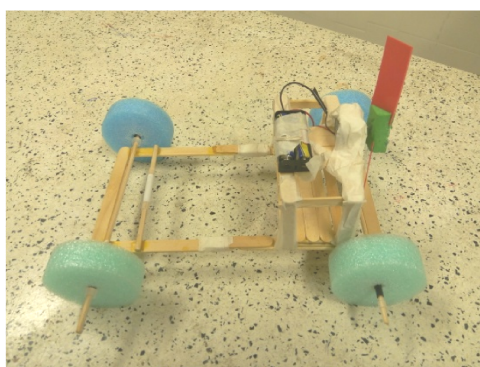


Fonte: Próprio autor

Para Romero (2017), esse modelo de passo a passo é importante para ambientar os alunos para a utilização da robótica, mas o valor pedagógico acrescentado por esse processo de passo-a-passo é limitado em relação ao ponto de vista das 5 competências essenciais para a educação do século XXI.

Esse carrinho foi desenvolvido utilizando palitos de sorvete e churrasco para montar o chassi, flutuador (macarrão) de piscina para montar as rodas e a base para o motor. Para o funcionamento do carrinho é utilizado um motor de 3V CC, um suporte de pilha e duas pilhas AA. Com esse protótipo e o nível em que o estudante se encontra, o professor de ensino infantil pode trabalhar unidades, figuras geométricas e colagem de materiais. Para o professor de ensino fundamental, na matemática pode-se calcular a área, o perímetro, vértices, ângulos, simetria. Para os professores do ensino médio pode-se aplicar para conceitos de física como resistência dos materiais, ponto de equilíbrio, aceleração, velocidade média, dentre outros. Nas figuras 7 e 8 estão outros protótipos que foram montados pelos alunos por ocasião dessa pesquisa, mostrando a inovação na montagem.

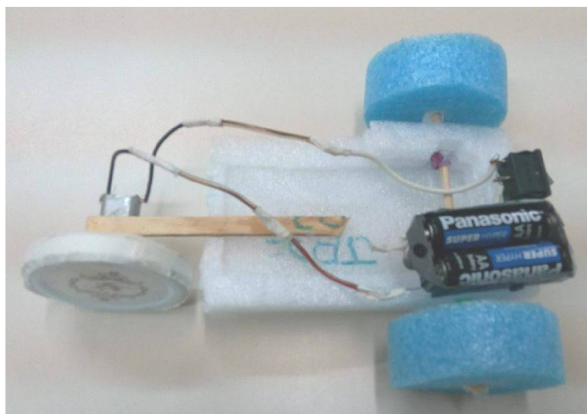
Figura 7 - Protótipo desenvolvido pelos alunos



Fonte: Próprio autor

Como a robótica é totalmente aberta e criativa, uma equipe desenvolveu o protótipo mostrado na figura 8 utilizando apenas de uma base em isopor (reaproveitada de uma embalagem de uma TV), um motor (retirado de um brinquedo), um botão e um suporte das pilhas (retirado de um controle remoto).

Figura 8 - Protótipo desenvolvido pelos alunos



Fonte: Próprio autor

Nota-se que a equipe não utilizou o modelo sugerido (figura 6) para a criação do seu protótipo. Essa é uma das vantagens da utilização da robótica como ferramenta de ensino e aprendizagem. O aluno fica livre para criar e cada protótipo vai depender da criatividade de cada equipe. No entanto as duas equipes, mesmo com modelos diferentes, tiveram que cumprir os mesmos requisitos de estudo.

A avaliação da segunda etapa foi gamificada pois, dentre os elementos inseridos na disputa, destacam-se os principais itens presentes na definição de jogo de Kapp (2012):

- a) Objetivos e metas: as equipes foram estimuladas a buscar o conhecimento sobre como montar seus protótipos da maneira mais eficiente possível utilizando os materiais disponíveis;
- b) Regras: os alunos deveriam utilizar apenas materiais reciclados ou de baixo custo (palitos de sorvete, por exemplo) na confecção de seus protótipos;
- c) Desafios e competição: As equipes tiveram um prazo de 04 semanas para montarem seus protótipos. Além disso, ainda houve a competição final que envolvia uma corrida com todos os carrinhos criados;
- d) Cooperação: para que os protótipos pudessem ser montados, o trabalho em equipe foi essencial para que atingissem os objetivos e metas dentro do prazo estipulado;
- e) Recompensas: as notas foram pelo ranking (o primeiro lugar ficou com a maior nota);
- f) Resultados quantitativos: todas as equipes desenvolveram o trabalho, mas duas (das oito) não conseguiram fazer o protótipo competir.

A gamificação mostrou-se fundamental para despertar a motivação nos alunos em participar da competição. Prova disto é que, dentre as 8 equipes, 6 delas desenvolveram trabalhos além do esperado, e de que cerca de um mês antes do início da competição as equipes já estavam desenvolvendo seus protótipos e realizando testes com o intuito de vencer a disputa. Outro ponto a destacar é o fato de que os alunos consultaram professores de física e matemática para o auxílio na elaboração dos projetos, demonstrando assim real interesse e entusiasmo com a atividade.

Nessa segunda etapa os alunos começaram a desenvolver uma homepage para armazenar as informações da disciplina de robótica e os projetos desenvolvidos durante o ano. O conhecimento para tal aplicação os alunos adquiriram no ano anterior nas aulas de Desenvolvimento Web.

Quadro 5 - Critérios de avaliação das homepages

Quesito	Itens Avaliados	Peso
Design	Harmonia do site, combinação das cores e distribuição dos elementos.	1,0
Pesquisa “Robótica com materiais reciclados”	Pesquisa e produção de um texto sobre a robótica utilizando os materiais reciclados ou de baixo custo.	1,0
Projeto 1	Criação de uma galeria com imagens (passo a passo) da montagem do protótipo. Lista de material para o protótipo. Descrição física do protótipo. Depoimentos dos alunos sobre o desenvolvimento do projeto.	3,0
Pesquisa “Papert”	Pesquisa e produção de um texto sobre as ideias de Papert e o construcionismo.	1,0
Mapa de imagem	Qualidade da imagem do Arduino, quantidade de pontos na imagem e qualidade das explicações dos pontos	1,0
Projeto 2	Desenho do protótipo. Criação de uma galeria com imagens (passo a passo) da montagem do protótipo. Lista de material para o protótipo. Descrição física do protótipo. Depoimentos dos alunos sobre o desenvolvimento do projeto.	3,0

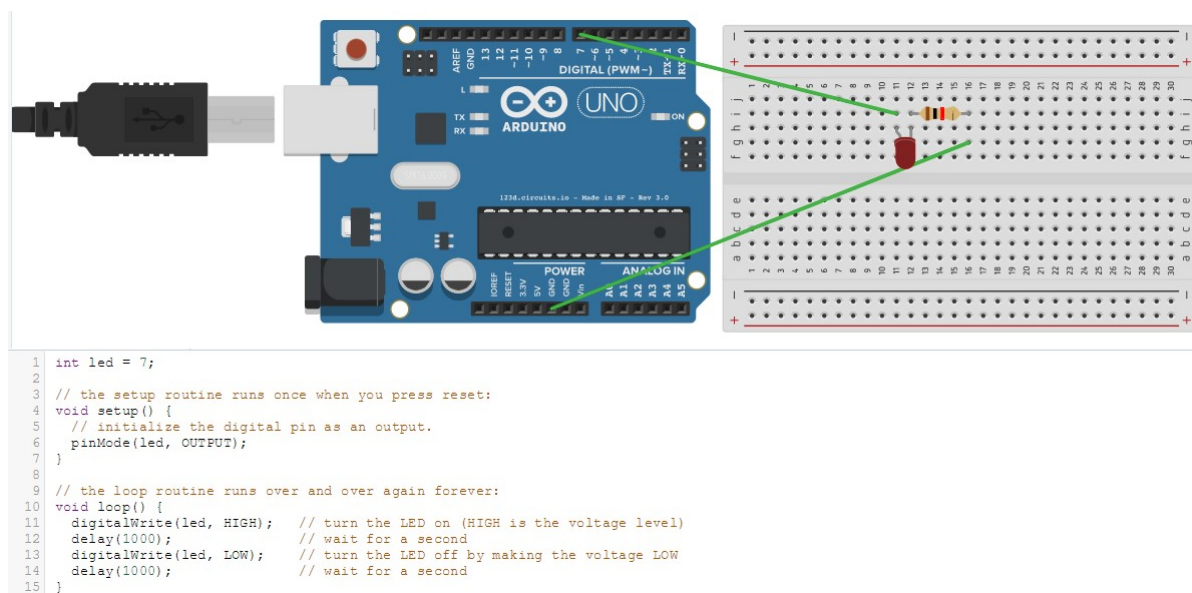
Fonte: Próprio autor

3.1.3 Terceira Etapa

Na terceira etapa os alunos tiveram os seus primeiros contatos com o Arduino, o professor explica os componentes do hardware, as equipes criam um mapa de imagem do Arduino e a incorporam na homepage. Os primeiros exercícios de programação com o Arduino foram realizados em um software de simulação online (123d Circuits). O próximo passo dessa etapa foi a apresentação de alguns sensores e a resolução de exercícios no hardware do Arduino. Fato que despertou grande interesse dos alunos.

Os alunos que participaram desse projeto utilizaram, na terceira etapa, o simulador 123d Circuits¹⁵ para a programação do Arduino. Para utilizar o 123d Circuits o aluno cria uma conta gratuita na página do simulador, fato muito importante pois todos os trabalhos desse aluno ficam salvos na sua conta, online, não precisando de outros dispositivos externos para armazenar os seus projetos e ainda o aluno tem a possibilidade de acessar o simulador de qualquer computador que possua internet.

Figura 9 - Protótipo no 123d Circuits



Fonte: Próprio Autor

¹⁵ <https://circuits.io/>

A figura 9 representa um protótipo para ascender e apagar um led (lâmpada) em um intervalo de 1 segundo. Para esse protótipo foram utilizados a seguinte lista de materiais:

Quadro 6 - Lista de equipamentos para o exercício da figura 9

Equipamento	Qtd
Arduino UNO	1
Protoboard	1
LED	1
Jumper	2
Resistor	1

Fonte: Próprio autor

O simulador se torna interessante pois ele possui quase todos os sensores¹⁶ disponíveis para o Arduino, podendo o aluno se concentrar apenas em desenvolver o seu projeto.

O 123d Circuits é robusto e possui outras funcionalidades. Os alunos utilizaram basicamente 3 delas: a montagem virtual do hardware, a programação do software e a lista de componentes utilizadas no projeto. Para efeito de curiosidade, esse simulador ainda gera o esquema PCB e o diagrama esquemático do protótipo.

3.1.4 Quarta Etapa

Na quarta etapa foram realizados mais alguns exercícios no Arduino e as equipes deram início ao seu projeto final, que foram apresentados em feira de projetos não havendo competição entre as equipes, diferente da segunda etapa onde a avaliação foi gamificada. Primeiro as equipes criaram um desenho do projeto em uma folha de papel, relacionaram o projeto com os materiais disponíveis no colégio e criaram um novo espaço no site para atribuir o novo projeto. As equipes ficaram livres para projetar o que quisessem, as únicas regras eram que deveriam utilizar o Arduino e materiais reaproveitados ou de baixo custo. Como forma de socializar os projetos, os resultados dos grupos foram apresentados em uma feira de robótica para troca de conhecimentos e admiração dos alunos. Dessa forma, os

¹⁶ Entende por sensor hardwares que fazem a captação de sinais do meio externo e passam essas informações para o Arduino e são tratadas dentro do software. Como exemplo o sensor de luminosidade, de distância, de presença.

alunos tiveram a oportunidade de visualizar não somente o seu projeto, mas sim o projeto dos colegas.

3.2 MÉTODOS DE ANÁLISE

Para analisar os dados oriundos dessa pesquisa foram utilizados dois instrumentos de pesquisa. Ao final do projeto, foi aplicado um questionário para que os alunos respondessem de acordo com a sua percepção em relação ao projeto, que é analisado do ponto de vista quantitativo a seguir. Segundo Firestone apud Moreira (2000, p. 87) as pesquisas quantitativas “procuram explicar causas de mudanças em fatos sociais, principalmente através de medição objetiva e análise quantitativa”.

De forma qualitativa foram analisados os sites que os alunos desenvolveram durante o projeto. Moreira (2002, p. 3) afirma:

Procuram a compreensão do fenômeno social segundo a perspectiva dos atores através de participação em suas vidas (...). Focam significados e experiências; ações em vez de comportamentos (...). Procuram a explicação interpretativa; heurísticas em vez de algoritmos.

Importante ressaltar que os métodos quantitativos e qualitativos não se excluem. Pode-se distinguir o enfoque qualitativo do quantitativo, mas não seria correto afirmar que guardam relação de oposição (POPE e MAYS, 1995, p. 42)

Para a coleta de dados foi utilizado um formulário no Google Docs, enviado aos alunos no final do projeto. Além disso, no decorrer do projeto, os alunos armazenaram seus dados (fotos, pesquisas e relatos) em suas homepages.

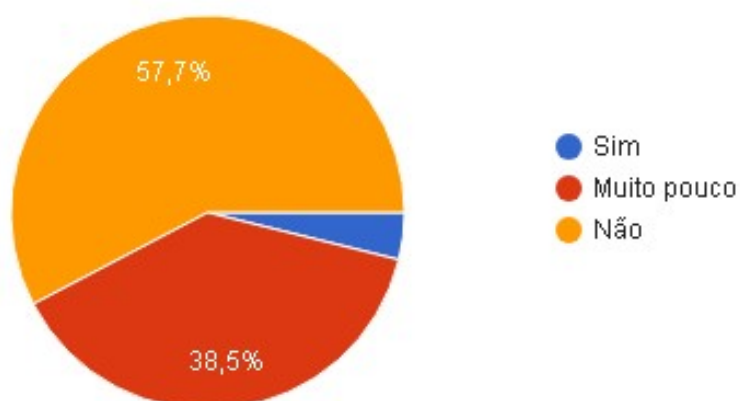
3.2.1 Análise dos Dados

O projeto foi aplicado durante o ano letivo de 2016. No seu desenvolvimento foram utilizadas poucas aulas expositivas, adotando-se uma abordagem parcial de aprendizagem por projetos (PBL), concentrando tempo maior nas pesquisas de conteúdos por parte dos alunos, motivação, propostas de desafios e trabalho em equipe. Dos 26 alunos, 6 fizeram a avaliação final, pois não conseguiram atingir a média mínima durante o ano letivo. Dialogando com os alunos, percebeu-se que as

notas baixas se deram no 1º bimestre, quando o aluno ainda não estava habituado com a nova metodologia de ensino.

Antes de apresentar os resultados parciais obtidos com a pesquisa, é importante qualificar os alunos participantes conforme o nível de conhecimento prévio de Robótica. O gráfico 2 representa as respostas para a pergunta: “Você tinha algum conhecimento prévio (antes) sobre Robótica?”.

Gráfico 2 - Nível de conhecimento sobre robótica



Fonte: Próprio autor

Analisando o gráfico 2, nota-se que apenas 1 aluno (3,8%) declarou ter conhecimento, 10 alunos declararam muito pouco conhecimento (38,5%) e 15 alunos não tinham conhecimento sobre robótica (57,7%). Esse gráfico comprova que os alunos tinham poucos conhecimentos prévios e que, quase a totalidade, os conhecimentos finais foram aprendidos no decorrer das aulas.

3.2.2 Análise dos sites

O projeto foi desenvolvido em uma escola técnica, onde os alunos tiveram aulas de criação de páginas para internet no 1º ano do Ensino Médio Técnico. Esse conhecimento foi utilizado nas aulas de robótica na criação do site. Cada equipe deveria ter um site onde a função maior era armazenar os dados do projeto e inserir pesquisas feitas pelos alunos sobre a Robótica Sustentável.

Como pesquisa inicial foi proposta aos alunos uma pesquisa sobre robótica com materiais reaproveitados. Ao final da pesquisa, eles deveriam desenvolver um texto sobre o tema pesquisado e colocar na página inicial do site. Essa pesquisa foi de extrema importância, pois os alunos tiveram a oportunidade de conhecer diversos trabalhos que são desenvolvidos por outros alunos, ampliando assim a sua visão sobre o tema e aguçando mais a criatividade. Como segundo tema de pesquisa foi pedido para os alunos fizessem uma breve biografia de Seymour Papert e anexar essa pesquisa à página da Robótica Sustentável. Os alunos ficaram impressionados nessa fase, pois todos achavam que a robótica em sala de aula era um tema recente. Para fechar essa parte da pesquisa, foi feita uma pequena discussão para frisar e lembrar os principais pontos na vida acadêmica de Seymour Papert.

A próxima contribuição que o site recebeu foi o “Projeto 1”, que era um protótipo que utilizava um motor de 3V CC e duas pilhas. O motor 3V CC poderia ser encontrado em lojas de equipamentos eletrônicos ou ser retirado de DVDs e drives de CDs que não são mais utilizados. Como objetivo do “Projeto 1” as equipes deveriam desenvolver o carrinho mais rápido. Ao final dessa etapa, as equipes participaram de uma competição de velocidade. Durante essa etapa foi desenvolvida uma nova página dentro do site para receber as informações de andamento do projeto. Os alunos montaram uma galeria de fotos com imagens da montagem dos carrinhos, o passo-a-passo da montagem, lista de materiais utilizados e a descrição física do carrinho. Na figura 10, tem-se um exemplo de uma página desenvolvida por uma equipe.

Figura 10 - Página do “Projeto 1” da equipe Oracle

Oracle

Início Arduino Galeria O projeto Quem somos

Vision

Para a construção do Vision, foi usado:

- 12 palitos de sorvete (sem custo)
- 2 motores de 3V cada (sem custo)
- 4 pilhas (R\$8,00)
- 1 suporte para quatro pilhas (R\$2,00)
- 2 palitos de churrasco (sem custo)
- 1 macarrão de piscina (sem custo)
- Abraçadeiras de nylon (sem custo)
- 1 interruptor on/off (R\$6,00)
- Cola de secagem instantânea (R\$7,50)

Descrição Física:

- Comprimento: 27cm
- Largura: 19cm
- Massa: 153g
- Velocidade média: 1,3 m/s

Passos:

- Monte a carcaça do carrinho usando os palitos de sorvete e a cola, lembre-se de deixar o mais simétrico possível
- Corte o macarrão de piscina para formar as rodas e faça um furo no meio, onde será colado o palitinho de churrasco (1 palitinho para a parte da frente e outro para a de trás)
- Prenda os motores nas rodas traseiras do carrinho
- Coloque os suportes de pilha no meio dele para que fique bem fixado
- Conecte os fios dos motores e dos suportes de pilha corretamente
- Encaixe os fios de forma que estejam conectados no interruptor
- Coloque as pilhas corretamente
- Ponha o carrinho no chão e ligue o interruptor

0:03 / 1:59

→ Clique aqui para ver os relatos dos integrantes

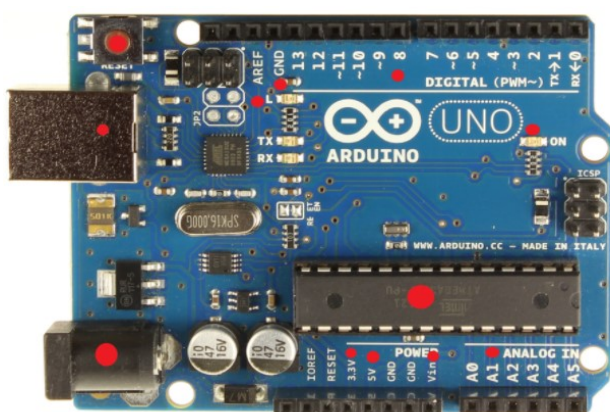
Fonte: Site equipe Oracle

Pode-se identificar na figura 10 que a equipe (Oracle) adicionou um vídeo apresentando o seu protótipo (o vídeo não era obrigatório) e ainda, para cumprir um requisito dessa etapa, cada integrante de todas as equipes fizeram, de forma anônima, um depoimento de como foi trabalhar nessa metodologia, das dificuldades encontradas e das sensações de construir algo. O depoimento foi o momento em que o aluno conseguiu refletir suas ações durante o projeto, como foi o desempenho da equipe e os pontos que deveriam melhorar para o segundo projeto.

Pela avaliação gamificada, somente o carrinho mais rápido ganharia a maior nota, as equipes trabalharam muito. Um fato curioso é que como todas as equipes estavam no mesmo ambiente, os alunos faziam de tudo para que a outra equipe não conseguisse observar o seu protótipo, fato que lembrou a realidade da competição automobilística, pois as equipes trabalham em seus carros em segredo só mostrando-os no dia oficial da apresentação. A equipe ganhadora da competição desenvolveu o primeiro protótipo e com a realização de testes observou que o carrinho poderia ficar mais leve (e conseqüentemente mais veloz). No segundo protótipo a equipe conversou com a professora de Física para acertar a largura ideal das rodas e o ponto de equilíbrio, para ser colocado o motor (peso). Ao final, desenvolveram o terceiro e último protótipo que foi o ganhador da competição.

Como quesito de avaliação as equipes incorporaram no site um mapa de imagem do Arduino. O usuário clica em um ponto vermelho na imagem e a explicação do local clicado aparece ao lado em uma caixa de texto. A equipe Oracle desenvolveu seu mapa de imagem com 12 pontos de explicação.

Figura 11 - Mapa de imagem do Arduino



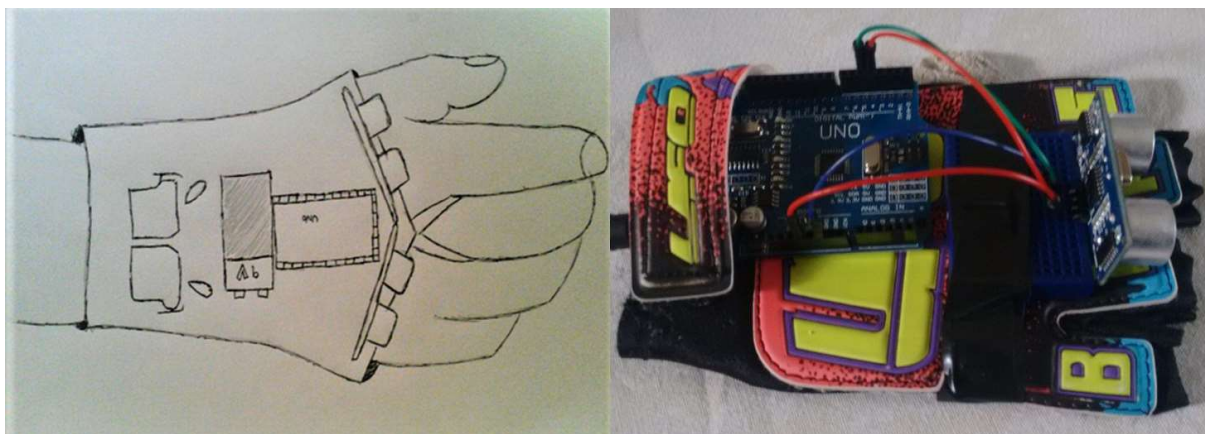
Fonte Externa

A alimentação externa é feita através do conector Jack com positivo no centro, onde o valor de tensão da fonte externa deve estar entre os limites 6V. a 20V., porém se alimentada com uma tensão abaixo de 7V., a tensão de funcionamento da placa, que no Arduino Uno é 5V, pode ficar instável e quando alimentada com tensão acima de 12V, o regulador de tensão da placa pode sobreaquecer e danificar a placa. Dessa forma, é recomendado para tensões de fonte externa valores de 7V. a 12V.

Fonte: Equipe Oracle

A última contribuição das homepages foi o “Projeto 2”. Esse projeto foi um pouco diferente do primeiro, pois as equipes ficaram livres para desenvolver qualquer protótipo e a sua avaliação não foi gamificada. Primeiramente os alunos fizeram o projeto dos seus protótipos, desenhando suas ideias em folhas de papel para depois colocar em prática o desenvolvimento do projeto.

Figura 12 - Projeto da Luva Ultrassônica

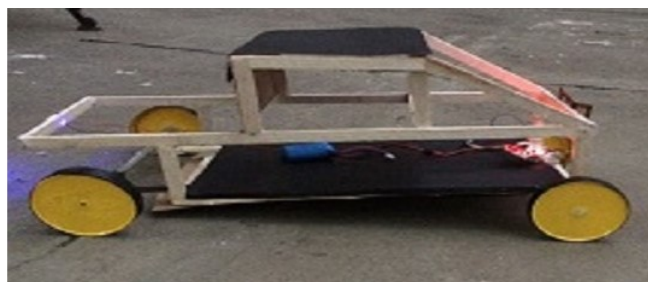
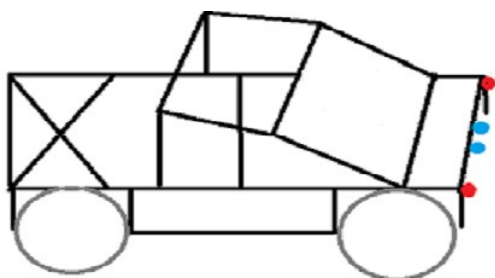


Fonte: Próprio autor

A figura 12 mostra um protótipo desenvolvido no “Projeto 2”. A imagem é uma luva para ser utilizada por deficientes visuais. Na ponta da luva há um sensor ultrassônico que vai acender uma luz quando a luva (mão da pessoa) chegar a 50cm de distância de alguma coisa. Note que no projeto desenhado existem 2 sensores ultrassônicos e um buzzer, mas os alunos utilizaram apenas um sensor para o produto final. A equipe utilizou um LED para substituir o buzzer, pois não havia buzzer disponível. Fica evidente que a equipe sabia que o deficiente visual não ia enxergar o LED acendendo, mas foram criativos e desenvolveram uma solução (emitir algum tipo de sinal) informando a aproximação. Em termos técnicos, a dificuldade da programação entre acender um LED e emitir um som no buzzer é a mesma.

A equipe “GAMESH XXI” desenvolveu um carrinho com 70cm de comprimento, 24cm de largura e 21cm de altura e programou LEDs com o Arduino e o carrinho se movimentava apenas para frente.

Figura 13 - Protótipo da equipe GAMESH XXI



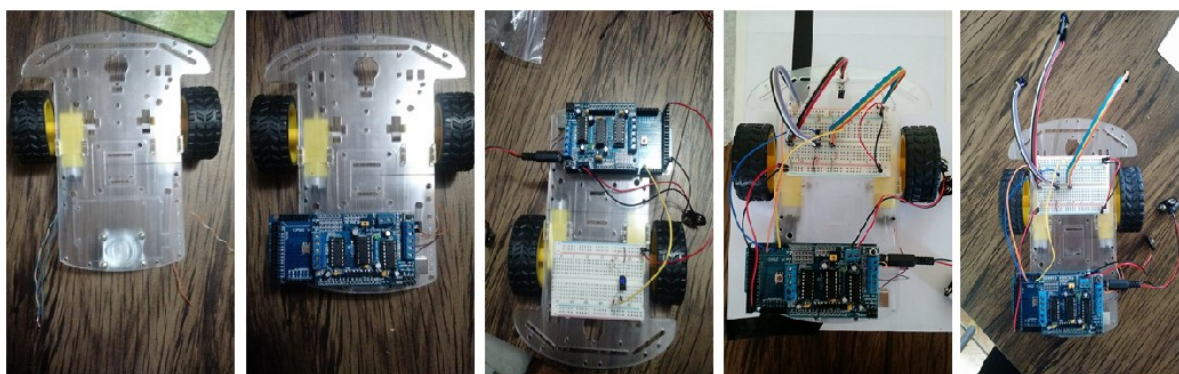
Fonte: Próprio autor

O projeto menos sustentável foi o da equipe “Business Intenso” onde não foram utilizados materiais reciclados, somente materiais de baixo custo. A equipe desenvolveu um carrinho seguidor de linha. Um dos pontos positivos dessa equipe é que os alunos pesquisaram bastante para montar o seu protótipo.

Figura 14 - Recorte do passo a passo do Projeto 2 da equipe Business Intenso

PASSO A PASSO

A nossa equipe teve a ideia de fazer um projeto que consiste em fazer um carrinho com uma peça de acrílico, dois motores, três rodas, mais os componentes para o arduino. E também planejamos controlar os motores com um motor shield, para facilitar a alimentação do nosso carrinho. Para completar também colocaremos dois sensores infra-vermelho na parte da frente do carrinho, para que ele possa seguir as linhas mais facilmente

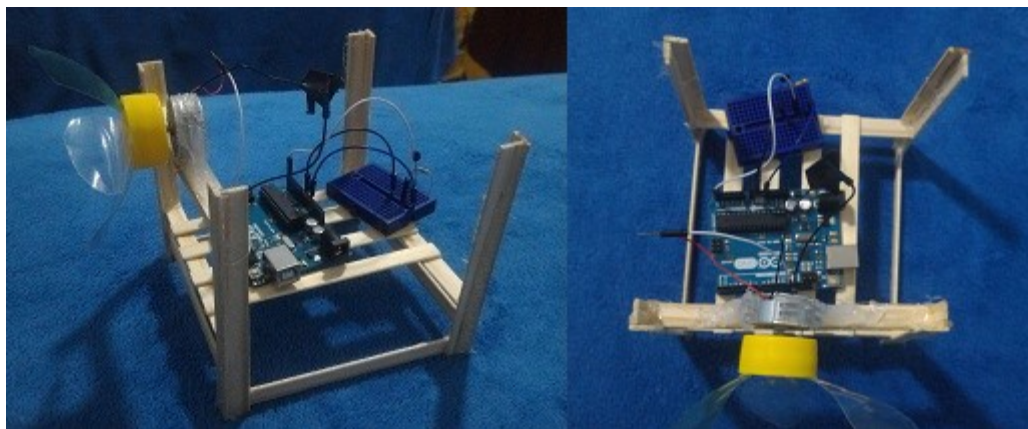


Fonte: Próprio autor

O projeto Verova (figura 15) é um ventilador que é acionado automaticamente quando a temperatura externa for maior ou igual a 20 graus e desliga automaticamente quando a temperatura for menor que 20 graus. Para a montagem desse protótipo foi utilizada uma garrafa PET para fazer as hélices do

ventilador, palitos para a base, um motor de 3V CC, um Arduino, uma protoboard, e um sensor de temperatura.

Figura 15 - Projeto “Verova”



Fonte: Próprio autor

O Projeto 2 seguiu as mesmas regras de implementação na homepage do Projeto 1. As equipes montaram uma galeria de fotos com o passo a passo da montagem dos protótipos, uma lista de materiais e um descritivo do projeto. Um dos pontos positivos do Projeto 2 a se destacar foi os alunos perceberem que não é tão simples projetar algo no papel, pensar nos detalhes e depois executar o projeto.

3.2.3 Análise do Questionário

As aulas expositivas foram dadas no início de cada projeto e as equipes se dividiam e se organizavam para a resolução da atividade de PBL. O gráfico 3 reflete os resultados da pergunta: "Você gosta das aulas de robótica?".

Gráfico 3 - Você gosta das aulas de robótica

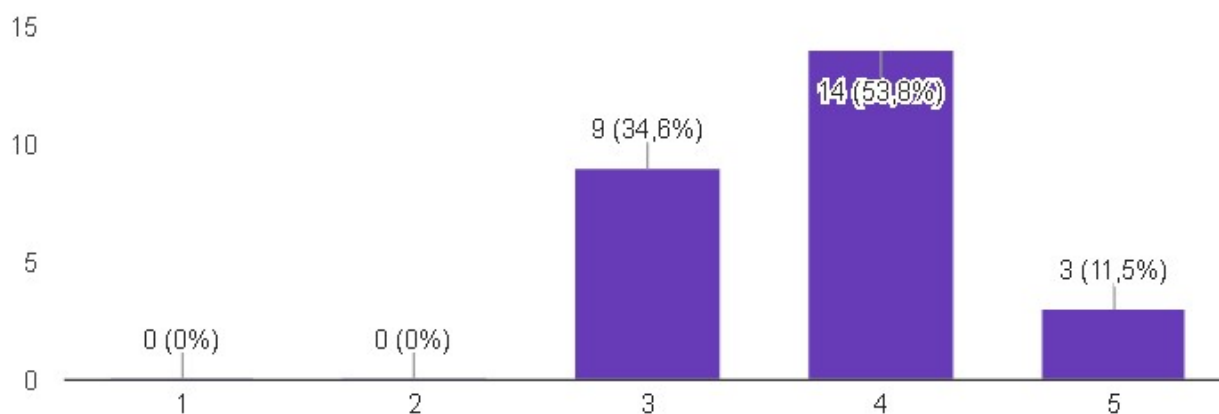


Fonte: Próprio autor

Percebe-se que a metodologia não foi aceita integralmente, mas é interessante ressaltar a sinceridade nas respostas dos alunos. Apenas 2 alunos (7,7%) disseram não gostar da metodologia das aulas de robótica e nenhum aluno disse não gostar de robótica. Utilizando PBL os alunos ficaram mais livres para gerenciar suas atividades, e com isso, alguns ainda ficaram perdidos na distribuição de tarefas e no cronograma das atividades.

A próxima pergunta foi uma autoavaliação sobre a participação de cada aluno nas aulas de robótica, demonstrada no gráfico 4. Seguindo a escala Likert, as opções variaram entre 1 (“participo pouco”) e 5 (“participo bastante”) e todos os alunos se autoavaliaram com uma boa participação.

Gráfico 4 - Participação nas aulas de robótica



Fonte: Próprio autor

Outro desafio em que todos os trabalhos fossem realizados em grupos, desafio muito bem executado, conforme relata o “Aluno 1”.

Fazer esse projeto foi interessante e divertido. Sinto que o que fez com que se tornasse uma boa experiência foi estar em um grupo onde todos cooperaram de alguma forma. Espero que nos próximos projetos do ano eu possa colaborar mais na parte técnica, principalmente porque vamos lidar com a programação e eu quero muito mexer no Arduino e conseguir ver que meu esforço deu resultado

Foi constatado que, quando o aluno começava a fazer uma reflexão e percebia que era membro de uma equipe de trabalho organizada, por si só ele ia atrás do conteúdo para elevar o seu nível de conhecimento e conseqüentemente o da equipe. Pode-se identificar nisso o que Valente (1997) chama de abstração reflexiva,

A matéria de robótica tinha como um dos principais objetivos o ensino da programação utilizando o Arduino. As disciplinas de programação, na maioria das vezes, são matérias mais densas em um curso de Informática. Utilizando tal metodologia de ensino da robótica de maneira lúdica¹⁷, os alunos têm uma motivação extra na realização das atividades e na busca do conhecimento e acabam aprendendo não só sobre a programação, mas também sobre outras disciplinas. Outro relato qualitativo interessante a ressaltar é mostrado a seguir. O “Aluno 2” diz:

A competição de carrinhos foi um aprendizado incrível, pois eu pelo menos aprendi um pouco sobre eletrônica com o uso dos motores e interruptor, tive uma melhor noção de física quanto aos pontos peso, comprimento, força e velocidade do carrinho. Apenas uma equipe venceu, mas não quer dizer que ninguém foi vencedor visto que qualquer situação é um aprendizado e essa “derrota” pode servir como uma análise de erros e acertos para futuras competições como essa. Ter uma aula diferente das convencionais, podendo ser até mesmo em sala de aula, é uma experiência inovadora e anima mais o estudante, como eu.

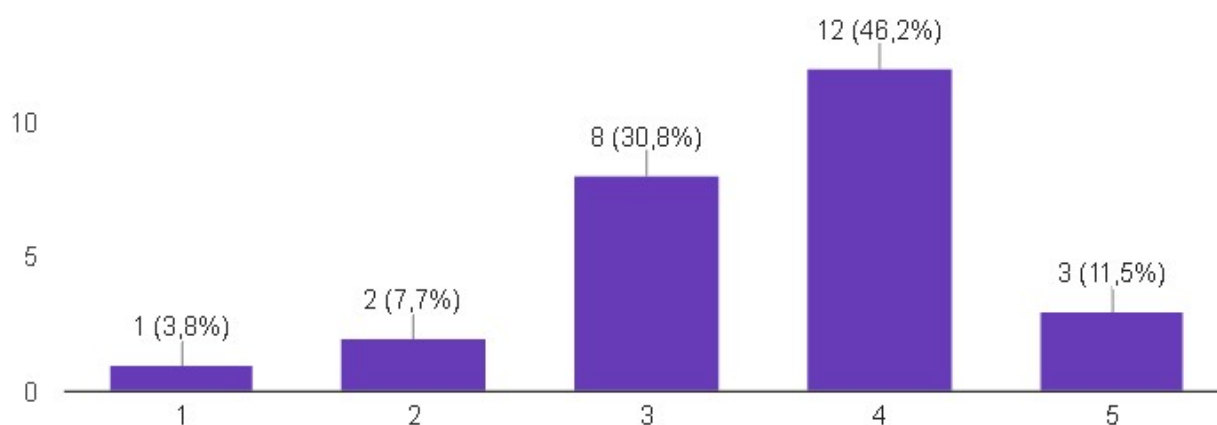
Esse pensamento crítico que o “Aluno 2” (que tem entre 15 e 17 anos) reflete em seu relato o define a essência da atividade. A competição serviu somente como elemento motivador, no qual o “não ganhar” deverá gerar uma análise dos

¹⁷ Devido ao uso de competições, de certa maneira observamos o uso de conceitos relacionados com a área de *games* e *gamificação*.

erros e acertos. O “Aluno 2” também descreve que toda situação gera um aprendizado, não somente a equipe vencedora.

O gráfico 5 mostra a autoavaliação dos alunos referente ao nível de aprendizagem na programação do Arduino. Em correspondência com a escala Likert, os níveis variavam entre 1 (“muito pouco”) e 5 (“bom”).

Gráfico 5 - Nível de aprendizagem na programação do Arduino



Fonte: Próprio autor

Pode-se notar que a grande maioria dos alunos ficou satisfeita com o seu nível de aprendizagem de programação. A finalização do trabalho ficava em segundo plano para alguns alunos, que desempenhavam a tarefa como uma diversão, conforme relata o Aluno 3.

Descobri nesse bimestre com o segundo projeto que pela tecnologia e programação tudo pode ser possível, além de termos feito o trabalho me diverti montando e programando o carrinho.

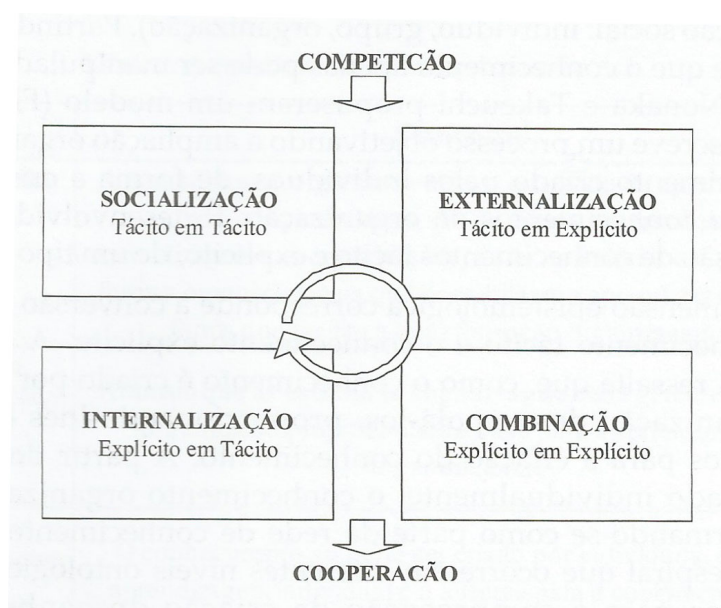
Pedir para o aluno fazer uma autoavaliação sobre o nível de aprendizagem, ainda mais com uma metodologia baseada em projetos é um tanto complicado, pois o aluno não teve os seus conhecimentos testados em uma avaliação individual e os alunos pertencentes a um grupo de trabalho podem ter diferentes níveis de envolvimento e aprendizagem. Nota-se também que a motivação e o nível de interesse dos alunos estão altos, pois não existe aprendizagem sem o interesse.

4 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Na discussão contempla algumas questões referentes ao aspecto de competição e colaboração manifestado pelos alunos, bem como a articulação com as competências transversais de Romero (2017).

A socialização é considerada um modo de conversão de conhecimento a partir da interação entre o conhecimento tácito e no conhecimento explícito. Nonaka e Takeuchi (1995) apud Medeiros (2010, p. 63) descreve a socialização como “o processo através do qual as experiências são compartilhadas e o conhecimento tácito e as habilidades técnicas são criados. O segredo para a aquisição do conhecimento tácito é a experiência compartilhada”. A figura 16 representa o espiral do conhecimento de Nonaka e Takeuchi, onde a competição é o início, o elemento motivador para o espiral que possui uma continuidade. A cooperação é essencial para que haja a produção do conhecimento.

Figura 16 - Espiral do conhecimento de Nonaka e Takeuchi



Fonte: Adaptado de Medeiros (2010) p. 64

O projeto também se baseou nas competências que o aluno do século XXI deve desenvolver. Fazendo a comparação das competências transversais que Romero (2017) elencou, nota-se que esse trabalho apresenta muitas reflexões que vão ao encontro dessa teoria.

Um dos pontos observados foi a colaboração. Nesse projeto foi o ponto principal da maioria dos problemas apresentados. Na maioria das vezes, o trabalho em equipe gera atritos, que a princípio são fatos negativos, mas é onde acontece o maior crescimento nas relações pessoais. Os alunos sentiram que na equipe a sua opinião é apenas mais uma, sendo necessário argumentar e explicar sua ideia para convencer os outros integrantes da equipe, além de saber escutar a ideia dos outros colegas. A colaboração teve dois momentos distintos e marcantes. A primeira observação aconteceu na segunda etapa, quando os alunos se fecharam nas equipes e cada um procurava dar o seu melhor para ajudar a equipe, pois a motivação era dada pela atividade avaliativa ao final dessa etapa. Na quarta etapa, na feira de robótica, a colaboração foi diferente, pois não havia a competitividade entre as equipes, os alunos que mais tinham apreendido os conteúdos ajudaram as equipes mais fracas. A motivação dessa etapa foi a visita dos professores externos para apreciar a feira. Todos queriam que a feira estivesse em um bom nível e que fosse um sucesso.

Quanto à resolução de problemas, os alunos aprenderam na prática, montar um protótipo e resolver todas as situações problemas que apareceram. Mesmo o primeiro protótipo sendo mais simples foi o que apresentou mais problemas. Os próprios alunos relataram que o segundo protótipo, mais complexo que o primeiro, teve menos problemas (situações inesperadas), pois o planejamento e programação já estavam mais alinhados. Os alunos tendem a ser competitivos e dar a oportunidade para um desafio e resolver um problema, da maneira eficiente e eficaz foi uma experiência também desafiadora.

Quanto à criatividade, a utilização dos materiais reciclados ou de baixo custo requereu, com certeza, muita criatividade. Os alunos vivenciaram que é possível desenvolver projetos sem ter muitos recursos. A maioria dos alunos que participaram do projeto gostam das matérias exatas (identificado nas profissões futuras), superando-se na criatividade dos seus protótipos.

O projeto foi desenvolvido em um curso técnico em informática. Para os alunos que participaram dessa pesquisa, o pensamento computacional foi a competência mais fluente, pois o perfil do aluno e as matérias anteriores já vinham embasando os alunos para a mesma. Mesmo assim, foi de grande valia, pois os

alunos fizeram bastante uso de abstração e puderam estruturar os processos (códigos) necessários para a elaboração dos protótipos.

O pensamento crítico envolve todas as quatro competências. O aluno compreende e aplica as tecnologias existentes, suas dificuldades são superadas pela sua criatividade e tendo a oportunidade de refletir sobre as relações entre pessoas e robôs.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao final do trabalho, percebeu-se que, se no processo de ensino e aprendizagem no qual não exista conflitos, diálogo e argumentação gera uma "aprendizagem insignificante". O aluno deve interagir, de maneira concreta ou abstrata, ser mais ativo e não somente escutar o professor, ler ou assistir algum material. Assim sua aprendizagem será significativa. Segundo Piaget (1987) o aluno que faz trabalhos em grupos, pode conviver com diferentes visões do mundo, exercitar a crítica e comparar soluções. Como defende Freire (2004, p. 22), "(...) ensinar não é transferir conhecimento, mas criar as possibilidades para a sua produção ou a sua construção". No decorrer do trabalho foram citados uma série de pontos positivos, mas também há alguns pontos a melhorar.

No projeto 2, o tempo que as equipes tiveram para pensar e colocar suas ideias no papel foi de uma semana. Esse tempo foi muito curto para se projetar um protótipo com riqueza de detalhes. Em uma nova aplicação do projeto, deve ser planejado um tempo maior para essa atividade, para que os alunos possam mostrar no papel (projeto), com cálculos e embasamento teórico o porquê da mudança e somente depois dessa "certeza", fazer a alteração física do projeto.

Os funcionários da área de Tecnologia da Informação da escola não conseguiram instalar o software do Arduino no laboratório, dificultando principalmente para o professor na hora de tirar dúvidas dos alunos que faziam a programação do Arduino em suas casas. A escola não possuía os kits de Arduino, levando o professor a emprestar 7 kits próprios para as equipes poderem realizar seus trabalhos.

Todas as dificuldades físicas encontradas foram superadas pela iniciativa e motivação dos alunos. A vontade se deu pelo empenho acima da média que os alunos tiveram na realização dos trabalhos, não faltando às aulas e se dedicando aos projetos. A motivação vinha a cada etapa, enquanto os projetos eram apresentados e as equipes querendo se superar cada vez mais. Contudo podemos afirmar que o objetivo final do projeto, o ensino de lógica de programação e a programação com o Arduino, foram alcançados satisfatoriamente, pois o aprendizado pelos alunos do conteúdo ocorreu de uma forma lúdica e segundo o "aprender fazendo". Os alunos de hoje devem ser desafiados a construir algo, a

desenvolver, planejar e executar um projeto e não apenas escutar um professor explicar e receber conteúdos cada vez mais “mastigados”.

A robótica pedagógica precisa de um pequeno esforço para ser colocada em prática nas escolas. Há matérias como, matemática e física que conseguem aderir à robótica sem maiores dificuldades. Na grade curricular dos cursos de pedagogia e licenciaturas (formação dos professores), na grande maioria, não existe uma disciplina chamada “robótica”, mas em muitas grades possuem matérias de informática facilitando a sua utilização. Se a escola não for utilizar o Arduino, a robótica se torna mais simples e acessível para a grande maioria das escolas.

Como proposta para um próximo trabalho, tenciona-se produzir um material didático, contando a história da robótica pedagógica, com bibliografias de diversos autores e exemplos de projetos que possam ser desenvolvidos com materiais de baixo custo ou recicláveis, para que outros professores também possam utilizar essa metodologia de ensino. O material seria dividido em 3 partes. A primeira parte seria a teórica, situando os professores e os alunos. A segunda parte começaria a montagem passo a passo de um protótipo para o professor e os alunos começassem a entender a metodologia. Nessa etapa os alunos seguem o passo a passo, podendo utilizar materiais semelhantes para a montagem do protótipo. A terceira etapa deverá haver maior concentração de esforços e tempo. Nessa etapa os alunos terão problemas para ser resolvidos (PBL) e se organizarão em equipes, ficando livres para decidirem os melhores materiais, as melhores estratégias, se destacando as equipes com maior criatividade e organização.

REFERÊNCIAS

AUSUBEL, D. (1963). **The psychology of meaningful verbal learning**. New York, Grune and Stratton, 1963.

BACAROGLO, M. **Robótica Educacional: Uma metodologia educacional**. Dissertação de Mestrado. Londrina: UEL, 2005

BARRETO, Raquel Goulart. **Tecnologia e educação: trabalho e formação docente**. Revista Educação e Sociedade, Campinas, v. 25, n. 89, p. 1181-1201, set./dez. 2004. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/es/v25n89/22617.pdf>> Acesso em: julho de 2016.

BARBIERI, J. C. **Gestão ambiental empresarial - Conceitos, modelos e instrumentos**. São Paulo: Saraiva, 2007.

BIGGE, M. L. (1977). **Teorias da aprendizagem para professores**. São Paulo: Editora Pedagógica e Universitária.

COMISSÃO MUNDIAL SOBRE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO (CMMAD). **Nosso futuro comum**. Rio de Janeiro: Fundação Getúlio Vargas, 1991.

DARGAINS, A. R. **Estudo exploratório sobre o uso da robótica educacional no ensino de programação introdutória**. Dissertação de Mestrado. Rio de Janeiro, 2015. Disponível em: <http://www.nce.ufrj.br/ginape/livre/paginas/dissertacoes/d_2015_andre_rachman_dargains.pdf> Acesso em: dezembro de 2017.

EISNER, E.W. **On the differences between scientific and artistic approaches to qualitative research**. Educational Researcher, 10(4): 5-9,1981.

ESTELLA, A. M., & VERA, C. S. **La enseñanza en competencias en el marco de la educación a lo largo de la vida y la sociedad del conocimiento**. *Revista Iberoamericana de Educación*, 47, 159-183, 2008.

FLANNERY, L.; SILVERMAN, B; KAZAKOFF, E; BERS, M; BONTÁ, P; RESNICK, M. **Designing scratchjr: Support for early childhood learning through computer programming**. In Proceedings of the 12th International Conference on Interaction Design and Children, pages 1–10, 2013.

FREIRE, P. **Pedagogia da autonomia. Saberes necessários à prática educativa.** São Paulo: Editora Paz e Terra, 2004.

FREIRE & PAPERT. **O futuro da escola.** São Paulo: TV PUC, 1996.

GENTILE, P., & BENCINI, R. **Construindo competências - Entrevista com Philippe Perrenoud.** 2000 Disponível: http://www.unige.ch/fapse/SSE/teachers/perrenoud/php_main/php_2000/2000_31.html.

GIL, A. C.. **Como elaborar projetos de pesquisa.** 5. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

INSTITUTO AYRTON SENNA. 06 de janeiro de 2016 Disponível em: <http://www.institutoayrtonsenna.org.br/todas-as-noticias/desigualdades-marcam-acesso-tecnologia-em-escolas-brasileiras/> Acesso em: maio de 2016.

KAMPF, Cristiane. **A geração Z e o papel das tecnologias digitais na construção do pensamento.** *ComCiência* [online]. 2011, n.131, pp. 0-0. ISSN 1519-7654. <http://comciencia.scielo.br/pdf/cci/n131/a04n131.pdf> Acesso em: maio de 2017

MALDONATO, M. e OLIVERO, A. **O Fascínio da Memória.** *Revista Scientific American Brasil.* [201-?] Disponível em: http://www2.uol.com.br/sciam/artigos/o_fascinio_da_memoria.html. Acesso em: 10 janeiro 2017.

MALTEMPI, M. V.. **Construcionismo: pano de fundo para pesquisas em informática aplicada à Educação Matemática.** In: BICUDO, Maria Aparecida Viggiani; BORBA, Marcelo de Carvalho. *Educação Matemática: pesquisa em movimento.* São Paulo: Cortez, p. 264-282, 2004

MARINS, V.; HAGUENAUER, C.; CUNHA, G. **Realidade Virtual em Educação: Criando Objetos de Aprendizagem com VRML.** *Revista Digital da CVA - Ricesu,* v. 4, n. 15, set. 2007. Disponível em: <http://pead.ucpel.tche.br/revistas/index.php/colabora/article/viewFile/97/83>. Acesso em: 05 mai. 2016.

MEDEIROS, L. F. **Gestão do Conhecimento na Era Quântica.** Florianópolis: Visual Books, 2010

MERCADO, L. P. L. (Org.). **Novas tecnologias na educação: Reflexões sobre a prática**. Maceió: EDUFAL, 2002.

MOREIRA, M. A.; MASINI, E. F. S. **Aprendizagem significativa: A teoria de David Ausubel**. São Paulo: Editora Moraes, 1982.

MOREIRA, M. A. **Pesquisa em educação em ciências: métodos qualitativos**. Disponível em www.if.ufrgs.br/~moreira/pesquali.pdf. Acesso em 26/06/2017.

MOREIRA, M.A. **Investigación en enseñanza: aspectos metodológicos**. In Actas de la I Escuela de Verano sobre Investigación en Enseñanza de las Ciencias. Burgos, Servicio de Publicaciones de la Universidad de Burgos. p. 13-51, 2000.

MATTOS, K. M. C.; PERALES, W. J. S. P.; **Os impactos ambientais causados pelo lixo Eletrônico e o uso da logística reversa para minimizar os efeitos causados ao meio ambiente**; 2008. Disponível em < http://http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2008_TN_STP_077_543_11709.pdf > acesso em 27-07-2015

PAPERT, S. (1994) "**A Máquina das Crianças: Repensando a escola na era da informática (edição revisada)**", nova tradução de Paulo Gileno Cysneiros (1ª edição brasileira 1994; edição original EUA 1993). Porto Alegre, RS: Editora Artmed, 2007.

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

PAPERT, S. **Constructionism: A new opportunity for elementary science education**. A proposal to the National Science Foundation, Massachusetts Institute of Technology, Media Laboratory, Epistemology and Learning Group, Cambridge, Massachusetts, 1986.

PERRENOUD, P. **Construir as competências desde a escola**. Porto Alegre: Artmed Editora, 1999.

PIAGET, **O nascimento da inteligência**. Rio de Janeiro: Ed. Guanabara, 1987

PIRES, M. G., BERTONI, F. C., e ANGELO, M. F. **Aprendizagem Baseada em Problemas Aplicada ao Ensino de Compiladores em Engenharia de Computação**. In PBL 2010 Congresso Internacional, pages 8–12, São Paulo, Brazil, 2010.

RITEIRA, M. and HADDAD, S. R. **Innovate in your program computer class: an approach based on a serious game**. In Proceedings of the 2011 Workshop on Open Source and Design of Communication (OSDOC '11). ACM, New York, NY, USA, 49-54, 2011. Disponível em: <<http://dl.acm.org/citation.cfm?doid=2016716.2016730>>. Acesso em: 31 maio 2016.

PRADO, M.E.B.B. **O uso do Computador na formação do professor: Um enfoque reflexivo da prática pedagógica**. Coleção Informática para a Mudança na Educação. ProInfo/SEED/MEC. Brasília, DF, 1999.

PRENSKY, Marc. **Digital Natives, Digital Immigrants**. MCB University Press, 2001. Disponível em: <http://www.marcprensky.com/writing/Prensky%20%20Digital%20>Acesso em: maio de 2017

RESNICK, M. **Sowing the Seeds for a More Creative Society**. Learning and Leading with Technology (Dec. 2007), 18-22, 2007.

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

ROCHA, ELISSON, L. N. E SANTOS, W. **Problem based learning in the project management classroom**. In 13th CONTECSI International Conference on Information Systems and Technology Management, pages 2740 – 2741, São Paulo, Brazil. TECSI, 2016.

ROLDÃO, M. **De que falamos quando falamos de competências?** Noesis. Janeiro/Março, 59- 62, 2002.

ROMERO, M. **La robotique pédagogique dans les écoles de Québec**. Québec Numérique. 2016. Disponível em : <http://www.quebecnumerique.com/robotique-dans-les-ecoles-de-quebec/>.

ROMERO, M., Lille, B., & Patino, A. (Eds.). **Usages créatifs du numérique pour l'apprentissage au XXIe siècle** (Vol. 1). Québec: Presses de l'Université du Québec, 2017.

SANTOS, Flávio Miranda dos. **Robótica Educacional - Potencializando o Ensino da Matemática**. Disponível em: <<http://uenf.br/posgraduacao/matematica/wp-content/uploads/sites/14/2017/09/29072014Flavio-Miranda-dos-Santos.pdf>> Acessado em: 20 de novembro de 2017

SASSERON, L. H.; CARVALHO, A. M. P. **Alfabetização científica: uma revisão bibliográfica**. Investigações em ensino de ciências. V. 16. N. 1: 59 – 77, 2011.

SCRATCH, site Scratch Brasil. <http://www.scratchbrasil.net.br/index.php/sobre-o-scratch.html>. Acessado em: 03 de junho de 2016

SCRATCH, site Scratch Brasil. Exemplos em Português. Disponível em: <http://kids.sapo.pt/scratch/pt/images/getting_started/bandeira_verde01.gif> Acessado em: 05 de maio de 2016

SOBREIRO, J. A. P. **Proposta de desenvolvimento de instrumento de aplicação de atividades gamificadas para disciplinas do ensino superior**. Dissertação de Mestrado –Curitiba: Centro Universitário Uninter, 2017

SOLOMON, C. J., & PAPERT, S. **A case study of a young child doing turtle graphics in LOGO**. AFIPS '76 Proceedings of the June 7-10, 1976, national computer conference and exposition (pp. 1049-1056). New York: ACM, 1976.

SOUSA, J. & FINO, C. N. **As TIC abrindo caminho a um novo paradigma educacional**. In Revista Educação & Cultura Contemporânea, Rio de Janeiro: Universidade Estácio de Sá, v. 5, n. 10, p. 11-26, 1º sem. 2008. Disponível em: <<http://www3.uma.pt/jesusousa/Publicacoes/57AsTICabrindocaminhoaumnovoparadigmaeducacional.pdf>> Acesso em: maio de 2016.

TOLEDO, P. B. F. **O Comportamento da Geração Z e a Influência nas Atitudes dos Professores**. Simpósio de Excelência de Gestão e Tecnologia. Rio de Janeiro, 2012. Disponível em: <<https://www.aedb.br/seget/fotos2012.php>> Acessado em: dezembro de 2017

VALENTE, José Armando. **Informática na educação: instrucionismo x construcionismo**. NIED: UNICAMP, 1997 Disponível em: <http://www.educacaopublica.rj.gov.br/biblioteca/tecnologia/0003.html> Último acesso: Agosto de 2016.

VALENTE, J. A. **Computadores e Conhecimento: Repensando a Educação**. 2. ed. São Paulo: UNICAMP/NIED, 1998.

VASCONCELOS, Clara; PRAIA, João Félix and ALMEIDA, Leandro S.. **Teorias de aprendizagem e o ensino/aprendizagem das ciências: da instrução à aprendizagem**. *Psicol. Esc. Educ.* (Impr.)[online]. vol.7, n.1, pp.11-19, 2003.

VOSS, G. B.; MEDINA, R. D.; ARAUJO, F. V.; NUNES, F. B.; OLIVEIRA, T. **Proposta de utilização de laboratórios virtuais para o ensino de redes de computadores: articulando ferramentas, conteúdos e possibilidades**. *Novas Tecnologias na Educação*. Cinted-UFRGS, Santa Maria, v. 10, n. 3, dez. 2012. Disponível em: < www.cinted.ufrgs.br >. Acesso em: 22 mai. 2015.

ZAQUEU, ANA CLAUDIA MOLINA, D. C. R. AND NETTO., A. V. (2013). **Curumim: A Robótica Educacional como Proposta Metodológica para o Ensino**. *Anais dos Workshops do Congresso Brasileiro de Informática na Educação*. Vol. 2. No. 1. 2013.

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

APÊNDICES

APÊNDICE A – Planejamento Pedagógico da disciplina de Robótica



COLÉGIO SPEI

Planejamento Pedagógico				
Curso: Ensino Médio Integrado – Técnico em Informática				
Disciplina: Robótica				
Ano: 2016	Série: 2º	Turma: A	Turno: Manhã	Nº. de aulas semanais: 02
Professor: Lucas Rafael Filipak				
EMENTA				
A disciplina tem por finalidade introduzir o aluno a robótica, utilizando linguagem de programação e a plataforma arduino. O aluno vai desenvolver um projeto no final do ano contemplando os conteúdos e experiências vividas em sala de aula.				
COMPETÊNCIAS E HABILIDADES				
O aluno obterá conhecerá as habilidades necessárias para manusear e programar a placa do arduino, compreender e aplicar os diversos tipos de sensores, utilizar as entradas digitais e analógicas. Com estes conhecimentos, o estudante será capaz de desenvolver um projeto utilizando motores e sensores.				
OBJETIVO GERAL DA DISCIPLINA				
O objetivo geral da disciplina é possibilitar que os alunos utilizem a plataforma do Arduino para o estudo da lógica de programação, utilizando sensores, materiais reaproveitados ou de baixo custo.				

APÊNDICE B – Questionário

Pesquisa com alunos de informática

Pesquisa realizada para fundamentar a dissertação de mestrado do Prof. Lucas Filipak

*Obrigatório

1. **Informe sua idade: ***

2. **Informe seu sexo: ***

Marcar apenas uma oval.

Masculino

Feminino

3. **Você gosta de informática? ***

Marcar apenas uma oval.

Sim, mais a área de design

Sim, mais a área de programação

Sim, mas somente para diversão

Não gosto

4. **Qual sua provável futura profissão: ***

Robótica

5. **Você tinha algum conhecimento prévio (antes) sobre robótica? ***

Marcar apenas uma oval.

Sim

Muito pouco

Não

6. **Você gosta das aulas de robótica? ***

Marcar apenas uma oval.

Sim, pois é uma aula diferente onde o professor explica e eu posso me desenvolver com o meu grupo

Sim, sempre gostei de robótica pois adoro construir coisas

Não, eu prefiro a aula onde o professor conduz todo o conhecimento

Não gosto de robótica

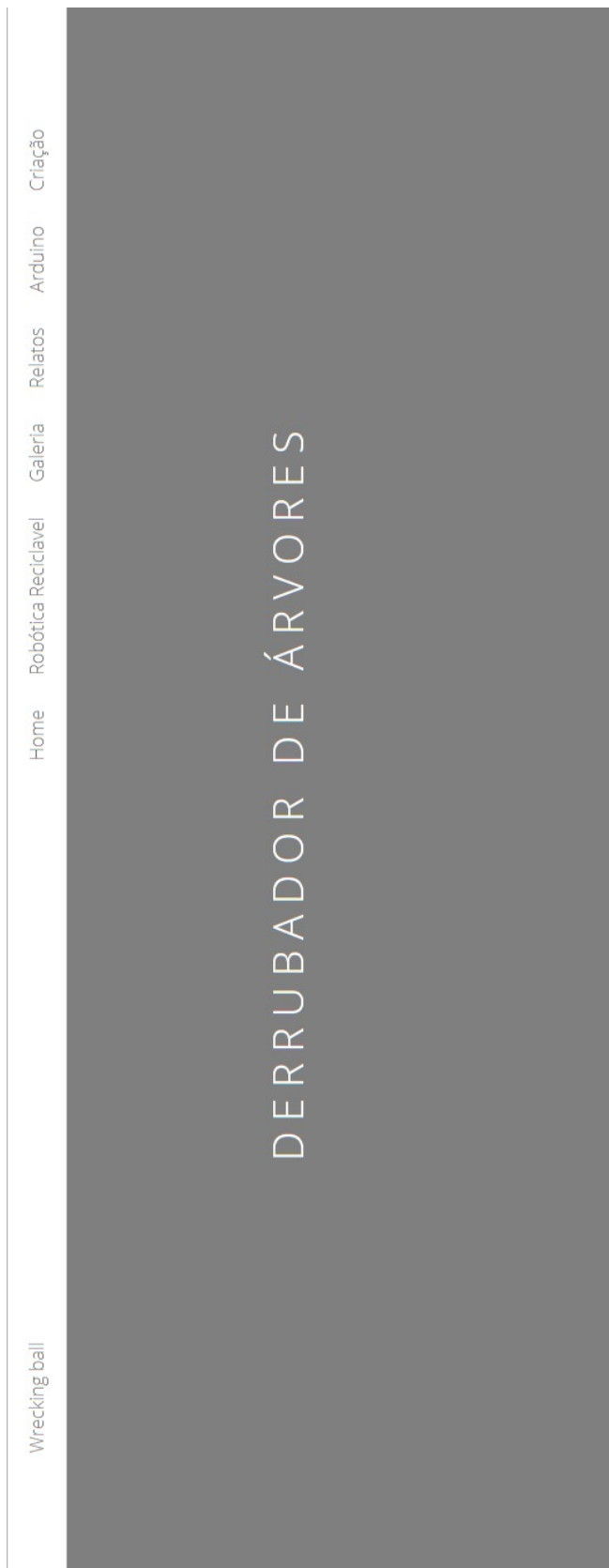
Questões Abertas

13. Opine com sugestões e críticas as aulas de robótica: *

14. Quais foram as principais dificuldades nessa disciplina: *


ANEXOS

ANEXO A – Página inicial da equipe 1



ROBÓTICA RECICLAVEL

ANEXO B – Página inicial da equipe 2



[HOME](#) [DETALHES](#) [GALERIA](#) [PAPERT](#) [CONTATO](#)

O nxnitro é uma invenção fantástica para quem gosta de correr, para quem gosta de sempre estar em alta velocidade. O nxnitro tem um design bem leve e com uma aerodinâmica muito boa para que ele corra e não saia do chão, as rodas deles são feitas de plástico e papelão, estrutura toda feita de madeira, mais que aguenta uma forte batida! O nxnitro ele foi criado para qualquer obstáculo, com suas rodas grandes e fina, ele tem uma grande facilidade de subir montanhas ou qualquer outro obstáculo. Esperamos que você goste do nosso site com bastantes informações sobre o nxnitro! "text-align"

nxnitro

ANEXO C – Página inicial da equipe 3



ANEXO D – Página inicial da equipe 4



Robótica sustentável

A robótica é uma interessante evolução na tecnologia, mas quando pensamos em robótica nos vem a mente algo com um custo muito alto, porém com o desenvolvimento da robótica sustentável o desenvolvimento da robótica fica muito fácil. A robótica sustentável nos permite fazer uso de materiais recicláveis para a construção de projetos interessantes e inovadores sem precisarmos gastar uma grande quantia de dinheiro, isso torna a robótica muito mais acessível para as pessoas e facilita muito para que a robótica chegue nas salas de aula como um projeto com potencial de fascinar muitos alunos de escolas por todo o mundo.



ANEXO E – Página inicial da equipe 5

	Início	Arduino	Galeria	O projeto	Quem somos
					
<p data-bbox="550 1344 582 1724">A TEORIA DA ROBÓTICA RECICLÁVEL</p> <p data-bbox="614 1232 774 1915">Para se construir um robô ou qualquer outro mecanismo eletrônico necessita-se de diversos materiais, sejam esses bastante complexos ou até mesmo "simples", o qual muitas vezes é de difícil acesso. Porém a robótica reciclável tem sido um meio congruente para aqueles que querem desenvolver variados mecanismos eletrônicos.</p> <p data-bbox="798 1232 933 1915">O arduino é um importante componente para esse processo, principalmente pela facilidade de manuseio e obtenção. A robótica reciclável, além de ser extremamente mais barata de ser realizada, traz utilidade para objetos que não tem mais utilidade e pode ser facilmente feita em casa por um orçamento pequeno.</p>	<p data-bbox="550 459 798 1187">Por ser algo de investimento tão baixo e tão simples de ser feito, a robótica sustentável tem potencial para chegar até mesmo em escolas de áreas mais carentes do Brasil e do mundo, algo que estimularia cada vez mais os alunos a participarem de aulas e sair procurando mais sobre o assunto. É algo que não precisa ser feita apenas para estudo em escolas, mas também ela é uma ótima opção para campanhas de doação de brinquedos para crianças carentes, onde com pouco dinheiro poderiam ser feitos vários tipos de brinquedos para as crianças de divertirem e aproveitarem a infância.</p> <p data-bbox="821 459 933 1187">A robótica sustentável é uma área que ainda pode ser muito explorada e receber mais reconhecimento para um maior nível de estudo na área. Por usar materiais tão baratos e reciclados ela pode ser aproveitada por pessoas de qualquer classe social.</p>	<h2 data-bbox="1005 985 1061 1344">Seymour Papert</h2>			

ANEXO F – Página inicial da equipe 6



Dúvidas ? Mande um Email
roboticaintensa@hotmail.com

HOME ARDUÍNO PROJETOS RELATOS GALERIA QUEM SOMOS



Responsável pelo site : João Lucas Roque Cerqueira
Email : joalucas7@hotmail.com
Nosso Email : roboticaintensa@hotmail.com

Somos um grupo de 5 alunos do Colégio SPEI, onde fomos encarregados de fazer um projeto de Robótica e um site contendo todas as informações.

ANEXO G – Página inicial da equipe 7

Macacos Do TI

Home Sobre Nós Arduino Seymour Papert Projetos ▶

Robótica sustentável

Projetos relacionados à robótica sustentável são confeccionados por meio de materiais recicláveis.

O carrinho, criado ao longo do ano, segue o mesmo propósito. Além de aperfeiçoar o desempenho do carrinho essa é mais uma iniciativa, de instituições, de conscientizar seus alunos, e até o próprio corpo docente, reaproveitando materiais que podem ser reciclados.

Uma grande referência, quando o tema é sustentabilidade, são os três "erres", do consumo consciente. Reduzir, reutilizar e reciclar. Estes são os três itens que podem fazer uma enorme diferença para o meio ambiente e na economia pessoal.

Existem várias possibilidades de criar um único projeto. Atualmente diversas escolas dos mais variados nichos, mesmo que ofereçam somente o Ensino Primário, apoiam a reciclagem, a reutilização e ensinam a importância da redução de materiais.

Ao lado temos uma galeria ilustrando alguns projetos que usufruíram do aprendizado passado nas escolas. Passe o cursor sobre cada imagem para vê-las ampliadas.

