



UNIVERSIDADE FEDERAL DO OESTE DO PARÁ
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO DOUTORADO SOCIEDADE, NATUREZA E
DESENVOLVIMENTO

Cássio David Borralho Pinheiro

MODELO DE INTEGRAÇÃO ENTRE A UNIVERSIDADE E O
ENSINO FUNDAMENTAL BASEADO EM FLUXO DE
CONHECIMENTO

Cássio David Borralho Pinheiro

MODELO DE INTEGRAÇÃO ENTRE A UNIVERSIDADE E O
ENSINO FUNDAMENTAL BASEADO EM FLUXO DE
CONHECIMENTO

Orientador

Prof. Dr. Celson Pantoja Lima

Co-orientador

Profa. Dra. Maria Lilia Imbiriba Colares

Tese submetida ao Programa de Pós-Graduação em Sociedade Natureza e Desenvolvimento da Universidade Federal do Oeste do Pará como requisito obrigatório para obtenção do grau de Doutor Interdisciplinar, área de concentração: Gestão do Conhecimento e Inovação para o Desenvolvimento Sustentável.

Santarém, Julho de 2017.

Cássio David Borralho Pinheiro

MODELO DE INTEGRAÇÃO ENTRE A UNIVERSIDADE E O
ENSINO FUNDAMENTAL BASEADO EM FLUXO DE
CONHECIMENTO

Tese de Doutorado defendida e aprovada em 3 de Agosto de 2017,
pela banca examinadora constituída pelos seguintes professores:

Prof. Dr. Celson Pantoja Lima

Profa. Dra. Clarissa Stefani Teixeira

Profa. Dra. Luciana Gonçalves de Carvalho

Prof. Dr. Manoel Roberval Pimentel Santos

Prof. Dr. Rodrigo da Silva

Às Minhas Filhas Marina e Paula.

AGRADECIMENTOS

À minha esposa e às minhas filhas, pela inspiração.

Aos meus pais, pois sem o exemplo deles nunca eu teria chegado aqui.

Ao meu orientador pela excelente condução, pela paciência e pela compreensão.

A minha co-orientadora pela dedicação e apoio.

Aos colegas de trabalho e amigos, pelo apoio.

SUMÁRIO

Sumário	VI
Resumo	IX
Abstract	X
Lista de Quadros	XI
Lista de Figuras	XII
1. Introdução	1
1.1 Objetivo e Resultados Esperados da Tese	3
1.2 Contexto de Desenvolvimento da Pesquisa	6
1.3 Organização do Documento	8
2. Construtivismo, Construcionismo e Conceitos Associados	10
2.1 Visão Geral do Desenvolvimento da Inteligência e do Conhecimento	10
2.2 Construtivismo	12
2.2.1 As Teorias de Piaget e o Conhecimento	12
2.2.2 O Construtivismo e a Escola	13
2.3 Construcionismo	16
2.3.1 O Construcionismo e o Desenvolvimento do Conhecimento	16
2.3.2 O Processo de Aprendizagem Construcionista	17
2.4 A Escola do Conhecimento	18
2.5 Conceitos Associados às Teorias Construtivista e Construcionista	21
2.5.1 Maker Movement	21
2.5.2 Maker for Education	23
2.5.3 Maker Space	24
2.5.4 Design Thinking for Educators	25
2.6 As Teorias Construcionista e Construtivista no Contexto da Tese	27
3. Conhecimento e Gestão do Conhecimento	29
3.1 O Conhecimento	29
3.1.1 Conceitos e Definições	29
3.1.2 Classificações	32
3.1.3 Transformações	35
3.1.4 Representação	36
3.2 A Gestão do Conhecimento	40
3.2.1 Definições	40

3.2.2 Modelos	42
3.2.3 Gerações	46
3.2.4 O Papel da Tecnologia	48
3.3 A Gestão do Conhecimento na Criação do Modelo Proposto	50
4. Bases Metodológicas	51
4.1 A Metodologia Pesquisa-Ação	51
4.1.1 Conceitos e Características	51
4.1.2 Fases do Ciclo de Vida da PA	54
4.2 Diretrizes Gerais da Avaliação	57
4.3 O Modelo da PA no Contexto da Tese	61
5. Modelo de Integração Universidade - Ensino Fundamental Baseado em fluxo de Conhecimento	62
5.1 Definições e Conceitos Usados nesta Pesquisa	62
5.2 Caracterização da Pesquisa	63
5.2.1 Pergunta de Pesquisa e Hipóteses Relacionadas	64
5.2.2 Cenário e Atores do Experimento de Validação da Pesquisa	65
5.3 Visão Geral da Tese	67
5.4 Validação Via Prova de Conceito	68
5.4.1 Características Gerais dos Experimentos	69
5.4.2 Processo de Experimentação	70
5.4.3 Local de Experimentação	71
5.4.4 Avaliação dos Experimentos	71
5.4.5 Fases e Cronograma dos Experimentos	72
5.5 Organização e Compartilhamento do Conhecimento	76
5.6 Um Guia de Referência para o Modelo	80
5.6.1 A Arquitetura do Modelo	80
5.6.2 O Roteiro para Uso do Modelo	81
6. Avaliação e Análise	84
6.1 Processo de Obtenção de Dados	84
6.2 A Prova de Conceito	86
6.3 Resultados e Análise	93
6.4 Desafios e Medidas Corretivas	96
7. Conclusões e Trabalhos Futuros	99
7.1 Resumo do Trabalho de Tese	99
7.2 Contribuição da Pesquisa	100

7.3 Trabalhos Futuros	106
Referências Bibliográficas	109
Apêndice A - Questionário de Avaliação das Oficinas do PARFOR	117
Apêndice B - Website "Meta Eletrônica"	118
Apêndice C - Projeto "Promovendo o ensino da Programação, da Robótica e da Eletrônica no coração da Amazônia Brasileira através de experimentos recicláveis"	134
Apêndice D - Website "Hora do Código em Santarém"	140
Apêndice E - Preparação para os Experimentos	147
Apêndice F - Primeiro Experimento	150
Apêndice G - Experimento de Divulgação	155
Apêndice H - Experimento Multiplicador	159
H.1 Motivação e Visão Geral da Proposta de Trabalho	159
H.2 Implementação e Avaliação do Experimento	160
H.3 Discussões e Ações Futuras sobre este Experimento	167
Apêndice I - Portfólio "123D Circuits"	169

RESUMO

A educação em nível mundial passa por um período de transformações. No âmbito nacional estas estão diretamente ligadas aos baixos índices encontrados nas análises e nas avaliações promovidas pelo poder público. Neste contexto, pretende-se aplicar a relação existente entre as teorias construtivista e construcionista, assim como os preceitos das atuais iniciativas relacionadas à estas teorias, que implementam o Design Thinking for Educators e Maker for Education, para produzir conhecimento sobre a integração dos mundos universitário e do ensino fundamental, centrado na troca de fontes de conhecimento. Para aproximar esses dois mundos, esse trabalho caracteriza a distância existente e alguns problemas que justificam essa distância. As raízes que apoiam esta pesquisa são mostradas e discutidas, especialmente uma boa revisão da literatura sobre as principais áreas envolvidas neste trabalho. O modelo de apoio à integração entre a universidade e ensino fundamental é então apresentado e discutido, juntamente com a metodologia de avaliação desenvolvida para explorar e validar o trabalho. A metodologia de pesquisa adotada aqui é a pesquisa-ação, pois combina ação e solução de um determinado problema, através de um processo iterativo. Os principais resultados produzidos por esta tese incluem o modelo conceitual de suporte à ponte, alguns trabalhos científicos, vários produtos tecnológicos, a supervisão de trabalhos acadêmicos e muito mais. Pontos abertos e os principais desafios ainda existentes também são discutidos aqui.

Palavras-Chave: Construtivismo, Construcionismo, *Design Thinking for Educators*, *Maker for Education*, Conhecimento, Aprender Fazendo.

ABSTRACT

Education, in a global scale, is facing a period of deep changes. In this country, changes are directed connected with weak indicators found in analysis and evaluations performed by the government. In this context, this thesis targets the application of theories (Constructivism and Constructionism) and related concepts (Design Thinking for Educators and Maker for Education) aiming at generating knowledge about the integration of two distant worlds, namely the university and the primary school, based on the exchange of knowledge sources. Aiming at to bridge those two worlds, this work characterizes the existing distance and some problems that justify this distance. Roots supporting this research are shown and discussed, specially a good literature review of main areas involved in this work. The model supporting the integration between university - primary school is then presented and discussed, together with the assessment methodology devised to explore and validate the work. The research methodology adopted here is action-research, since it combines action and solution of a given problem, trough an interactive process. Main results produced by this thesis include the conceptual model supporting the bridge, some scientific papers, several technological products, the supervision of academic works, and more. Open points and the main challenges still remaining are also discussed here.

Keywords: *Constructivism, Constructionism, Design Thinking for Educator, Maker for Education, Knowledge, Learning by doing.*

Lista de Quadros

Quadro 2.1 - Aulas tradicionais X construtivistas [Adaptado de Brooks e Brooks (1993)].	14
Quadro 3.1 - Tipos de conhecimento [Adaptado de Lakatos e Marconi (1991)].	34
Quadro 3.2 - Linguagens para representação de ontologias [Lima (2004)].	38
Quadro 3.3 - Características principais dos conceitos de GC.	41
Quadro 4.1 - Comparação entre a pesquisa formal e a PA [Adaptada de PLLDD (2010)].	52
Quadro 5.1 - Ações especificadas para o 2º semestre de 2014.	74
Quadro 5.2 - Ações especificadas para o 1º semestre de 2015.	75
Quadro 5.3 - Ações especificadas para o 2º semestre de 2015.	75
Quadro 5.4 - Ações especificadas para o 1º semestre de 2016.	75
Quadro 6.1 - Eventos e/ou ações implementadas até o 1º semestre de 2017.	84
Quadro 6.2 - Relação entre falhas e medidas corretivas das ações implementadas.	88
Quadro 7.1 - Relação entre resultados esperados e materialização.	101
Quadro 7.2 - Publicações relacionadas com o desenvolvimento desta tese.	102

Lista de Figuras

Figura 1.1 – Enquadramento global da tese.	4
Figura 2.1 - Ciclo de pensamento conceitual [Adaptado de Bencze (2014)].	11
Figura 2.1 - Exemplo de programação Logo [Adaptado de Papert (1993)].	18
Figura 3.1 - Pirâmide do conhecimento [Adaptada de Rowley (2007)].	30
Figura 3.2 - Diagrama de fluxo dos tipos de conhecimento [Adaptado de Nickols (2000)].	34
Figura 3.3 - Transformação do conhecimento [Adaptado de Nonaka e Takeuchi (1995)].	35
Figura 3.4 - Taxonomia para a estrutura hierárquica de uma tabela em HTML.	37
Figura 3.5 - Representação do ciclo de GC proposto por Choo (1998).	44
Figura 3.6 - Ciclo integrado da GC [Adaptada de Dalkir (2005)].	45
Figura 4.2 - Representação do ciclo básico da PA [Adaptada de Tripp (2014)].	54
Figura 4.3 - Modelo Estruturado e Incremental da PA [Adaptado de Elliot (1991)].	55
Figura 4.4 - Modelo em espiral da PA [Adaptado de Hien (2009)].	56
Figura 4.5 - Modelo organizacional do PCA [Adaptado de Moura e Barbosa (2006)].	60
Figura 5.1 - Página principal do website Meta Eletrônica.	78
Figura 5.2 - Apresentação de uma ação no website Meta Eletrônica.	78
Figura 5.3 - Estrada de dados via formulário gerado automaticamente pelo Google Sites.	79
Figura 5.4 - Repositório de materiais de apoio relacionados as ações e produtos.	79
Figura 5.5 - Diagrama de Interações do Modelo.	81
Figura 5.6 - Modelo de Implementação do DTE proposto por IDEO, 2012.	81
Figura 6.1 - Primeira versão do μ e-Lab.	90
Figura 6.2 - Segunda versão do μ e-Lab.	90
Figura 6.3 - O ne-Lab e a lista de seus componentes.	91
Figura 6.4 - O Muiraquitino - Base robótica educacional de baixo custo.	91
Figura 6.5 - Muiraquitino 100% metarreciclado (foto da parte inferior).	92
Figura 6.6 - Programa de controle do Muiraquitino.	93
Figura 7.1 - Trabalhos de TCC desenvolvidos no âmbito desta tese.	104
Figura B.1 - Página inicial do website Meta Eletrônica.	118
Figura D.1 - Página inicial do website Hora do Código em Santarém.	140
Figura E.1 - Ambiente de execução das atividade prática na universidade.	147
Figura E.2 - Componentes metarreciclados e exemplo de uso em protoboard rudimentar.	148
Figura F.1 - Um exemplo de slide do material usado nas oficinas de Scratch.	151
Figura F.2 - Página de fotos do website da oficina de Scratch.	151

Figura F.3 - Gráfico sobre a usabilidade da aplicação computacional.	152
Figura F.4 - Gráfico sobre a adequação dos componentes e recursos.	153
Figura G.1 - Sequência de montagem do piscador de dois LEDs.	156
Figura G.2 - Condução usando exemplos de produtos em nível crescente de dificuldade.	157
Figura G.3 - Sequência de passos até o desenvolvimento do produto (semáforo).	158
Figura H.1 - Um dos kits usados no desenvolvimento dos produtos de eletrônica básica.	162
Figura H.2 - Produtos da Feira Maker da turma de EM-I.	164
Figura H.3 - Requisitos do público-alvo em relação ao conteúdo da disciplina.	165
Figura H.4 - Relação entre o conteúdo e sua aplicabilidade.	165
Figura H.5 - Qualidade da dinâmica usada e em relação a metodologia usada.	166
Figura H.6 - Nível de compreensão do conhecimentos adquiridos.	166
Figura I.1 - Página inicial do portfólio no website 123D Circuits.	169

1. INTRODUÇÃO

No sistema de ensino brasileiro, observa-se grande distância entre a universidade e o ensino fundamental. Certamente a estrutura organizacional e a metodologia de ensino devem ser diferenciadas, principalmente no que diz respeito às particularidades do público-alvo. No entanto, a distância aqui tratada refere-se, principalmente, à produção de conhecimento na universidade e o seu (potencial) uso no sistema de ensino fundamental.

Mesmo que muito do conhecimento produzido nas universidades seja direcionado a outros níveis de ensino, como pode ser observado nos trabalhos de Andrade, Silva e Oliveira (2013) e de Martins (2012), o formato comumente usado para sua representação (artigos e outras comunicações científicas em congressos e demais eventos), na maioria dos casos, encontra-se longe do alcance dos professores e dos alunos dos outros níveis de ensino.

O trabalho de Oliveira e Vieira (2012), que descreve a realidade docente da educação básica do estado de Pará (região leste da Amazônia), permite concluir que fatores como a conveniência em usar apenas o conhecimento formalmente disponibilizado pelo livro didático, a elevada carga de trabalho dos professores e a consequente falta de tempo para capacitação, fazem com que os docentes do ensino fundamental tenham pouca oportunidade para estar em contato com os meios de divulgação das produções acadêmicas, normalmente apresentadas em congressos, revistas científicas e até mesmo presentes nas próprias bibliotecas das escolas. As políticas públicas educacionais e salariais normalmente tem influência direta sobre estes problemas, os quais, em relação ao ensino das ciências são ampliados pela deficiência e/ou ausência no quesito laboratórios, o que dificulta a implementação de atividades práticas.

Detalhando mais ainda o problema do ensino de ciências, outro fato comumente relatado por professores é a falta de interesse, demonstrado por parte dos alunos, pela ciência básica. Analisando alguns relatórios sobre a atual conjuntura do ensino nacional, a afirmativa anterior é facilmente compreendida. Dois destes relatórios foram produzidos respectivamente pela OCDE (2012) e pelo INEP (2015). No primeiro, a avaliação internacional de estudantes indica que a educação brasileira apresenta problemas nas áreas de matemática, leitura e ciência, e especialmente para o aprendizado das ciências, pode-se afirmar que esta deveria ser uma área de forte interesse para os alunos do ensino fundamental, principalmente por ter como base a curiosidade, que é natural nas crianças. No entanto observa-se o efeito contrário,

que é corroborado pelos dados do Censo Escolar da Educação Básica 2013, levantados pelo INEP, os quais relatam para a região norte do país (onde se encontra o público-alvo desta pesquisa) apenas 3,84% das escolas da Educação Básica da rede pública contam com laboratório de ciências, muito abaixo da média nacional que é de 8,19%.

Ainda com relação à distância entre os dois “mundos” considerados nesta tese, observa-se que os problemas descritos anteriormente para o ensino fundamental, obviamente tem consequências no ensino universitário. Ilustrativamente, pode-se destacar que muitos alunos iniciam seus cursos superiores sem o domínio apropriado do conhecimento necessário para aprender mais e melhor, apresentando assim pouca motivação para o aprendizado em geral, o que também se aplica ao aprendizado de novas tecnologias. Neste contexto, apenas um pequeno percentual de alunos realmente se destaca, como pode ser observado nos números do Censo da Educação Superior 2012, divulgados pelo INEP (2014), que aponta uma relação de aproximadamente 6 para 1, entre ingressantes e concluintes. Com base em evidências empíricas¹, observa-se ainda que, com exceção dos alunos provenientes dos cursos técnicos², poucos ingressantes demonstram ter capacidade de relacionar a teoria com a prática, diminuindo assim a eficiência quanto a aplicabilidade do conteúdo repassado pelos professores.

Tendo algumas escolas do ensino fundamental da cidade de Santarém (localizada no coração da Amazônia brasileira) como parte do processo de validação dos conceitos desenvolvidos neste doutoramento, a pesquisa aqui relatada engloba todos os problemas citados anteriormente, com vistas a especificar uma “ponte” para diminuir as distâncias entre estes dois “mundos” educacionais. No que tange as ações práticas, pretende-se usar a eletrônica e a computação como disciplinas experimentais, pois além de serem temas relevantes na conjuntura tecnológica mundial (já há muito tempo), contam com disciplinas relacionadas em pelo menos três cursos da Universidade Federal do Oeste do Pará (onde se desenvolve este trabalho), nomeadamente Bacharelado em Ciência da Computação, Bacharelado Interdisciplinar em Ciência e Tecnologia e Licenciatura Integrada em Matemática e Física.

¹ As evidências citadas foram obtidas durante a prática docente do pesquisador, o qual já contabiliza mais de vinte anos em instituições federais de ensino superior.

² Os alunos de cursos técnicos normalmente já interagiram com conceitos e práticas em áreas tecnológicas, trazendo consigo experiência relacionada a um conjunto de melhores práticas de aprendizado.

O conceito de “ponte” aqui utilizado faz parte da lógica central deste trabalho, pois de forma semelhante a uma ponte real, este trabalho é sustentado por pilares constituídos pelas teorias Construtivista e Construcionista (C&C). A parte estrutural desta pesquisa (assim como os pilares) fornece a sustentação necessária ao tabuleiro central da ponte (neste trabalho suportado por conceitos extraídos do Maker for Education, M4E, e do Design Thinking for Educators, DTE³), que agrega os modelos, os conceitos e as ferramentas que possibilitam a fluidez do conhecimento entre a universidade e a escola do ensino fundamental. Importa ainda referir que o conhecimento, como visto nesta tese, está representado em *fontes de conhecimento*, posto que um documento (produzido em qualquer formato), carrega consigo **conhecimento** que pode ser apreendido pelo leitor, caso este tenha capacidade de efetivamente absorver o que a fonte traz⁴.

1.1 Objetivo e Resultados Esperados da Tese

Atualmente, muitos educadores e pesquisadores afirmam que o processo de aprendizagem deve ser divertido, atraente, inspirador e motivador para os alunos, de forma que eles possam ir além dos seus limites para explorar o novo (RESNICK et al., 2005; ROBINSON, 2001; SCHMIDT, RESNICK & RUSK, 2015). A visão que guia este trabalho sugere que os alunos devam ser “infectados”, o mais cedo possível, com a motivação para aprender, descobrir, experimentar e brincar com as ciências, ajudando assim a criar uma geração de aprendizes ativos onde a curiosidade leva ao caminho para a aquisição de conhecimento. Neste sentido, esta tese produzirá vários tipos de resultados, nomeadamente científicos, técnicos, tecnológicos e acadêmicos, descritos nesta seção.

O objetivo desta tese é propor modelo conceitual que suporte a integração dos mundos universitário e do ensino fundamental, através da manutenção do fluxo de conhecimento contínuo entre estes. Esta integração é detalhada a seguir, na forma de resultados esperados desta pesquisa.

O principal resultado científico desta tese é um modelo conceitual, baseado em conhecimento, para viabilizar a integração universidade - ensino fundamental. Este modelo é

³ A inclusão destes conceitos na lógica central desta tese, assim como suas especificações gerais, serão discutidas mais detalhadamente nos tópicos a seguir.

⁴ A transferência do conhecimento representado em um documento depende não somente da qualidade e do formalismo usado na representação, mas também da capacidade de compreensão do leitor. Por exemplo, um programa de computação será apenas entendido pelos programadores com conhecimento técnico para tal.

suportado pelas teorias C&C e tecnicamente apoiado nos conceitos do M4E e DTE e, no que tange ao conhecimento propriamente dito, este é representado e transformado segundo modelos e conceitos extraídos da área de Gestão do Conhecimento (GC). De uma forma metafórica, o modelo proposto neste trabalho suporta a criação da “ponte” entre universidade e ensino fundamental, através da qual fluem fontes de conhecimento. Os pilares que sustentam esta ponte são as teorias C&C, o tabuleiro central da ponte é formado por elementos extraídos dos conceitos do M4E e do DTE. O conhecimento que circula na ponte é formalmente representado e transformado seguindo os preceitos da GC (Figura 1.1). Em complemento aos resultados desta categoria, ainda podem ser citados:

- O desenvolvimento de um *framework* conceitual⁵ que dará suporte a implementação de uma metodologia para facilitar a criação de (fontes de) conhecimento na universidade e o seu(s) respectivo(s) uso(s) em sala de aula, por alunos e professores do ensino fundamental;
- A metodologia a ser adotada e adaptada para avaliar a prova de conceito que será usada para validar o trabalho desenvolvido nesta tese;
- As publicações em revistas especializadas e conferências relevantes.

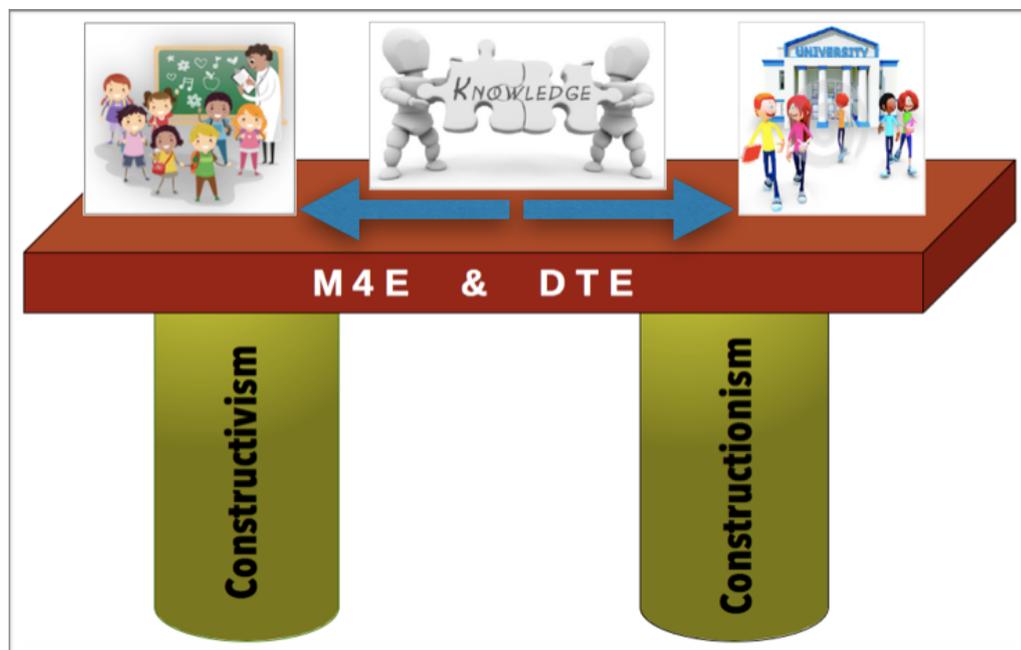


Figura 1.1 – Enquadramento global da tese.

⁵ O Framework ou arcabouço conceitual pode ser especificado por meio de um conjunto de conceitos usados para resolver um problema de um domínio específico, deste modo apresentando o comportamento relacionado ao de um modelo para um domínio (TALENTW, 2014).

Para além dos resultados científicos, esta tese produzirá resultados técnicos que fundamentalmente compõem a prova de conceito proposta, nomeadamente:

- As estruturas formais de representação do conhecimento a ser transferido entre universidade e ensino fundamental;
- A estrutura dos eventos experimentais de transferência do conhecimento;
- As instâncias de conhecimento escolhidos para validar a tese, que servirão de base para a criação dos artefatos usados nos eventos experimentais;
- O *website* usado para catalogar: instâncias de conhecimento, tutoriais, vídeos, registros dos eventos experimentais e artefatos de avaliação dos eventos;
- Os questionários usados para avaliar os eventos experimentais.

Ainda dentro dos resultados técnicos pode-se destacar a definição de métodos específicos para organização dos eventos destinados à implementação e à avaliação dos conceitos e dos produtos desenvolvidos no trabalho. Observa-se que estes eventos visam testar a aproximação dos “mundos” considerados neste doutoramento, ressaltando que estes serão a principal forma de materialização dos conceitos formalizados nesta pesquisa. Observa-se ainda que os resultados destes eventos servirão de base para validação dos resultados produzidos neste doutoramento.

Em relação aos resultados tecnológicos citam-se os artefatos computacionais usados para condução e implementações de oficinas, cursos, melhores práticas, métodos de avaliação e outros artefatos que darão suporte à troca de conhecimento entre a universidade e a escola do ensino fundamental. Estes artefatos terão como função principal a disponibilização efetiva do conhecimento e além desta, através dos uso destes nos eventos citados no parágrafo anterior, também serão responsáveis pela manutenção de canais de fluxo contínuo entre os atores dos diferentes mundos de ensino.

Como resultados acadêmicos podem ser destacadas as orientações de TCC e de Estágio. Observa-se que estes resultados representam uma via de mão dupla, pois sendo os conceitos apresentados nesta tese usados como inspiração para os referidos trabalhos, os resultados destes trabalhos podem ser devidamente incorporados nesta tese, como fontes de experimentos e de outros artefatos.

Existe ainda um tipo de resultado indiretamente esperado deste doutoramento, mas que se for alcançado, certamente será após sua finalização. Esta tese e todos os trabalhos a ela relacionados tem o potencial de lançar as raízes de um movimento capaz de ajudar a mudar a

realidade educacional da região do Oeste do Pará, o que poderia ser classificado como “resultados educacionais”. No entanto, não se podendo efetivamente avaliar estes resultados durante a vida útil desta tese, opta-se por apenas referi-los, partilhando a ideia de que a visão que guia este trabalho e a sua real missão, podem ir muito mais além.

1.2 Contexto de Desenvolvimento da Pesquisa

A proposta conceitual aqui defendida fundamenta-se nas teorias C&C que, respectivamente implicam no desenvolvimento da inteligência pelas interações entre o sujeito com o meio, e na ampliação da relação entre aprendiz e computador de forma a maximizar o processo de aprendizagem (ALTOÉ e PENATI, 2005). Esta fundamentação teórica está presente ainda em algumas das iniciativas atualmente existentes, e que também dão suporte a este trabalho, nomeadamente:

- *Maker Movement*: variante moderna e tecnológica das teorias de C&C, baseada na premissa de que qualquer pessoa é capaz de idealizar, construir e consertar os mais diversos objetos, bastando para isso que saiba ou aprenda a usar as ferramentas e os equipamentos necessários à execução da tarefa (HATCH, 2014);
- *Design Thinking for Educators: framework* que auxilia professores no compartilhamento e gerenciamento dos seus desafios diários, apresentando-se como uma “solução inovadora” para estes, tendo como base quatro valores, nomeadamente a empatia, a colaboração, o otimismo e a experimentação (IDEO, 2012; BRIGGS, 2013);
- *Maker For Education*: vertente do *Maker Movement* que tem especial atenção à educação, valorizando o aprendizado prático em sala de aula ou no laboratório, onde o conteúdo teórico passa a ter como base os resultados das atividades práticas (BLIKSTEIN, 2013).

No que diz respeito às metodologias que suportam este trabalho, explora-se a aplicação do método científico conhecido como Pesquisa-Ação. A escolha deste método justifica-se pela sua base empírica, tendo sido concebido para associar a ação com a solução de um problema, onde pesquisador e participantes estão envolvidos de modo cooperativo e participativo, possibilitando assim a aquisição de novo conhecimento teórico (MILLS, 2007). Observa-se ainda que este novo conhecimento pode ser tratado através dos métodos relacionados à Gestão do Conhecimento, pois estes permitem relacionar pessoas, tecnologias,

processos e estruturas, os quais tem como principal objetivo a agregação de valor pela inovação e pelo reuso do conhecimento (DALKIR, 2005).

A materialização dos resultados experimentais tem como público-alvo prioritário os alunos e os professores do ensino fundamental (tanto a rede pública quanto a rede privada), onde os fatores relacionados a pré-disposição ao aprendizado, levou a escolha de turmas do final do ensino fundamental um, com faixa etária variando entre 10 e 12 anos. Atualmente, algumas escolas próximas a área central da cidade de Santarém já foram selecionadas, onde o principal critério de seleção foi o apoio da administração da instituição e a receptividade dos alunos à ideia.

No que tange a materialização dos resultados técnicos é importante salientar que os modelos, as ferramentas e o conhecimento a partir do qual serão criados os materiais de aulas/oficinas a serem desenvolvidos, serão definidos a partir das melhores práticas do ensino superior, onde algumas disciplinas voltadas à eletrônica e à computação terão parte de seus conteúdos adaptados, de maneira que estes possam ser usados em atividades nas escolas do ensino fundamental. Neste contexto, as escolas terão participação tanto como alvo dos produtos quanto nas parcerias para o processo de avaliação, pois ao receberem os materiais e informações quanto ao uso, também receberão os métodos e as ferramentas para avaliação dos experimentos, principalmente no que diz respeito aos aspectos metodológico e motivacional.

As ações implementadas neste trabalho terão como temáticas principais a eletrônica e a computação, pois como já destacado anteriormente suas práticas são fundamentalmente motivadoras e estão dentro do universo de conhecimento do autor da tese, existindo diversos projetos inovadores, ligados a grandes centros de ensino superior. Neste contexto pode ser citado o MIT *Media Lab* como exemplo, pois este centro de pesquisa trabalha com temas que vão desde o ensino para crianças, chegando até interação humano computador e nanotecnologia (FLANNERY et al. 2013; NEGROPONTE, RESNICK & CASSELL, 1997; RESNICK, 2013). Além das oficinas e dos cursos voltados às temáticas da eletrônica e da computação, e de acordo com esta tendência, atualmente existem diversas iniciativas e produtos que deverão ser alvo dos eventos produzidos por este trabalho, podendo ser destacados os seguintes:

- *LittleBits*: conjunto de pequenos módulos eletrônicos que facilmente se conectam para prototipagem e aprendizado nesta área (CHAPMAN, 2014). Diversos produtos podem ser criados com estes módulos, que podem ir desde de pequenos alarmes

sonoros e luminosos até sistemas mais complexos de monitoramento, com acesso a câmeras remotas com conexão via *Internet*;

- *MaKey MaKey*: este *hardware* permite que o usuário possa interagir com o computador através de objetos do mundo real, como frutas e desenhos feitos em papel, dentre outros (CHESHIRE, 2015). Ele se destaca por poder implementar dinâmicas bem divertidas e motivadoras;
- *Arduino*: plataforma de computação embarcada⁶ que pode ser programada para processar entradas e saídas entre o Arduino e os componentes externos conectados a ele, desta forma interagindo com o ambiente por meio de hardware e software (McROBERTS, 2010);
- *Scratch*: linguagem de programação totalmente visual, desenvolvida para crianças e jovens de 8 a 15 anos, cuja característica principal é a construção de programas através de blocos lógicos de montagem semelhantes a muitos brinquedos educativos (MARJI, 2014).

1.3 Organização do Documento

Este documento está estruturado de forma a cobrir a problemática, os resultados esperados e os produzidos, a fundamentação teórica necessária, as metodologias de apoio, os experimentos, as validações, as conclusões alcançadas os desafios encontrados e os trabalhos futuros.

O capítulo 2 trata da relação entre o conhecimento e a aprendizagem através da visão geral do desenvolvimento da inteligência e do conhecimento com base nas teorias construtivistas e construcionistas, descrevendo os fundamentos e os relacionamentos entre estes conceitos e destacando algumas das atuais iniciativas educacionais baseadas nestas teorias.

O capítulo 3 relaciona conhecimento e sua gestão por meio dos conceitos formadores deste, da descrição dos seus princípios e do ciclo integrado da gestão do conhecimento, assim como do processo de transformação entre os tipos de conhecimentos.

⁶ A computação embarcada é definida por um sistema no qual o computador é completamente dedicado a uma tarefa específica, sendo eventualmente inserido fisicamente em um dispositivo ou sistema que ele controla (WOLF, 2008).

No capítulo 4 estão descritas as características fundamentais e funcionalidades do principal método de pesquisa selecionado para este trabalho, assim como também serão descritos os métodos usados na validação das ações implementadas.

O capítulo 5 introduz o modelo de integração universidade - ensino fundamental baseado em conhecimento, iniciando com a caracterização da pesquisa, seguida da visão geral sobre como as ações definidas na tese serão planejadas e implementadas.

O capítulo 6 apresenta uma visão geral sobre o processo de implementação dos experimentos executados para avaliação e validação da proposta conceitual deste trabalho.

Finalmente, o capítulo 7 conclui com uma breve discussão sobre a validade dos experimentos executados, fazendo uma relação com os objetivos determinados para a prova de conceito especificada para esta pesquisa. Neste capítulo discutem-se ainda os trabalhos futuros, destacando a importância destes para o público-alvo, assim como o processo evolutivo de avaliação especificado para os experimentos.

2. CONSTRUTIVISMO, CONSTRUCIONISMO E CONCEITOS ASSOCIADOS

Visando apresentar os elementos que fundamentam o modelo conceitual desta tese, este capítulo trata da relação entre o conhecimento e a aprendizagem através da visão geral do desenvolvimento da inteligência e do conhecimento com base nas teorias construtivistas e construcionistas. O capítulo inicialmente descreve os fundamentos e os relacionamentos entre estes conceitos, e finaliza destacando algumas das atuais iniciativas educacionais baseadas nestas teorias, nomeadamente *Maker Movement*, *Maker for Education*, *Maker Space* e *Design Thinking for Educators*.

2.1 Visão Geral do Desenvolvimento da Inteligência e do Conhecimento

Ao iniciar este tópico sobre o desenvolvimento da inteligência e sobre algumas de suas teorias formadoras, é importante ressaltar a premissa de Piaget (1990) a qual destaca, com base na Epistemologia Genética ou Psicogenética, que um indivíduo, mesmo que afetado por fatores biológicos, pode desenvolver a sua inteligência pela constante interação com o meio. Piaget ainda discorre sobre a origem da formação do conhecimento, observando que este não é proveniente exclusivamente da situação de consciência do indivíduo sobre si mesmo, muito menos dos objetos eventualmente constituídos durante a trajetória de aprendizado deste. Resulta assim, das interações produzidas pela relação de trocas entre o indivíduo e os objetos, dependendo então dos dois ao mesmo tempo.

A observação da relação de trocas entre o indivíduo e os objetos já pode determinar um caráter dinâmico ao desenvolvimento da inteligência, pois a todo momento é materializada através das diversas e rotineiras interações entre o indivíduo, os objetos e o meio onde são encontrados. A concepção de Piaget (1964) descreve este caráter dinâmico como proveniente da construção de estruturas de conhecimento de forma gradual, onde ao serem construídas, são armazenadas no cérebro do indivíduo como parte do desenvolvimento mental, ocasionando assim uma compreensão progressiva e mais precisa da realidade. Neste contexto, Piaget também especifica três aspectos fundamentais, a saber: conteúdo, estrutura e função. Observa-se que o conteúdo é tratado como elemento base, pois é proveniente dos

dados comportamentais relacionados ao pensamento, interesse ou forma como o indivíduo chega à solução de seus problemas.

As estruturas psicológicas são desenvolvidas pelo indivíduo via processo de interação com o ambiente, de maneira gradual. Estas estruturas são formadas por uma sequência de esquemas integrados, onde estes últimos podem ser observados pelos eventos manifestados de maneira coerente e ordenada, especificando assim uma ação construída pela interação entre o indivíduo, o objeto e o meio, destacando para este último a família, a escola e o social (PIAGET, 1990). Bencze (2014) destaca a existência de um ciclo conceitual de pensamento (Figura 2.1) onde o conhecimento conceitual e procedimental pode ser reconstruído em sincronia, na qual as diversas fases do ciclo de aprendizagem usam de um tempo específico para incentivar o aprendiz a reconstruir seus talentos procedimentais.

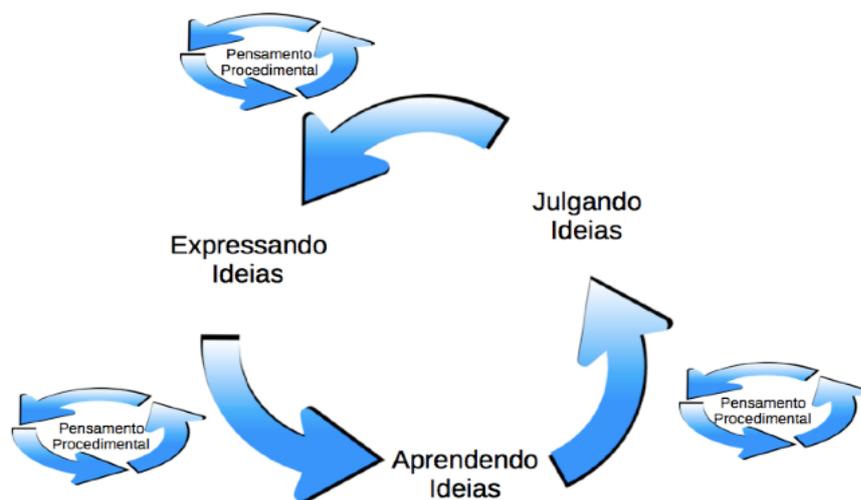


Figura 2.1 - Ciclo de pensamento conceitual [Adaptado de Bencze (2014)].

Nota-se ainda, na figura 2.1, a necessidade do aprendiz desenvolver competências para expressar (externalizar) suas ideias no intuito de levar ao aprendizado das mesmas através do compartilhamento destas com o meio, finalizando o processo com o julgamento (avaliação) do objeto da aprendizagem. Nos momentos de interação entre o indivíduo e o objeto, podem ser observadas as transformações ocasionadas pelo meio, as quais eventualmente desequilibram a ação descrita no parágrafo anterior. Objetivando o equilíbrio destas ações são implementadas as funções, que se manifestam no desenvolvimento da inteligência. No conjunto destas funções podem ser destacadas a adaptação e a organização. Com o intuito de processar as transformações ocasionadas pelas variações do ambiente, o indivíduo tende a adaptar estas variações por intermédio de procedimentos complementares como: a assimilação, onde as novas experiências são incorporadas às informações pré-existentes; e a

acomodação, onde as estratégias de ação, as ideias e os conceitos são modificadas pelo indivíduo, em função das novas experiências e/ou informações. De maneira mais natural, a organização tem como base a característica fundamental do indivíduo de sistematizar e dar ordem às suas estruturas cognitivas. Esta sistematização normalmente é dada pela observação da estrutura hierárquica destas estruturas e sua posterior combinação gradual de processos isolados (PIAGET, 1964).

2.2 Construtivismo

Coutinho e Moreira (1991) enfatizam que Piaget "acrescenta mudanças fundamentais à posição de Kant, em relação ao conhecimento", principalmente no que se refere à categorização do entendimento, afirmando que esta "a priori" não existe. Os autores também enfatizam que o raciocínio lógico, assim como as noções de tempo e espaço, são desenvolvidos pelo indivíduo por meio das interações com o meio, seus objetos e outros indivíduos.

2.2.1 As Teorias de Piaget e o Conhecimento

Por mais de cinquenta anos Piaget se dedicou a pesquisar as maneiras de como a inteligência humana é desenvolvida, tentando responder principalmente como se evidencia a passagem de um estado de conhecimento elementar, para um estado de conhecimento avançado. Desta maneira, observa-se em Piaget (1972) uma pesquisa com o objetivo de explicar a origem, o desenvolvimento e a evolução do conhecimento; destacando-se neste estudo os mecanismos e processos de construção do conhecimento. Esta pesquisa teve como foco de investigação os processos internos ou endógenos do indivíduo, dando ênfase aos elementos condicionantes do conhecimento.

O modelo sugerido por Inagaki e Hatano (1983) sustenta as posições de Vygotsky e Piaget pela avaliação da importância das interações sociais entre os indivíduos durante os procedimentos de aprendizagem, considerando que a materialização do conhecimento se torna mais evidente quando estes são motivados a externalizar seus posicionamentos sobre um determinado assunto.

Segundo Carretero (1997) o construtivismo pode ser definido como a ideia que dá sustentação ao indivíduo – tanto nos aspectos cognitivos quanto nos aspectos sociais do compartilhamento do conhecimento construídos do comportamento como nos afetivos – não

sendo um mero produto do ambiente e muito menos um simples resultado de suas disposições internas, sendo assim, uma construção individual, produzida no dia a dia, como resultado das interações entre estes dois fatores. Em consequência do apresentado, o autor também destaca que "segundo a posição construtivista, o conhecimento não é uma cópia da realidade, mas sim uma construção do ser humano"..

De acordo com o descrito anteriormente, na visão construtivista, o indivíduo desenvolve suas representações de mundo e não recebe passivamente impressões causadas pelos objetos, sendo assim o sujeito proativo. Desta forma, "... o desenvolvimento mental aparecerá em sua organização progressiva, como uma adaptação sempre mais precisa da realidade" (PIAGET, 1964). A teoria construtivista considera que um erro corrigido pelo próprio aprendiz pode ser mais produtivo do que um acerto imediato, pois é pela comparação de hipóteses e da reflexão sobre a interação desempenhada pelo indivíduo em relação ao objeto que podem ser obtidas as novas ideias e o novo conhecimento (CASTORINA, 1988).

Piaget (1996) observa que o conhecimento não se encontra no sujeito (organismo vivo), tampouco no objeto (meio para chegar ao conhecimento); sendo decorrente das contínuas interações entre estes dois elementos. O autor também destaca que um determinado nível inteligência advém da aquisição de conhecimento e que esta inteligência tem como função principal a organização estruturada das interações entre o sujeito e o objeto.

2.2.2 O Construtivismo e a Escola

Em suas pesquisas e resultados iniciais, Piaget não trata diretamente dos problemas da escola relacionados ao processo de aprendizado e à prática pedagógica. No entanto, sua ampla produção introduz conceitos que ecoam na prática educacional, chegando até a ter influência quanto a concepção e alteração dos elementos constituintes da base dos currículos escolares. Em sua obra voltada ao nascimento da inteligência na criança, Piaget (1985) tece alguns comentários no campo da pedagogia, onde defende a aplicação de métodos educacionais motivadores, semelhantes aos influenciados pelo movimento da Escola Ativa dos anos 1920 e 1930.

Chakur (2001) complementa a ideia apresentada no parágrafo anterior afirmando que o as concepções construtivistas de Piaget não apresentam fórmulas para melhor ensinar, mas oferecem a compreensão sobre o processo de aprendizado de crianças e de adolescentes, evidenciando a identificação das possibilidades e limitações do educador. Neste contexto é

exigido do professor a concepção de que a fase inicial do processo de ensino está em respeitar as condições intelectuais dos alunos, adequando o conteúdo e a forma de condução do processo de aprendizagem, à realidade que cerca estes alunos.

O estudo de Finemman e Bootz (1995) destaca que os procedimentos construcionistas são suportados pelo constante fluxo de conhecimento, onde uma fonte direciona este conhecimento ao aprendiz. O trabalho colaborativo tem destaque pois cada indivíduo compreende o significado em uma perspectiva própria, proporcionando assim múltiplas perspectivas do ambiente. Aquando do diálogo entre aprendizes, cada indivíduo é exposto a estas múltiplas perspectivas e estas interações permitem o aprofundamento do entendimento. Neste contexto, Brooks e Brooks (1993) desenvolveram um comparativo com as características das salas de aula tradicionais, com as que usam do processo construtivista. O Quadro 2.1 expressa algumas das principais características deste comparativo.

Quadro 2.1 - Aulas tradicionais X construtivistas [Adaptado de Brooks e Brooks (1993)].

Tradicionais	Construtivistas
O livro didático é tido como a principal fonte de conhecimento para as atividades.	As fontes primárias de dados, assim como os materiais manipuláveis, fundamentam as atividades.
Os alunos são vistos como um "livro em branco", no qual o conhecimento deve ser escrito.	Os alunos assumem uma posição de "pensador", de onde emergem as teorias sobre o mundo.
Os professores assumem a posição do "filósofo sobre o palco", comportando-se de maneira "didática" ao disseminar a informação aos alunos.	Os professores agem de maneira interativa, atuando como um "guia e/ou referência", mediando as interações do aluno com o ambiente de estudo.
O currículo preestabelecido é altamente valorizado e seguido rigorosamente.	A busca pelas questões dos alunos é altamente valorizada e o erro é "encarado" como uma parte do aprendizado.
O currículo tem como ênfase as habilidades básicas, sendo apresentado das partes para o todo.	O currículo tem como ênfase os conceitos gerais, sendo apresentado do todo para as partes.
O conjunto das atividades, na maioria dos casos, conduz para o trabalho individual.	Os alunos são incentivados à produção em grupo, onde as atividades são devidamente planejadas para motivar esta modalidade de trabalho.
A validação da aprendizagem é normalmente implementada através de testes, onde o aluno os "observa" como um procedimento separado do ensino.	A validação da aprendizagem é interligada ao processo de ensino, sendo implementada através de observações do professor sobre os trabalhos dos alunos.

Tradicionais	Construtivistas
As respostas corretas fundamentam e validam o processo de aprendizagem.	Os "pontos de vista" dos alunos são usados para a compreensão dos conceitos, para alimentar o planejamento das aulas subsequentes e para validar o processo de aprendizagem.

Observando o Quadro anterior pode-se concluir que: i) na sala de aula tradicional os estudantes fundamentalmente executam tarefas de forma isolada, onde estas atividades têm como base os conhecidos "livros didáticos", além de que a avaliação da aprendizagem tem um caráter diferenciado do processo efetivo de ensino, sendo na maioria de suas instâncias implementada através de testes; ii) na sala de aula construtivista os estudantes fundamentalmente trabalham em grupos, onde as atividades têm base nas fontes primárias de dados e artefatos manipuláveis, fazendo com que as questões levantadas pelos alunos sejam altamente valorizadas e tendo avaliação da aprendizagem fortemente ligada ao processo de ensino, ocorrendo em boa parte paralelamente a apresentação do conteúdo e sendo materializada pela observação da evolução dos estudantes.

Pela perspectiva observada no parágrafo anterior, as atividades voltadas à área da mecatrônica se apresentam como exemplo de ferramenta pedagógica eficaz para o processo de aprendizado, onde facilmente se observa a proposta construtivista, pois permite que o professor demonstre na prática, diversos conceitos teóricos de difícil compreensão. Ações nesta área normalmente motivam o aluno, pois a todo instante são desafiados a observar, abstrair e criar; usando dos diversos conceitos da disciplina para o desenvolvimento dos seus modelos.

De maneira geral a teoria construtivista, relacionada ao processo de ensino e aprendizagem, orienta procedimentos como a experimentação, a pesquisa em grupo, o estímulo à dúvida - dentre outros, os quais possibilitam ao aluno participar do seu aprendizado, estabelecendo os atributos dos objetos e assim construindo as características do seu universo de aprendizado.

Finalizando este tópico observa-se que a aprendizagem na escola é comumente evidenciada através de um processo contínuo e progressivo de estruturação do conhecimento. Neste contexto, o indivíduo tem como principal atividade a construção da realidade que o cerca, tendo como base a maneira como ele percebe o mundo e como ele percebe a si mesmo dentro deste mundo.

2.3 Construcionismo

Em complemento a teoria de Piaget, a teoria construcionista de Papert (1993), define que a construção do conhecimento tem com base a execução de uma ação que objetiva o desenvolvimento de um “produto” que seja do interesse de quem o produziu. Ao destacar que no modelo tradicional a determinação de um progresso intelectual deve ser atingido quando da transformação do conhecimento concreto para o abstrato, Papert (1994), fazendo uma crítica a este modelo, enfatiza que a escola tende a dar menor valor ao conhecimento relacionado a situações concretas, valorizando o conhecimento abstrato. Nesta perspectiva, observa-se que existe uma maior preocupação com a aplicação dos conteúdos, em detrimento da compreensão de como realmente acontece o processo de aprendizagem.

2.3.1 O Construcionismo e o Desenvolvimento do Conhecimento

O Construtivismo de Piaget define que o conhecimento pode ser construído pelo indivíduo, mesmo que este não esteja necessariamente apoiado pelo sistema tradicional de ensino. A teoria construcionista destaca que a premissa de Piaget tem maior viabilidade de ocorrer quando o indivíduo tem comprometimento com a construção de algo externo a sua realidade, ou pelo menos partilhável. Neste contexto pode ser observado que o conhecimento pode surgir de interiorizações do mundo exterior (PAPERT, 2014).

Em continuidade à ideia apresentada no parágrafo anterior, Papert (1994) destaca que, no intuito de melhorar a eficiência do processo de ensino deve-se buscar o conhecimento sobre como o aluno realmente aprende, em detrimento de apenas aplicar conteúdo. Observando esta premissa, o autor evidencia que mesmo que muitas instituições de ensino se caracterizem como construtivistas, na verdade estas são instrucionistas, pois seus preceitos pedagógicos ainda estão atrelados a um rígido currículo, no qual o processo de descoberta é rigorosamente previsto. O autor considera que uma descoberta predeterminada não pode ser atribuída ao aluno, ressaltando que esta prática vai contra a corrente de aprendizado especificada para o construtivismo.

Ainda na concepção de que construcionismo seria uma extensão do construtivismo, Papert (1994) explica que os esquemas ou estruturas cognitivas poderiam ser desenvolvidos de maneira eficiente quando suportados por elementos tangíveis como os conhecidos conjuntos de montagem e construção (e.g. Lego), como um programa de computador, ou até

mesmo, como um castelo de areia. Estes elementos tangíveis podem materializar a ideia do produto resultante do processo, o qual pode ser externalizado, admirado, discutido e avaliado.

Uma das maiores contribuições da teoria construcionista está no apoio explícito aos procedimentos de concepção mental do conhecimento, fazendo com que estes não sejam puramente mentais, pois congregam o trabalho intelectual do aluno aos processos de externalização apoiados por um conjunto de recursos tecnológicos. Deste modo observa-se a importância proporcionada pelos computadores, materializada pela flexibilidade que estes equipamentos dão aos procedimentos de elaboração do conhecimento, tanto para o plano tangível, quanto para os modelos e imagens. Na caracterização feita por Papert e Harel (1991), o construtivismo especifica modos de aprendizado dependentes da concepção de produtos, onde o aluno abstrai o conhecimento através da compreensão sobre as funcionalidades e usos destes.

2.3.2 O Processo de Aprendizagem Construcionista

Observa-se que a concepção construcionista do processo de aprendizagem define que, em ambientes tecnológicos, o aluno pode ser motivado a usar sua intuição para estabelecer conexões entre o conhecimento em construção e conceitos já consolidados. Para isso o professor conduz as atividades considerando as iniciativas, expectativas e ritmos de aprendizagem dos alunos (BASTOS, 2002).

Papert (1993) define o termo construcionismo como a construção do conhecimento por meio da interação entre aluno e ferramenta, mais especificamente o computador. Esta ferramenta se comporta como uma "máquina a ser ensinada", onde o aluno, com a supervisão do professor, pode refletir sobre os seus erros. A teoria construcionista busca meios de aprendizagem que valorizem a construção das estruturas cognitivas do sujeito a partir de suas ações. Segundo Almeida (1999), a teoria é definida pela construção do conhecimento por meio do computador, onde este torna-se um elemento de interação que permite maior desenvolvimento da autonomia do aluno sem que haja direcionando a suas ações, mas os auxiliando na construção do conhecimento. Em complemento a estas definições, o construcionismo tem as seguintes características:

- Abordagem onde a ação é direcionada do aluno para a instrução;
- Explora a multiplicidade de estratégias para concluir tarefas;
- Discussões com base em procedimentos de investigação e de aprendizagem;

- Especificação e apresentação de projetos como rotina de trabalho e de avaliação;
- Centrado no aprendizado colaborativo;
- Aprendizado centrado em tarefas baseadas em elementos do mundo real.

Um exemplo de “máquina a ser ensinada” é materializado na linguagem de programação Logo, que foi especialmente desenvolvida para atividades educacionais. O grupo de pesquisadores, do Massachusetts Institute of Technology (MIT-USA), que a desenvolveu, liderados por Papert, definiu que esta linguagem é considerada tanto simples, quanto complexa. No contexto educacional é uma linguagem simples, pois apresenta características de acessibilidade que possibilitam o seu uso por indivíduos de nível de escolaridade e áreas distintas. Quanto aos conceitos computacionais usados em seu desenvolvimento, Logo é considerada sofisticada, pois conta com características relacionadas a três paradigmas de programação, a saber: procedural, funcional e orientado a objetos. A linguagem Logo permite que o aluno aprenda, ao ensinar o computador a desenhar figuras geométricas na tela do computador (PAPERT, 1993). A Figura 2.2 mostra como um aluno pode desenhar quadrado usando comandos simples.

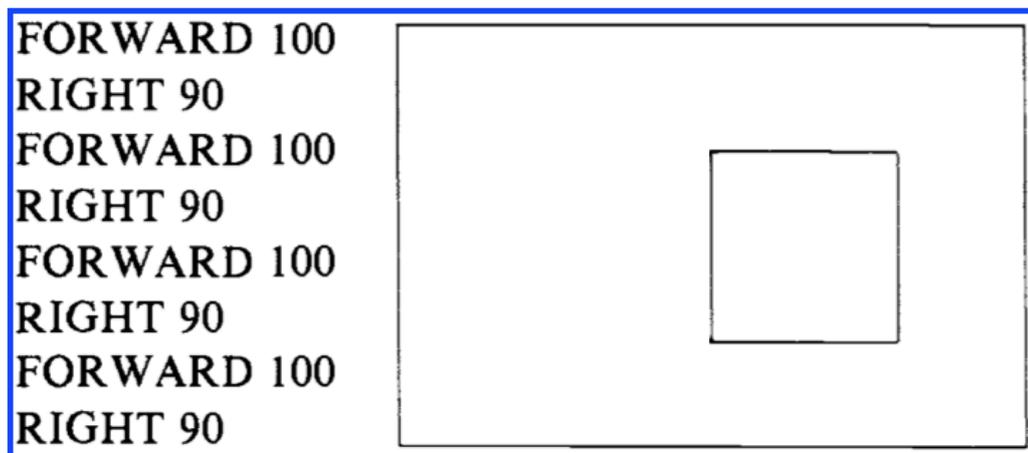


Figura 2.1 - Exemplo de programação Logo [Adaptado de Papert (1993)].

No referido às atividades em cooperação pode ser observado que o professor, para o desenvolvimento destas atividades, deve ter conhecimento das capacidades e das experiências dos alunos. Se planejada corretamente, a atividade deve resultar em ações em parcerias, onde os alunos e professores devem aprender juntos (BASTOS, 2002).

2.4 A Escola do Conhecimento

Em uma breve contextualização histórica destaca-se que as ações de aprendizado mais primitivas tiveram início nas sociedades tribais, nas quais o processo de aprendizado ocorria

durante as atividades diárias como a busca por alimentos, festas e ritos religiosos. Destaca-se ainda que um desenvolvimento considerável deste processo ocorreu na civilização egípcia, que o usou para solucionar problemas práticos e tangíveis, como calcular distâncias e estimar a quantidade de grão produzidos em uma determinada área (MOSER, 2011).

Mesmo que inicialmente tenha sido criado para desenvolver conhecimento relacionado a resolução de problemas, o processo de ensino como o conhecemos, atualmente voltado ao conteúdo, teve suas bases na Revolução Industrial inglesa. Godin (2010) destaca a criação escola pública como solução para o problema da falta de trabalhadores nas fábricas, explicando que o funcionamento destas escolas é também semelhante ao das fábricas, produzindo alunos que saibam apenas executar tarefas em um sistema de comando e controle. Em uma referência direta ao foco no conteúdo iniciado com a educação burguesa, pós Revoluções Americana e Francesa, Pilletti (1996) ressalta que “a escola é forçada a modernizar-se, a dar mais importância aos conteúdos técnicos e científicos ao longo das antigas matérias clássicas e literárias”.

Godin (2010) também ressalta que o atual sistema de competição por empregos e produtos, gerou uma escola que não incentiva as artes e que recompensa os burocratas, salientando que seus professores são treinados para avaliar o aluno quanto a sua habilidade em se adequar ao sistema e quanto a sua capacidades de absorver conteúdo. Robinson & Aronica (2009) destacam que a educação faz parte do processo de desenvolvimento humano e que a escola atual é convergente e oposta a diversidade, pois tem como foco a padronização, conspirando assim contra a descoberta de talentos naturais e contra o exercício prazeroso da aprendizagem.

Na atual sociedade do conhecimento as inovações tecnológicas acontecem em um ritmo acelerado, tornando fundamental a necessidade de que o conhecimento seja identificado e gerido com inteligência, planejamento e velocidade compatível com esta característica (TOFFLER, 2001). Este já poderia ser um argumento para que o modelo educacional sofresse mudanças. No entanto, os motivos vão muito além dos relacionados ao conhecimento em si. Resnick (2013) observa que as crianças desta atual sociedade enfrentam um fluxo contínuo de questões e de desafios, destacando que elas devem aprender a "projetar soluções inovadoras para problemas inesperados" e que o sucesso e a satisfação pessoal terá forte vínculo com o desenvolvimento de habilidades relativas a "pensar e agir criativamente". Resnick ainda

ressalta que o "conhecimento por si só não é suficiente: elas (as crianças) devem aprender a usar seu conhecimento de maneira criativa".

No contexto da implementação de uma escola do conhecimento algumas características fundamentais podem ser destacadas. Blikstein (2013) ressalta que a construção do conhecimento é notada quando os alunos conseguem planejar, construir e compartilhar publicamente seus objetos de estudo. No mesmo contexto Negroponte, Resnick & Cassell (1997) destacam a facilidade para as crianças aprenderem coletivamente e que a atual conectividade global pode influenciar na criação de "comunidades de construção de conhecimento", onde as crianças podem colaborar em projetos e aprender juntas. Um exemplo destas comunidades são os repositórios de programas da plataforma Scratch desenvolvidos por Resnick et al. (2009), onde os usuários podem compartilhar suas experiências e atividades.

Ainda há de se ressaltar neste contexto da implementação de uma escola do conhecimento, o uso das ferramentas de comunicação como *smartphones* e *tablets*; dando suporte a construção colaborativa do conhecimento. Atualmente, existem diversas ferramentas de colaboração a disposição dos professores e de qualquer profissional. Grandes empresas de desenvolvimento de software disponibilizam gratuitamente ferramentas de desenvolvimento colaborativo como: o Google Drive e o Microsoft Onedrive; que permitem a criação de documentos eletrônicos que podem ter seu desenvolvimento compartilhado por vários usuários.

Outra característica da escola do conhecimento, apontada por Muir-Herzig (2004), descreve a necessidade de que os professores vejam o aprendizado como um "processo ativo, criativo e socialmente interativo", no qual o conhecimento seja percebido pelo aluno, não como conteúdo a ser transferido, mas como algo a ser construído. Muir-Herzig ainda ressalta que a escola com base no conhecimento pode ser mais eficiente que a do conteúdo, pois o nela aluno responde positivamente às "formas alternativas para expressar seu conhecimento", implicando na elevação da auto-estima e melhorando assim o relacionamento com os professores e outros alunos.

Robinson & Aronica (2015) caracterizam o atual sistema escolar como matrizes de rituais organizacionais e de hábitos intelectuais que não refletem os talentos dos alunos, fazendo com que muitos alunos entrem em conflito com estes sistemas, os levando a achar que eles próprios são o problema; que não são inteligentes, ou que devem ter dificuldades na

aprendizagem. Os autores complementam propondo uma revolução da educação com base no indivíduo e em seu ambiente, ressaltando que o indivíduo pode propor mudanças nas próprias experiências educacionais, em sua escola, em sua comunidade e/ou em seu ambiente de trabalho.

2.5 Conceitos Associados às Teorias Construtivista e Construcionista

Uma palavra comumente citada em trabalhos acadêmicos e no meio social é a "colaboração". Organizações estão mais propensas a colaborar umas com as outras em prol do bem comum, assim como pessoas podem criar e usar as "redes sociais" para compartilhar seus pensamentos e ideias com o eventual objetivo de colaborar umas com as outras. Atualmente prega-se que o ensino pode ser mais eficiente se o conhecimento for construído de forma colaborativa. Estes termos retratam o momento social e educacional brasileiro (e mundial), e juntando-se a estes um novo termo está surgindo como elemento fundamental para as ações relacionadas a melhoria do rendimento educacional. Este é o "fazer", a qual está estritamente ligado a atual tendência da competitividade e inovação, assim como fomenta o desenvolvimento de iniciativas como o *Maker Movement* (MM) e outros, que serão detalhados nos tópicos a seguir.

2.5.1 Maker Movement

Mesmo que o *Maker Movement* (ou Movimento do Fazedor), não tenha necessariamente surgido a partir das teorias construtivista e construcionista, é evidente a relação entre estes. Este movimento está se definindo como um novo enredo para pessoas que acreditam que contribuir apenas teoricamente já não é mais o suficiente e estão partindo para o fazer (SAKAMOTO, 2014). Este fazer não está relacionado apenas aos elementos necessários para seguir um procedimento em um manual ou “receita de bolo”, mas está voltado a ter uma ideia e buscar o conhecimento e os instrumentos necessários para materializar um produto resultante daquela ideia. O movimento é sustentado por três pilares interligados em ciclo, a saber: i) informação e recursos acessíveis em comunidades online; ii) a democratização de ferramentas de produção; e o iii) desenvolvimento de ideias através de novas ferramentas digitais (ANDERSON, 2011).

Tendo como base a cultura conhecida como Faça-Você-Mesmo, vindo do termo em Inglês *Do-It-Yourself* (ou simplesmente DIY), o MM apresenta-se como uma vertente

moderna e tecnológica, baseando-se na premissa de que qualquer pessoa pode idealizar, construir e consertar os mais diversos objetos, bastando para isso que saiba (ou aprenda a) usar as ferramentas e os equipamentos necessários à consecução da tarefa. O movimento teve seu início por volta de 2005 com o lançamento da revista *Make Magazine*. Os idealizadores da revista também criaram um evento anual chamado *Maker Faire*, que reúne entre 50 e 125 mil pessoas nas três das maiores cidades dos Estados Unidos (LEMOS, 2014).

Hatch (2014), em seu Manifesto do Movimento do Fazedor, comenta sobre a importância do conhecimento e da inovação vindos das comunidades de prática, que estão em ascensão devido ao maior acesso à informação, à diminuição dos custos e a maior facilidade de uso dos equipamentos e ferramentas. O manifesto reforça o "espírito de fazer" e identifica nove premissas que norteiam o MM, nomeadamente:

- *Fazer*: reforça que o Fazer é fundamental para que o ser humano tenha significado, onde a criação de objetos concretos (reais, tangíveis) faz sentido quando estes objetos podem representar pequenos pedaços do ser;
- *Agir*: o fazer está intimamente ligado ao compartilhar e é complementado pelo compartilhamento do saber como fazer;
- *Dar*: o fazer algo, o fazedor põe algo dele no objeto e ao dar o objeto ele está doando a outro um pequeno pedaço de si;
- *Aprender*: todos devem aprender a fazer e aprender mais sobre as suas criações. Isto permite a construção de um caminho de aprendizagem ao longo da vida;
- *Equipar*: deve-se procurar ter acesso aos equipamentos corretos para os projetos, investindo em um local e ferramentas apropriadas;
- *Divertir*: o fazedor deve divertir-se com o que está fazendo, surpreendendo-se, animando-se e tendo orgulho do que descobre;
- *Participar*: o fazedor se une ao movimento para alcançar aqueles que já estão descobrindo a alegria do fazer. Participa de seminários, feiras, exposições, aulas e compartilha com outros o seu conhecimento;
- *Apoiar*: o movimento requer apoio emocional, intelectual, financeiro, político e institucional. Para o movimento a melhor esperança para melhorar o mundo são as próprias pessoas, as quais são responsáveis por fazer um futuro melhor;
- *Mudar*: o fazedor abraça a mudança que vai ocorrer naturalmente com ele. Fazendo isso ele se tornará uma versão mais completa dele mesmo.

Anderson (2011) defende que se estabeleceu uma cultura de que as pessoas devem compartilhar seus projetos e soluções, colaborando com outras pessoas e assim sustentar o crescimento das comunidades online, de modo a tornar as ideias tangíveis, com menor necessidade de esforço e de tempo para desenvolvê-las. No contexto da ação universitária o apoio ao MM pode trazer diversos benefícios, principalmente os relacionados com a prática de ensino, com a extensão e com a possibilidade de levar a pesquisa relativa ao desenvolvimento e a implementação de objetos de aprendizagem para onde realmente esta é mais necessária, ou seja, para os ensino fundamental e médio, que no Brasil são demasiadamente carentes destes recursos.

2.5.2 Maker for Education

Observa-se que o MM, diferentemente de apenas uma proposta em sentido contrário ao da teoria por si só, ocupa-se principalmente em redefinir o sentido de participar, de democratizar e de falhar. Isso pode ser ressaltado nos comentários de Sakamoto (2014), que destaca que muitos dos atuais ícones da inovação e da ciência criticam a atual forma de aprendizado, onde a teoria vem antes da prática, ressaltando que o aprender fazendo pode minimizar o fator medo e principalmente redefinir o que é errado.

Resnick (2013), professor do MIT Media Lab, crê que todas as fases do aprendizado deveriam ter processos semelhantes ao do jardim de infância. Ele observa que os espaços onde os seus alunos de mestrado e doutorado executam suas atividades é fisicamente semelhante a salas da educação infantil, com laboratórios amplos, com muito material colorido, e até mesas de totó e pingue-pongue à disposição. Por estarem em uma universidade com um dos melhores recursos tecnológicos do mundo, além destes apetrechos artesanais, estão também a disposição dos alunos, computadores e robôs de última geração. Resnick observa que é nestes ambientes que as mudanças na educação devem ser propostas, destacando que barreiras que têm sufocado a escola devem ser transpostas: a de disciplina, para que os alunos possam aprender por projetos; a de tempo, para que não sejam obrigados a dedicar apenas cinquenta minutos ou uma hora a alguma atividade; a de idade, para que colegas de séries distintas possam aprender uns com os outros; assim como a dos muros da escola, que limita o ambiente do aprendizado. Resnick afirma ainda que é necessário fazer com que o aprendizado dure o dia inteiro, fazendo também com que as atividades executadas fora da escola influenciem no que é feito dentro - e vice-versa.

No contexto educacional o MM inspira o Maker for Education, onde são identificadas cinco premissas específicas, que devem nortear as ações e projetos nesta área (MAKE, 2014).

Estas premissas são:

- *Fazendo juntos*: a curiosidade e a necessidade de trocar idéias, conselhos, orientação e apoio, faz com que os Fazedores raramente trabalhem isoladamente;
- *Exposição e não competição*: a motivação não deve vir de prazos e pressão, mesmo auto-imposta, para mostrar algo interessante, mas deve vir da necessidade de fazer e compartilhar o seu melhor;
- *Abraçando o fracasso*: no processo construtivo e inovador, o fracasso é inevitável. No entanto, quem faz deve aprender com seus erros e tentar novamente, até que seu projeto esteja completo;
- *Ferramentas estão em constante melhoria*: as ferramentas de trabalho estão ficando mais eficientes e mais fáceis de usar, e neste contexto, a indústria tem se mostrado interessada no desenvolvimento destas. É necessário ao fazedor manter-se em constante observação quanto ao desenvolvimento e a disponibilização destas novas ferramentas;
- *Todos podem fazer*: a natureza do indivíduo faz que este sempre se dedique a algo, não interessando que seja em estúdios, lojas, garagens e cozinhas, o importante é terminar o projeto. Neste contexto, não importa a idade ou nível de conhecimento, o que importa é aprender e fazer.

2.5.3 Maker Space

Juntamente com a ideia do MM veio a ideia do espaço destinado a ele, e assim foi cunhado o termo *Maker Space*. Conceitualmente um *Maker Space* deve ter características e funcionalidades de um centro comunitário com equipamentos e ferramentas, combinando a fabricação de produtos, a comunidade e a educação, permitindo aos seus membros que projetem e desenvolvam seus trabalhos manufaturados, os quais não teriam muito custo financeiro para um indivíduo. Estes espaços podem ser concretizados por indivíduos fracamente organizados dividindo espaço e ferramentas, por empresas/corporações com ou sem fins lucrativos, por organizações associadas em escolas, universidades e bibliotecas, dentre outros (MAKERSPACE, 2013).

Em um *Maker Space* as pessoas estão unidas em torno de uma Comunidade de Prática⁷ com o objetivo de fazer, criar e (potencialmente) inovar, através do acesso e compartilhamento de equipamentos, comunidade e conhecimento. Eles representam a democratização do *design*, engenharia, fabricação e educação. Kemp (2012) observa que os ambientes de trabalho em escolas de nível médio (com exceção das técnicas) estão desaparecendo em um ritmo alarmante, observando também que temas como Educação Tecnológica não são considerados como núcleos obrigatórios. A uns dez anos atrás a causa destes fatores poderia ser o alto custo para aquisição dos equipamentos necessários. No entanto, atualmente além destes equipamentos serem mais baratos, outros mais modernos e de menor custo estão surgindo, como por exemplo as impressoras 3D.

Kemp (2012) também destaca que a "beleza do *Maker Space* é a capacidade de não só inspirar os alunos, mas de acelerar a sua ingestão através da aplicação do conhecimento curricular emocionante e imaginativo". Neste contexto Kemp explicita alguns exemplos, ilustrando como os *Maker Spaces* podem ser úteis:

- *Ciência*: podem auxiliar na modelagem física de conjunto de compostos químicos, células e estruturas do osso, e no desenvolvimento da compreensão de como os dados são adquiridos e analisados;
- *Engenharia e Tecnologia*: podem complementar um vasto leque de projetos que normalmente requerem máquinas de alto custo, as quais podem ser projetadas e construídas no próprio ambiente escolar;
- *Artes*: fornecem o meio e as ferramentas para um grande número de projetos artísticos, incluindo a modelagem, fotografia, arte controlado por computador, luz, sons e outros;
- *Matemática*: ajudam a ilustrar muitos conceitos através da produção de objetos físicos. Equações e seus relacionamentos podem ser fisicamente construídas, alteradas e computadas, todos dentro da sala de aula.

2.5.4 Design Thinking for Educators

São muitos os problemas que a educação escolar enfrenta e por definição o Design Thinking (DT), de acordo com Brown (2008), é uma metodologia que dá suporte a maneira de pensar e abordar estes problemas, concentrando esforços no modelo de pensamento das pessoas. Brown

⁷ Com o objetivo de aprimorar ações ou produtos, uma Comunidade de Prática concatena um conjunto de pessoas unidas por interesses comuns.

também destaca alguns estudos que indicam que o uso desta metodologia implica em bons resultados para a criação inovadora de produtos, projetos, modelos e serviços. Em IDEO (2009) o DT é descrito como uma abordagem norteada por um processo não linear, materializada por meio da compreensão dos indivíduos, da geração eficiente de ideias e do desenvolvimento e validação de protótipos.

Segundo Stuber (2012) existem diversas abordagens do DT, no entanto, a visão para educadores, denominada *Design Thinking for Educators* (DTE), está centrada em transformar os problemas da educação em oportunidades para o aprendizado. De acordo com IDEO (2012) o DTE foi planejado com base em questões comuns ao processo educacional. Dentre as principais questões podem ser destacadas as seguintes: Como preparar com maior eficiência os estudantes para os desafios do século XXI? Como usar objetos digitais de aprendizagem? Como motivar a participação dos pais na escola? Como estimular a troca de ideias entre o corpo docente?

Na direção das premissas apresentadas, o DTE se apresenta como uma visão de que os professores podem fazer a diferença através de ações relevantes, que criem um impacto positivo, transformando desafios em oportunidades (IDEO, 2012). Desta forma o DTE apresenta características específicas, a saber:

- *Centrado no ser humano*: inicia a partir da empatia e compreensão das necessidades e motivações do público alvo;
- *Colaborativa*: beneficia o processo de desenvolvimento pela observação de várias perspectivas;
- *Otimista*: tem como base a crença de que todos podem inovar e criar mudanças, não importando a complexidade do problema;
- *Experimental*: com foco no aprender fazendo, aceita a falha como um caminho para o aprendizado.

Para cada uma das suas etapas, a metodologia do DTE oferece os métodos e ferramentas para organizar as propostas de trabalho, para preparar listas de atividades e para especificar materiais como fotos, histórias inspiradoras, assim como aplicações para computadores e outros dispositivos (e.g. *tablets* e *smartphones*). Defendendo que cada problema requer uma abordagem específica, o DTE especifica soluções coletivas, sem uma receita pronta, onde as diversas soluções não necessariamente precisam ser seguidas ao "pé da

letra" (IDEO, 2012). Em termos gerais, a metodologia do DTE é dividida em cinco etapas, nomeadamente:

- *Descoberta*: nesta etapa a curiosidade sobre como enfrentar os desafios deve ser aguçada e as principais questões devem ser levantadas. Ações como a observação das pessoas envolvidas e determinação do público-alvo, são fundamentais para entender quais as necessidades;
- *Interpretação*: objetiva transformar as ideias em elementos significativos, onde histórias, experiências e bagagem individual são valorizadas para que o universo destas possa representar as múltiplas propostas de soluções;
- *Ideação*: o termo por si só implica na geração de muitas ideias, ressaltando-se que mesmo "pensamentos malucos", podem ter um caráter visionário. A metodologia ressalta que a preparação e a condução cuidadosa de reuniões podem levar a uma diversidade de novas ideias;
- *Experimentação*: nesta etapa as ideias devem ganhar vida, pois aqui são experimentadas algumas das possíveis soluções para o problema proposto. A construção de protótipos é fortemente recomendada, pois torna as ideias mais tangíveis e faz com que o aprendizado seja mais eficiente, já que as tentativas levam as diversas opções sobre como refinar as ideias; e
- *Evolução*: para esta etapa observa-se a avaliação das ações e dos resultados, ressaltando o desenvolvimento do conceito ao longo do tempo de execução das tarefas. O resultado da avaliação eventualmente implica no planejamento de ações futuras, no compartilhamento de ideias e na documentação do processo, de forma que a evolução seja percebida.

A aplicação do DTE eventualmente influencia a geração de aprendizes ativos, onde a motivação para curiosidade leva ao caminho da aquisição de conhecimento, de forma divertida, atraente, inspiradora e motivadora, tanto para os alunos, quanto para os professores, estimulando-os a superar os seus limites, a participar ativamente do seu processo de aprendizagem, por meio da construção do seu universo pessoal de aprendizagem.

2.6 As Teorias Construcionista e Construtivista no Contexto da Tese

Estas teorias, mesmo tendo surgido nos meados do século XX, ainda são atualmente usadas como base para a criação de conhecimento (nesta tese e em outros trabalhos), no

desenvolvimento de novos conceitos (Design Thinking for Educators, Maker Movement, ...) e como subsídio teórico para a planejamento e implementação de produtos educacionais (Little Bits, Makey Makey, Scratch, ...).

Observa-se ainda que, no processo de aprendizado, principalmente no ensino de ciências, a criança deve ser conduzida a observar e pensar de um maneira diferente sobre o mundo que a cerca e naturalmente explicar-lo. Esta prática deve ser encarada como um processo continuado de transformação do objeto estudado, assim como do próprio do aluno. Tendo o ensino de ciências como foco, é importante frisar que a criança não precisa ir para a escola para aprender sobre a vida e sobre a natureza, pois já nasce cercado por elas; e neste sentido o professor precisa reconhecer suas limitações e iniciar um processo de retorno às suas origens, voltando a ser criança para poder aprender e ensinar, iniciando o processo observando os conceitos mais fundamentais em cada área do conhecimento.

No que tange especificamente a esta tese, já foi observado que estas teorias constituem seus "pilares de sustentação". De maneira mais explícita pode ser destacado que estas não só conduzem toda prática usada nos experimentos, assim como também estão materializadas no modelo proposto e nos produtos especialmente desenvolvidos para uso nos eventos da pesquisa - descritos a partir do capítulo 5.

3. CONHECIMENTO E GESTÃO DO CONHECIMENTO

O conhecimento certamente reside nas pessoas. No entanto, é fato que o conhecimento pode ser externalizado, capturado, formalizado e representado. Tendo o conhecimento como foco desta tese, este precisa ser observado com mais detalhes, através das respostas a questões básicas, como: i) o que é conhecimento?; ii) como o conhecimento pode ser classificado?; iii) como ele pode ser representado?; iv) como ele pode ser gerido? Os tópicos a seguir devem responder estas questões, assim como outras relacionadas.

3.1 O Conhecimento

A humanidade, em seu contexto histórico, vem passando por diversas transformações, que foram impulsionadas principalmente por fatores que permitiram ao ser humano viver momentos inovadores como a implementação da agricultura, da revolução industrial e da atual revolução da informação e do conhecimento (TOFFLER, 2001). Nestas fases, o ser humano usou fortemente o elemento informação e o conseqüente conhecimento advindo desta.

3.1.1 Conceitos e Definições

Um conceito importante a ser avaliado antes do conceito da informação é o de dado, que se apresenta como elemento base para uma informação, pois pode ser obtido a partir da simples observação de um estado na natureza, além de poder ser facilmente estruturado, transferível e quantificado. Neste contexto observa-se que uma informação pode ser obtida da manipulação, do processamento, ou até da simples organização de dados, os quais representam uma alteração quantitativa e/ou qualitativa no conhecimento do sistema natural (DAVENPORT & PRUSAK, 2003).

Uma maneira de entender o conceito de conhecimento é fazer a distinção entre dado, informação, conhecimento e sabedoria. Esta distinção normalmente é referida como hierarquia DIKW (dos termos na língua inglesa, nomeadamente Data, Information, Knowledge, and Wisdom) do conhecimento ou a pirâmide do conhecimento (Figura 3.1). A suposição implícita é que os dados podem ser usados para criar informação, a informação pode ser usada para criar conhecimento, e finalmente a sabedoria é criada a partir do conhecimento (ROWLEY, 2007). A metáfora visual da pirâmide descreve o fato de,

geralmente, grandes quantidades de dados são destilados a uma quantidade menor de informação. Em seguida, uma ainda bastante grande quantidade de informação é destinada a criação um conhecimento mais limitado (HEY, 2014).

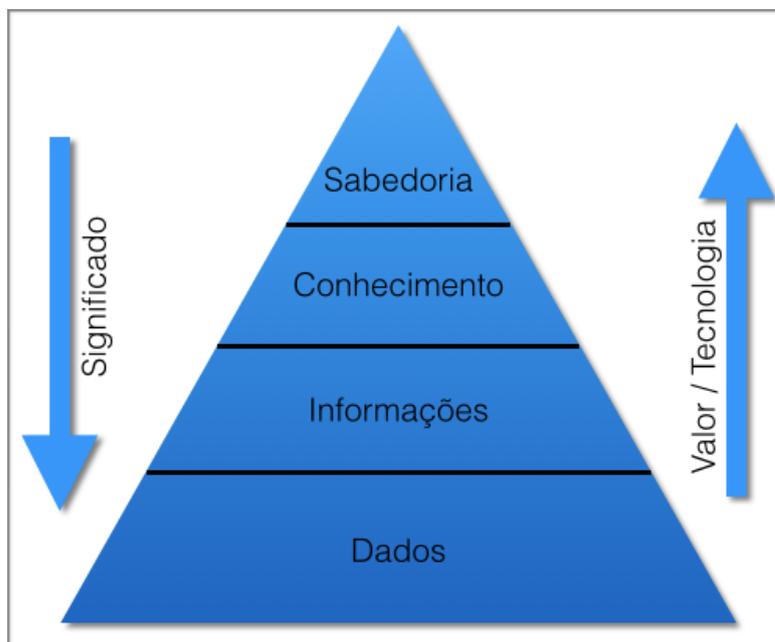


Figura 3.1 - Pirâmide do conhecimento [Adaptada de Rowley (2007)].

Esta hierarquia (DIKW) é usada e discutida em diversas áreas de conhecimento, permeando o domínio da Gestão do Conhecimento (GC) em toda a sua extensão (ZELENY, 1987). Ackoff (1989) também propôs uma categorização semelhante, onde os conceitos são definidos da seguinte maneira:

- Os dados representam fatos brutos e símbolos que não têm nenhuma importância ou significado por si próprio (ACKOFF, 1989; BELLINGER, CASTRO & MILLS, 2013). Dados lidam com o passado e são obtidos por meio de pesquisa, criação, coleta ou descoberta (ACKOFF, 1989). Os dados também podem ser definidos como uma informação não processada e ao serem obtidos, a primeira ação é tentar encontrar uma maneira de atribuir significado a eles (HEY, 2014);
- A informação normalmente é resultante dos dados que foram processados, ou seja, dos dados a que foram atribuído significado, e que foram organizados ou relacionados, de modo que sejam úteis (ACKOFF, 1989; BELLINGER, CASTRO & MILLS, 2013; HEY, 2014). A informação também pode ser considerada como uma agregação de dados processados em relação às dimensão do quê, de quem, quando e onde foram obtidos (ACKOFF, 1989);

- O conhecimento é criado quando os dados e informações são organizadas, acumulados e integrados, de modo que um padrão é visualizado, e este padrão descreve tanto um problema recorrente, quanto o núcleo de solução deste problema (HEY, 2014; NONAKA e TAKEUCHI, 1995). O conhecimento também é construído para alcançar um contexto e/ou um nível de compreensão, sendo também entendido como pessoal, residente nas cabeças das pessoas e construído a partir do zero pelo indivíduo, através de (ou utilizando) suas experiências. Este aspecto pessoal também o torna mais difícil de ser transferido de uma pessoa para outra (HEY, 2014). O conhecimento compreende estratégias, práticas, métodos e abordagens relacionadas a "como" saber fazer algo, ou seja, os dados e informações estão no âmbito do "olhar para o passado", enquanto o conhecimento, que representa uma especificação de padrão dos dados e informações, pode interpolar este padrão para "lidar com o presente". O conhecimento é basicamente o primeiro passo na escada de decisões, permitindo que estas decisões sejam tomadas com alguma precisão e previsibilidade;
- A sabedoria é o nível máximo de compreensão e surge quando o indivíduo entende os princípios fundamentais dos padrões que representam o conhecimento (BELLINGER; CASTRO & MILLS, 2013). A sabedoria representa o mais alto nível de abstração e tende a criar seu próprio contexto, o qual incorpora princípios, compreensão, comportamento ou paradigma, lidando com o que é certo ou errado, bom ou mau, dentre outros (ACKOFF 1989). A sabedoria é extrapolativa e pode abordar o futuro, ao invés de apenas versar sobre o passado ou o presente, como no caso dos níveis mais baixos da pirâmide do conhecimento. Com sabedoria, um indivíduo pode fazer previsões mais precisas sobre os impactos das suas decisões e ações futuras (ACKOFF 1989; AHSAN & SHAH, 2006). Uma pessoa que possui um nível elevado de sabedoria é experiente, está consciente do contexto, é flexível a ponto de poder mudar a sua perspectiva, reconhece a incerteza e os limites para o conhecimento, estando preparado para ser flexível sobre as soluções encontradas para um problema qualquer (ROWLEY 2007).

Seguindo esta linha de raciocínio, o conhecimento pode ser construído através de informações que podem ser expressadas e verbalizadas, além de poderem ter seus comportamentos relativamente estáveis ou estáticos, relacionados com características subjetivas e não palpáveis, contidas na memória das pessoas e por sua vez instáveis ou

dinâmicas, envolvendo experiência, contexto, interpretação e reflexão (NONAKA & TAKEUCHI, 1995).

Ainda relacionado ao conceito de conhecimento, Davenport e Prusak (1998) destacam que este deriva da informação através do processo de comparação e conversação, assim como pode ser consequência da especificação de conexões com o conhecimento previamente adquirido. Os autores também caracterizam o conhecimento através do conjunto de experiências, valores, informação contextual e insights de especialistas que fornecem uma estrutura para a validação e incorporação das novas experiências e informações.

3.1.2 Classificações

Um dos princípios fundamentais da GC está relacionado à premissa de que somente seres humanos podem criar conhecimento, estando este conhecimento armazenado no cérebro humano e podendo ser externalizado (total ou parcialmente) através de uma representação explícita. Deste modo o conhecimento humano foi classificado, por Nonaka e Takeuchi (1995), em dois tipos fundamentais, nomeadamente: tácito e explícito. Meyer e Sugiyama (2007) destacam o conhecimento individual como requisito para o conhecimento organizacional (obtido da coletividade no referido à uma instituição), no âmbito da contribuição com o conhecimento técnico (obtido de especialistas), consolidando uma estrutura de comunicação organizacional, fazendo necessária a distinção entre os dois tipos de conhecimento (tácito e explícito).

Definido como conhecimento subjetivo, o conhecimento tácito normalmente resulta de experiências e estudo, sendo também caracterizado pela dificuldade de ser verbalizado, reproduzido ou armazenado em documentos ou base de conhecimento. O conhecimento tácito, que mesmo sendo difícil de ser formalizado por ser pessoal e fortemente incorporado a experiência do indivíduo, pode ser considerado o mais importante (NONAKA & TAKEUCHI, 1995).

Em uma das primeiras menções documentais ao termo "conhecimento tácito", Polanyi (1966) o caracteriza como de difícil codificação e comunicação, principalmente por ser altamente pessoal e profundamente relacionado à pessoa que o detém, pois normalmente é composto por percepções subjetivas, intuições e palpites. Este tipo de conhecimento está enraizado na ação, nos procedimentos, nas rotinas, nos compromissos, nas ideias, nos valores e nas emoções do indivíduo, assim como é caracterizado pelo seu envolvimento em um

contexto específico (NONAKA, TOYAMA & KONNO, 2000). Polanyi (1966) também propõe que "sabemos mais do que podemos dizer".

A transferência de conhecimento tácito é melhor alcançada usando de experiências compartilhadas, quando indivíduos passam o tempo juntos em um mesmo ambiente (NONAKA, TOYAMA & KONNO, 2000). Neste contexto, o "aprendiz" absorve o conhecimento tácito necessário para a sua arte através de mãos experientes do "mestre" (SNOWDEN, 2003).

Quanto ao conhecimento explícito, pode-se afirmar que é objetivo e que pode ser codificado, sistematizado, compartilhado, e sendo assim de natureza declarativa, pode ser formalizado em manuais, relatos, pesquisas e afins através de uma linguagem formal e sistemática (NONAKA & TAKEUCHI, 1995; URIARTE, 2008; DALKIR, 2005). O conhecimento explícito, comumente usado, por ser expresso em linguagem formal (apropriada para representar conhecimento), pode também ser transmitido e armazenado nos mais diversos tipos de mídia (NONAKA & TAKEUCHI, 1995).

Jasimuddin, Klein e Connell (2005) observam que conhecimento explícito, por incluir fatos, regras, relações e políticas, pode ser codificado e compartilhado, e conseqüentemente, é fácil de ser comunicado e armazenado. Desta forma, o risco de perder o conhecimento explícito (e.g. devido à rotatividade de funcionários em uma organização) é muito pequeno. Hey (2014) refere-se a conhecimento tácito e explícito através da metáfora da viscosidade, a qual descreve que o conhecimento explícito é "pegajoso" e que o conhecimento tácito é "escorregadio" e difícil de manter.

Esta classificação mostra que o conhecimento extrapola o indivíduo, fazendo com que algo que seja representado sem a intervenção humana, tenha que, de alguma forma ter conhecimento incorporado. Este conhecimento incorporado em repositórios não humanos, normalmente são encontrados em documentos que materializam de melhores práticas, rotinas, sistemas, estruturas e estratégias, onde a GC tem como principal objetivo tratar estes conhecimentos. Em consonância com esta classificação Nickols (2000) define o conhecimento implícito como um tipo de conhecimento que tem possibilidade de ser articulado, mas ainda não foi. Nickols também organiza graficamente os tipos de conhecimento (Figura 3.2), destacando que o conhecimento tácito não pode ser articulado (apresentado em parágrafos ou artigos).

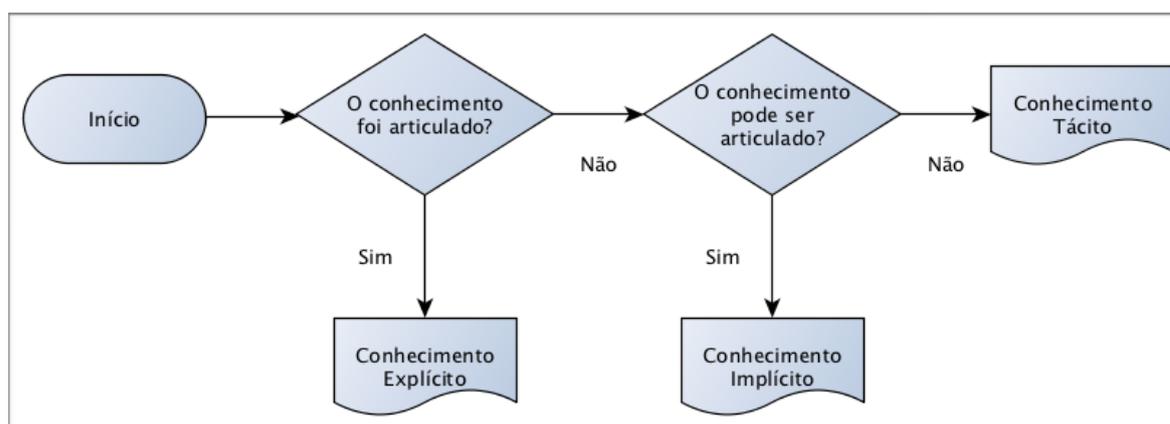


Figura 3.2 - Diagrama de fluxo dos tipos de conhecimento [Adaptado de Nickols (2000)].

Há compreensão de que as formas de conhecimento tácito e explícito, assim como as suas diferentes maneiras de transmissão, de disseminação, de armazenamento e de processamento, podem ser os motores para os eventos de inovação e criação do conhecimento em uma organização. Isto deve-se ao fato de que o conhecimento tácito até pode ser disseminado, mas é necessário que ele seja previamente explicitado, de maneira que se torne compreensível, e novamente incorporado a outros membros da equipe, como novo conhecimento tácito, criando assim mais conhecimento (NONAKA & TAKEUCHI, 1995). Esta sequência de ações especifica o processo de transformação entre tipos de conhecimento, que será abordado mais adiante.

Além da classificação anteriormente citada, Choo (1998) declara a existência de um outro tipo de conhecimento, chamado de conhecimento cultural pois está relacionado a pressuposições, crenças e normas usadas por membros de uma organização, para atribuir valor e significado a dados e informação. Além deste, outros tipos de conhecimento são encontrados na literatura de áreas específicas, como na metodologia científica, onde Lakatos e Marconi (1991), descrevem (Quadro 3.1) as características de quatro tipos de conhecimento, nomeadamente popular, científico, filosófico e religioso.

Quadro 3.1 - Tipos de conhecimento [Adaptado de Lakatos e Marconi (1991)].

Popular	Científico	Filosófico	Religioso
Valorativo	Real (factual)	Valorativo	Valorativo
Reflexivo	Contingente	Racional	Inspiracional
Assistemático	Sistemático	Sistemático	Sistemático
Verificável	Verificável	Não verificável	Não verificável
Falível	Falível	Infalível	Infalível

Popular	Científico	Filosófico	Religioso
Inexato	Aproximadamente exato	Exato	Exato

3.1.3 Transformações

Jasimuddin, Klein e Connell (2005) argumentam que conhecimento tácito e explícito são inseparáveis e se complementam. O relacionamento entre eles pode ser comparado com um iceberg, onde o conhecimento explícito é representado pela parte visível do iceberg, assim como é a apoiada e tem significado explicitado pela parte tácita, que encontra-se escondida.

Esta metáfora sugere que, em um determinado momento, para que o significado do conhecimento explícito seja visualizado, o conhecimento tácito relacionado a ele deve ser devidamente transformado. Esta relação de transformação de conhecimento é descrita por Nonaka e Takeuchi (1995) através do modelo representado através de quatro atividades (Figura 3.3) executadas em um processo iterativo incremental (espiral), nomeadamente socialização, externalização, combinação e internalização.

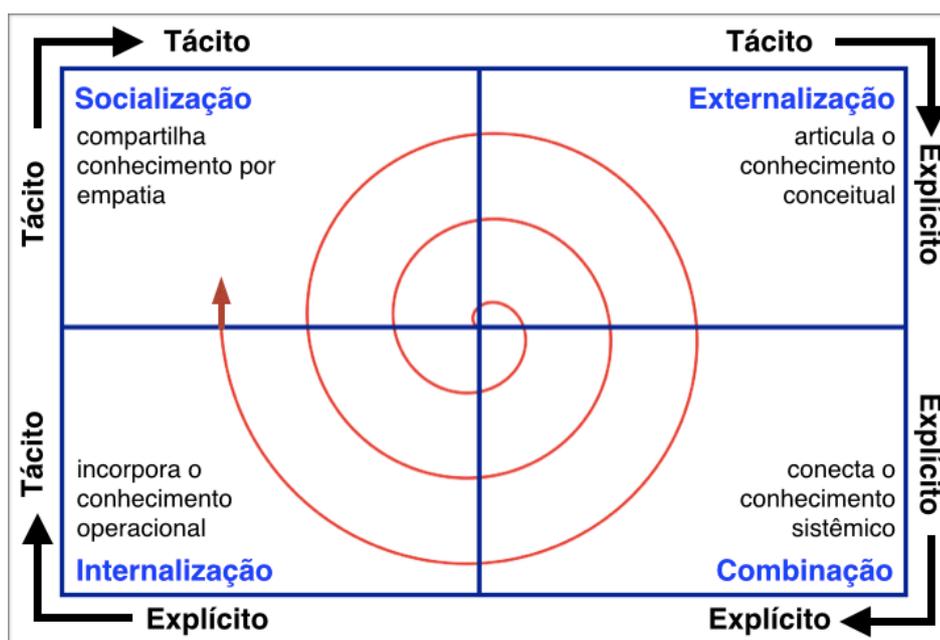


Figura 3.3 - Transformação do conhecimento [Adaptado de Nonaka e Takeuchi (1995)].

As transformações apresentadas na figura anterior, podem ser descritas da seguinte maneira:

- *Socialização*: de Tácito para o Tácito através de procedimentos de partilha de experiências, criando novo conhecimento tácito como modelos mentais e habilidades técnicas;

- *Externalização*: de Tácito para o Explícito onde os procedimentos de conversão do conhecimento, agem por meio do diálogo ou reflexão coletiva, utilizando raciocínio e intuição;
- *Combinação*: de Explícito para o Explícito através da sistematização dos conceitos, gerenciando documentos, reuniões, comunicações, banco de dados e outros;
- *Internalização*: de Explícito para o Tácito, onde o objetivo é aprender fazendo, incorporando conhecimento explícito e transformando-o em tácito.

Uma vez que a interação entre conhecimento explícito e tácito implica na criação de conhecimento, o modelo tenta ilustrar que o conhecimento detido por pessoas é compartilhado com outros indivíduos para criar um novo conhecimento. A espiral de conhecimento, assim como a quantidade de conhecimento por assim dizer, cresce o tempo todo, quanto maior for o número de iterações na espiral.

O processo de criação do conhecimento proposto por Nonaka e Takeuchi (1995) parece adequado à adoção em um ambiente colaborativo, onde o conhecimento é: i) transformado de forma a evoluir ao longo do tempo; ii) gerenciado em torno problemas e soluções, a fim de ser adequadamente capitalizado; iii) melhor capitalizado com o apoio adequado de mecanismos de conversão; e iv) suportado por um conjunto de serviços para aumentar o nível semântico das fontes de conhecimento.

3.1.4 Representação

As ontologias, tendo transcendido o domínio da filosofia, são atualmente designadas como parte de atividades de diferentes domínios, como por exemplo a Inteligência Artificial e a GC. Ontologias são consideradas muito frequentemente, elementos essenciais integrados em catálogos, bases de dados orientadas pela semântica, documentos baseados na *web*, e outros.

No âmbito dos instrumentos de representação do conhecimento é importante destacar os usados para apoiar, classificar, difundir e recuperar conhecimento. Neste contexto destaca-se a ontologia, que segundo Gruber (1993) estabelece um vocabulário comum necessário ao compartilhamento de conhecimento, o qual permite a especificação formal e explícita de uma classificação que possibilita a recuperação do conhecimento de forma independente do processo de organização usado.

Na prática, uma ontologia é caracterizada por definir uma linguagem e seu conjunto de termos, os quais serão usados para formular consultas. O núcleo da ontologia lista as regras de

combinação entre os termos e seus relacionamentos, onde estes relacionamentos são criados por especialistas, para que os usuários possam formular consultas usando os conceitos especificados (ALMEIDA & BAX, 2003).

Em complemento a ontologia é definida a taxonomia, que no âmbito da GC define os componentes estruturantes e estratégicos para problemas com base em informação e conhecimento, especificando assim os modelos para classificação destes (TERRA et al, 2014). Também deve ser destacado que, em um sentido mais amplo, a taxonomia cria a estrutura (organização) e os rótulos (nomenclatura) que possibilitam a fácil localização de informação relevante, desta forma podendo ser considerada como um esquema que ordena e rotula metadados para organizar sistematicamente a informação (MARTINEZ et al, 2004). A Figura 3.4 exemplifica o uso destes instrumentos para apresentação da hierarquia necessária à definição de uma tabela em HTML. No exemplo, apenas para ilustração, são apresentadas os atributos e algumas informações que poderiam estar contidas em uma tabela.

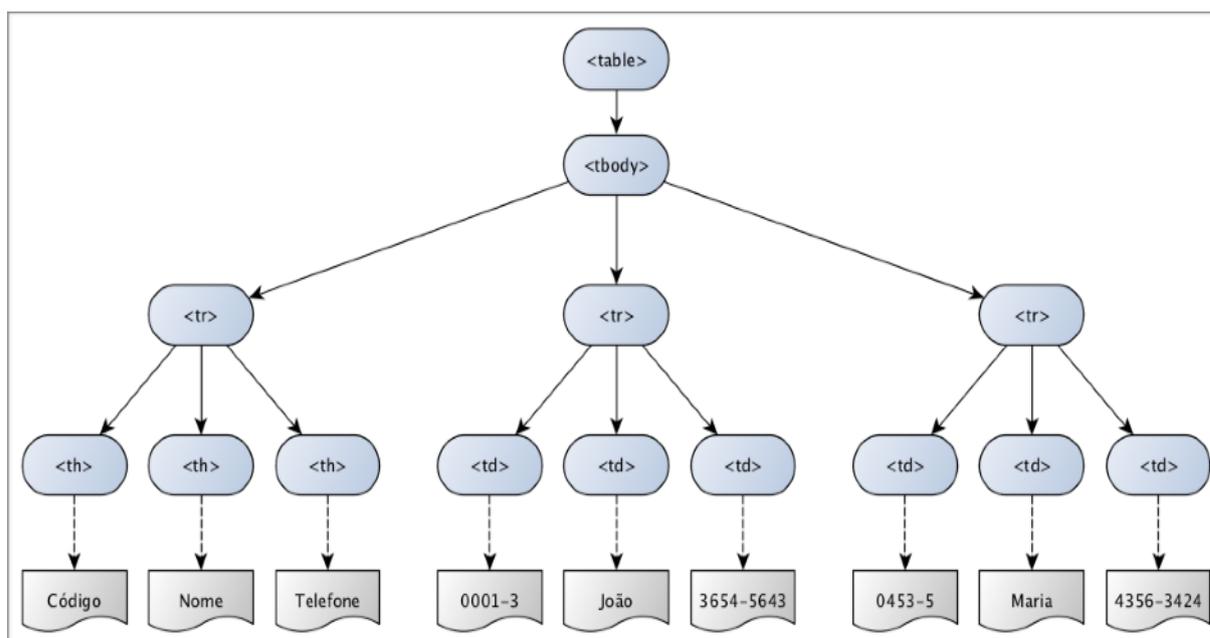


Figura 3.4 - Taxonomia para a estrutura hierárquica de uma tabela em HTML.

No contexto da representação computacional de uma ontologia foram criadas algumas linguagens especialmente destinadas a tarefa. Almeida e Bax (2003) destacam que as linguagens usadas para representação computacional de ontologias podem ser distribuídas em três categorias, a saber: i) linguagens de ontologias tradicionais, como Cycl, Ontolíngua, F-Logic, CML, OCML, Loom, KIF; ii) linguagens de marcação, onde se destacam o XML e o RDF; e iii) linguagens baseadas na *Web*, como OIL, DAML+OIL, SHOE, XOL, OWL.

Almeida e Bax (2003) ainda observam que o critério para seleção de linguagem para representação computacional de ontologias pode variar de acordo com o tipo da ontologia desejada. Apesar do fato de que há uma longa lista de linguagens usadas para criar e representar ontologias, esta seção fornece no Quadro 3.2 uma lista resumida das linguagens e/ou formatos de representação que são considerados como padrão, pela sua própria natureza (promovidas por um organismo de normalização), ou por sua aceitação e uso pela comunidade de pesquisadores.

Quadro 3.2 - Linguagens para representação de ontologias [Lima (2004)].

Linguagem	Descrição	URL
DAML+OIL	DAML+OIL é uma linguagem de marcação semântica para recursos da <i>Web</i> . Baseia-se em padrões W3C anteriores, como o RDF e o RDF(S), e estende estas linguagens com primitivas de modelagem mais ricas. DAML+OIL fornece primitivas de modelagem comumente encontrados em linguagens baseadas em quadros. É importante enfatizar que a OWL foi baseada nessa linguagem.	http://www.w3.org/TR/daml+oil-reference
EXPRESS / EXPRESS-G	EXPRESS-G é uma notação gráfica padrão para modelos de informação. É um associado útil para a linguagem EXPRESS, na representação de definições de entidades e tipos, de relacionamentos e de cardinalidades. Usado pela ISO DIS 12006-3.	http://www.steptools.com/support/stdev_docs/devtools/devtools-8.html
OIL	OILS (do termo em inglês <i>Ontology Inference Layer</i>) é uma linguagem que foi desenvolvida no contexto do projeto europeu IST <i>Ontoknowledge</i> . Ela foi criada com base no RDF(S), usando tanto quanto possível as construções RDF(S) a fim de manter a compatibilidade com versões anteriores.	http://xml.coverpages.org/OIL-ecai00.pdf
OWL	A linguagem OWL (do termo em inglês <i>Web Ontology Language</i>) é projetada para ser usada por aplicativos de que precisam processar o conteúdo da informação ao invés de apenas apresentar informações em linguagem natural. O OWL permite uma melhor interpretabilidade para conteúdo da Web do que a suportada pelas linguagens XML, RDF e RDF Schema (RDF-S), fornecendo vocabulário adicional juntamente com uma semântica formal.	http://www.w3.org/TR/owl-features/

Linguagem	Descrição	URL
RDF(S)	O RDF (do termo em inglês <i>Resource Description Framework</i>) define uma linguagem para descrever as relações entre os recursos da <i>Web</i> em termos de propriedades e valores designados. Destina-se particularmente para representar metadados sobre os recursos da <i>Web</i> , como título, autor, direitos autorais e licenciamento informações sobre um documento da <i>Web</i> , assim como o cronograma de disponibilidade de alguns recursos compartilhados.	http://www.w3.org/TR/rdf-schema/
XML	A XML (do termo em inglês <i>Extensible Markup Language</i>) é um formato de texto simples, muito flexível e derivado de SGML. Originalmente concebido para enfrentar os desafios da publicação eletrônica em grande escala, a XML também está desempenhando um papel cada vez mais importante na troca de uma ampla variedade de dados na <i>Web</i> e em outros lugares. A XML tem sido amplamente usada para representar "semântica" na <i>Web</i> , incluindo taxonomias, sistemas de classificação e outros.	http://www.w3.org/XML/
Topic Maps	O <i>Topic Maps</i> (ISO/IEC 13250) definem um modelo para a estruturação de redes de conhecimento semântico e se apresentam como uma solução para organizar e acessar grande e continuamente crescente conjuntos de informação. Eles fornecem uma "ponte" entre os domínios da gestão do conhecimento e da gestão da informação. Eles também podem ser usados para gerar a navegação em um site, assim como muitas outras tarefas relacionadas a metadados. Um mapa de tópicos é uma coleção de temas (um tópico é um recurso que funciona como uma aproximação para algum assunto; a representação de um sistema de mapa de tópicos desse assunto), associações e escopos que podem existir em uma de duas formas, a saber: i) o formato de intercâmbio serializado (e.g. um documento de mapa de tópicos materializado em um sintaxe XTM); ou ii) alguns formulário de aplicação interna, como limitado pelas requisitos de processamento XTM (XML <i>Topic Maps</i>). Um tema em um mapa de tópicos representa um assunto dentro do computador.	http://www.topicmap.com/ e http://www.topicmaps.org

Linguagem	Descrição	URL
KIF	KIF (do termo em inglês <i>Knowledge Interchange Format</i>) é uma linguagem concebida para utilização no intercâmbio de conhecimentos entre sistemas de computadores diferentes. KIF, é uma linguagem lógica peculiar e tem sido proposta como um padrão a ser usado para descrever coisas dentro de sistemas de computador, como por exemplo sistemas especialistas, bancos de dados, agentes inteligentes e outros. Além disso, foi especificamente projetada para ser útil como um "interlíngua". Ou seja, uma linguagem útil como mediadora na tradução de outras linguagens. KIF tem semântica declarativa; é logicamente abrangente (ou seja, fornece cálculo de predicados de primeira ordem para a expressões de sentenças arbitrárias); prevê representação de conhecimento sobre a representação do conhecimento; prevê a representação das regras de raciocínio não-monotônicos; e prevê a definição de objetos, funções e relações. Quando o sistema computacional precisa se comunicar com outro sistema computacional, ele mapeia suas estruturas de dados internos em KIF. KIF é uma linguagem de programação legível e, assim, facilita o desenvolvimento independente de programas de manipulação de conhecimento.	http://logic.stanford.edu/kif/kif.html

3.2 A Gestão do Conhecimento

A Gestão do Conhecimento (GC) pode ser caracterizada por sua interação multidisciplinar, fluindo por áreas que vão desde as ciências cognitivas e organizacionais, atualmente usando muito das tecnologias da informação e contemplando a interação com o indivíduo através da sociologia (antropologia) e das ciências da comunicação.

3.2.1 Definições

A característica multidisciplinar da GC faz com que a esta seja observada através de diversas perspectivas, nomeadamente as: de negócio, da ciência cognitiva (ou do conhecimento), da gestão e/ou administração e da tecnologia ou processo. Estas diversidades de perspectivas abrangentes podem dar suporte às diversas atividades de uma organização, assim como gerar uma certa confusão no meio empresarial e científico (DALKIR, 2005). Ainda segundo Dalkir (2005) já foram publicadas mais uma centena de definições para GC e, dentre estas,

aproximadamente setenta e duas são relevantes. O autor ainda observa que uma boa definição de GC é determinada pela capacidade de capturar e armazenar conhecimento, agregando valor aos ativos intelectuais.

Nonaka e Takeuchi (1995) descrevem a GC através da criação de conhecimento, de modo que esta criação é baseada na transformação e tradução do conhecimento individual, para gerar conhecimento organizacional. De acordo com Uriarte (2008), foi a partir da publicação de Nonaka e Takeuchi (1995) que a GC passou ser reconhecida, pelas as empresas e organizações, como um "fator de inovação".

No contexto da competitividade entre pessoas e organizações, Wiig (1997) apresenta o conceito de GC a partir da necessidade da compreensão, do foco e do gerenciamento da construção do conhecimento de modo sistemático, explícito e deliberado. O autor também destaca que a GC objetiva tornar máxima a eficácia dos ativos do conhecimento de uma organização, centrando as ações de gerenciamento na busca constante da inovação.

Mekhilef, Kelleher e Olesen (2004) descrevem a GC a partir de um conjunto de atividades e processo que objetivam identificar e criar conhecimento organizacional com vistas a aumentar a competitividade através do melhor uso e desenvolvimento de fontes de conhecimento individuais e coletivas.

No contexto da necessidade de uma organização em manter suas metas para desenvolvimento e inovação, Dalkir (2005) define GC como um evento organizacional sistemático de coordenação de pessoas, tecnologias, procedimentos e estruturas, os quais tem como principal objetivo a agregação de valor através de organização e reutilização do conhecimento. O autor ainda observa que a coordenação citada pode ser alcançada por meio da criação, do compartilhamento e da aplicação do conhecimento, assim como pela adição das melhores práticas e das experiências anteriores, na memória da organização. Esta adição de valores tem como objetivo o fomento da aprendizagem organizacional contínua.

Em complemento ao conjunto de definições de GC apresentadas, o Quadro 3.3 destaca as principais características das abordagens de GC já citadas, e de algumas outras, objetivando assim, ampliar a visão e a compreensão global das definição aqui descritas.

Quadro 3.3 - Características principais dos conceitos de GC.

Autor(es)	Características Obtidas do Conceito
Leonard-Barton (1995)	Centrado na criação compartilhada de soluções criativas e no desenvolvimento de competência através de experimentos práticos e de protótipos.

Autor(es)	Características Obtidas do Conceito
Nonaka e Takeuchi (1995)	Descreve a transformação do conhecimento a partir das práticas de socialização, externalização, combinação e internalização.
Barclay e Murray (1997)	Com ênfase na redefinição de processos e nos aspectos culturais do conhecimento.
Wiig (1997)	Define práticas exploratórias do conhecimento organizacional para uso na busca pela inovação.
Davenport e Prusak (1998)	Destaca a informação em contexto, não fazendo distinção entre informação e conhecimento pela impossibilidade de existir informação fora de contexto.
Choo (1998)	Com ênfase na organização do conhecimento pelo uso estratégico da informação.
Nonaka, Toyama e Konno (2000)	Baseado em um conjunto de condições ambientais (físicas, virtuais e mentais) para criação do conhecimento organizacional.
Mekhilef, Kelleher e Olesen (2004)	Objetivando o aumento da competitividade, especificam métodos para criação e identificação de conhecimento organizacional.
Theunissen (2004)	Descreve a GC como um processo complexo e intimamente ligado com os processos de comunicação de uma organização.
Dalkir (2005)	Agrega valor através da gestão e reutilização do conhecimento, objetivando a aprendizagem organizacional continuada.

3.2.2 Modelos

Mesmo com a existência de uma diversidade de propostas de modelos para a GC existe um aspecto comum entre estes modelos, que é o reconhecimento do papel estratégico do conhecimento na competitividade da organização, onde cada modelo é constituído por práticas sistematicamente planejadas para gerenciar o conhecimento organizacional. Observa-se ainda que a diferença entre os modelos normalmente reside no foco dado a determinados aspectos do conhecimento organizacional, onde alguns modelo dão prioridade a geração de conhecimento, a criatividade e a inovação, enquanto outros destacam a manutenção e a codificação do conhecimento existente.

Nonaka e Takeuchi (1995) ressaltam que uma organização deve manter o conhecimento relacionado a um domínio específico de trabalho, o que facilita a identificação e classificação do novo conhecimento dentro deste domínio. Isto irá proporcionar um fácil acesso às informações e ao conhecimento, além de facilitar a difusão destes dentro da organização, através dos objetos digitais mantidos por esta. O modelo definido por estes autores tem foco nas transferências e conversões que se dão quando o conhecimento tácito e explícito interagem entre si, destacando que estas transferências e conversões (já detalhadas

anteriormente, no tópico 3.1.3) são representada por quatro atividades executadas em um processo interativo incremental (espiral), nomeadamente socialização, externalização, combinação e internalização.

Nonaka e Takeuchi (1995) ainda destacam que a criação do conhecimento organizacional pode ser descrita através da observação de cinco fases principais: i) a disseminação e o compartilhamento do conhecimento tácito; ii) a criação de conceitos a partir do conhecimento tácito disseminado; iii) o alinhamento estratégico dos conceitos criados; iv) a construção de protótipos a partir dos conceitos já reconhecidos como corretos; e v) o nivelamento do conhecimento, marcado pela ênfase dada na importância do conhecimento tácito coletivo para a inovação e a criação do conhecimento organizacional.

O modelo de Probst, Raub e Romhardt (2002) propõe que os elementos básicos da construção da GC sejam inter-relacionados. Uma das contribuições do modelo descrito pelos autores foi o acréscimo, às ideias de Nonaka e Takeuchi (1995), de fases mais detalhadas para os processos e para os elementos de metas e de avaliação de conhecimento, onde o ciclo proposto é definido pelas seguintes etapas:

- *Identificação*: objetivando a criação das linhas-base conceituais, o processo é iniciado pela identificação dos conhecimentos internos e externos que são importantes para a organização;
- *Aquisição*: nesta fase a organização integra conhecimento externo à sua base de conhecimento, obedecendo as linhas-base criadas na fase anterior;
- *Desenvolvimento*: com foco na construção de novas habilidades, competências, ideias e produtos, e a partir do que foi integrado na fase anterior, o desenvolvimento do conhecimento é iniciado;
- *Partilhar*: é caracterizado pela especificação e uso de repositórios de conhecimento, de modo a permitir o processo de disseminação do conhecimento presente na organização;
- *Utilização*: tem foco no processo que irá garantir que o conhecimento, uma vez identificado, adquirido, desenvolvido e compartilhado seja aplicado na organização para alcançar resultados tangíveis; e
- *Retenção*: nesta etapa o processo de seleção do conhecimento deve ser formalmente documentado, garantindo a memória da organização e assim evitando perdas de conhecimento durante sua existência.

Também baseado no modelo de Nonaka e Takeuchi (1995), o ciclo de conhecimento proposto por Choo (1998) define um modelo mantido pela interação entre os resultados de três ações, as quais compõem os elementos formadores do modelo. Estas ações são caracterizadas pela criação de significados, pela construção de conhecimentos e pela tomada de decisões, conforme apresentado na Figura 3.5 e detalhado na lista de itens a seguir.

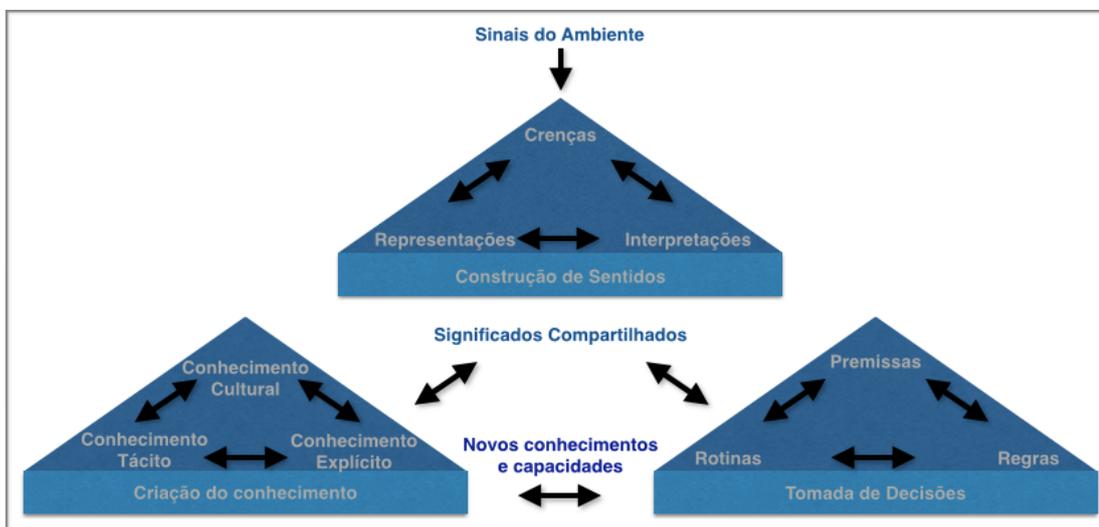


Figura 3.5 - Representação do ciclo de GC proposto por Choo (1998).

- Criação de significados: busca entender o que ocorre em volta do problema focado e nas interpretações do ambiente, ou seja, nesta fase pretende-se dar significados às informações. Observa-se-se que dar significado à informação pode influenciar a cultura, a qual pode ter influência na designação de novos significados, de modo que os colaboradores devem negociar suas crenças para construir significados compartilhados;
- Construção de conhecimento: nesta etapa são inter-relacionados o conhecimento tácitos, de difícil verbalização; o explícito, que é codificado; e o cultural, amplamente divulgado pela organização. Este inter-relacionamento possibilita a conversão do conhecimento tácito em explícito, resultando em novas capacidades e inovação; e
- Tomada de decisão: O conhecimento novo, assim como suas capacidades, vão conduzir a definição das novas formas de ação, e desta maneira facilitar a busca de alternativas para responder às exigências do ambiente externo. Os procedimentos e as regras da organização também deverão influenciar o processo de modelagem destas decisões.

Observa-se ainda que a interligação explícita dos resultados das ações mantém um fluxo contínuo de informações entre os elementos do modelo proposto por Choo (1998), de modo semelhante ao ciclo em espiral proposto por Nonaka e Takeuchi (1995).

O Ciclo Integrado de Gestão (Figura 3.6) proposto por Dalkir (2005) tem como base os ciclos de GC e analisa a abordagem e a forma estes ciclos realmente são implementadas no contexto organizacional. Segundo o autor, os modelos e procedimentos implementados em ciclos envolvem etapas que iniciam com a busca do conhecimento tácito e encerram com a aplicação e/ou disseminação do conhecimento explícito. Ao detalhar o modelo de Dalkir (2005) as seguintes ações podem ser implementadas:



Figura 3.6 - Ciclo integrado da GC [Adaptada de Dalkir (2005)].

- *Capturar*: através de *Brainstormings* e Discussões sobre o enriquecimento de ideias;
- *Codificar*: formalizada pela organização e representação do conhecimento, através de mapas do Conhecimento, tomada de decisão e planejamento de Produtos;
- *Criar*: implementada pelo desenvolvimento profissional, pela política de recompensas e pela qualidade e quantidade de conhecimento;
- *Compartilhar*: caracterizada pela especificação de software e/ou outros recursos, objetivando manter acesso, ampliação e melhoria do conhecimento;
- *Adquirir*: implementada através de entrevistas, escalonamento de ideias e definições das estruturas do conhecimento;
- *Aplicar*: caracterizada pela especificação do projeto do produto, com metas de redução da probabilidade de erro e implementação em menor tempo.

Estes procedimentos e ações podem ser vivenciados de maneira formal ou informal, integrado ou em ações isoladas e parciais, implicando assim em uma revisão permanente das estratégias definidas pela organização, as quais visam um processo mais integrado e completo. Observa-se ainda que a conversão de conhecimento tácito para explícito e a

integração dos procedimentos da GC, visam não só codificar e administrar conhecimento existente, mas criar boas condições para que novo conhecimento seja criado.

Os modelos descritos anteriormente tem como base a especificação do conhecimento na organização emergindo de forma contínua, de modo que a GC se concentram nos processos vinculados ao conhecimento organizacional tais como criação, conversão, codificação e compartilhamento. Em Ribeiro (2012) são encontrados alguns fatores que influenciam na implantação e manutenção de um processo de GC, que são:

- *Humanos e interpessoais*: o respeito e o bom relacionamento entre os integrantes da equipe facilitam o uso e disseminação do conhecimento, além da descentralização das tomadas de decisões. No entanto as dificuldade de relacionamento e a falta de sintonia dos objetivos da organização e da equipe, dificultam o uso efetivo do conhecimento;
- *Restrições superiores*: desvios dos objetivos, imposições da estrutura organizacional e a utilização de processos obsoletos devem ser evitados, assim como decisões que restrinjam as ações e iniciativas individuais;
- *Competências gerenciais*: programas motivacionais devem ser fortemente implementados por administradores de Recursos Humanos, de forma que os funcionários sejam capazes de externar suas habilidades e de desenvolverem conhecimentos que lhes permitam adquirir competências técnicas sobre o domínio em que atuam;
- *Abertura à participação*: em complemento ao tópico anterior é observado que a eficiência do processo pode ser melhorada pela consideração das sugestões dos funcionários, porém deve-se evitar o excesso de disfunções burocráticas e as decisões centralizadas; e
- *Sistema de informação e outros recursos tecnológicos*: este deve proporcionar fácil acesso à informação e ao conhecimento, onde os funcionários devem ter as habilidades necessárias para o uso do software e equipamentos. Observa-se ainda que a administração deve manter a atualização tecnológica através de treinamentos e aquisição de equipamentos modernos.

3.2.3 Gerações

A área de GC teve suas definições e modelos criados a poucas décadas, sendo assim considerada uma área relativamente recente, tendo assim uma curta história. De acordo com

Uriarte (2008) os trabalhos de Peter Drucker (anos 1970), de Karl-Erik Sveiby (anos 1980) e de Nonaka e Takeuchi (anos 1990) balizaram a criação da disciplina de GC, tornando-a o que é hoje. O autor observa ainda que nas décadas de 1980 e 1990 foram desenvolvidos os principais fundamentos desta área do conhecimento, destacando os principais eventos relacionados à estruturação da GC como disciplina.

- Nos anos 1980: Peter Drucker cunha o termo “trabalhador do conhecimento”; o conhecimento é reconhecido como um ativo competitivo da organização; foram originados e definidos os termos “aquisição de conhecimento” e “sistemas baseados em conhecimento”; e o foi criado o consórcio de empresas norte americanas intitulado "Iniciativa para Gerenciamento de Ativos de Conhecimento";
- Nos anos 1990: em 1995 foi publicação do livro de Nonaka e Takeuchi - "*The Knowledge-Creating Company: how Japanese companies create the dynamics of innovation*"; os ativos de conhecimento foram reconhecidos como elementos de geração de competitividade organizacional; a GC também passou a ser reconhecida como "alternativa às iniciativas de reengenharia dos processos de negócio"; e surgiram os primeiros benefícios tangíveis para as organizações que implementaram processos de GC.

No contexto deste breve apanhado histórico Uriarte (2008) destaca que é possível fazer a distinção entre duas gerações de aplicações de GC, onde na primeira geração a ênfase era a tecnologia e na segunda geração passou a dar ênfase às pessoas.

- O autor destaca que a primeira geração não teve o sucesso esperado principalmente por ter se restringido a captura do conhecimento, pois dava enfoque basicamente na captura de informações e nas experiências para torná-las facilmente acessíveis a outros usuários da organização; e
- O sucesso da segunda geração veio basicamente do reconhecimento de que as organizações são capazes de aprender. Em uma nova abordagem, que mantém a captura do conhecimento e as aplicações de tecnologias, mas dá ênfase às pessoas, assim como em seus comportamentos e formas de trabalho, tornou a GC uma área multidisciplinar. No contexto desta multidisciplinaridade Dalkir (2005) destaca a diversidade de definições de GC, propostas por pesquisadores atuantes em diversas áreas do conhecimento, como administração de negócios, ciências da cognição e conhecimento, assim como das áreas de processos e de tecnologia.

3.2.4 O Papel da Tecnologia

Para que o armazenamento e a recuperação do conhecimento explícito aconteçam, é necessária a observação do conceito de repositório, o qual armazena e permite acesso ao conhecimento materializado através de manuais, de diagramas de fluxos, de elementos audio visuais e outros. Com o objetivo de melhor organizar informação e conhecimento, estes devem ser devidamente identificados e catalogados, através de um conjunto específico de metadados, de maneira que possam ser facilmente recuperados (DAVENPORT & PRUSAK, 1998). Na GC mediada por tecnologias o conhecimento é manipulado como objetos digitais, assim como é acessado por usuários que interagem entre si, através de sistemas de informação (de uso geral, como os *e-mails* ou *wikis*) ou de sistemas concebidos para apoiar a GC (que possuem funcionalidades específicas para o fim).

No contexto apresentado por Saito, Umemoto e Ikeda (2007) as atuais implementações da GC organizacional são apoiadas por tecnologias que dão ênfase a natureza explícita do conhecimento. Na tentativa de materializar o conhecimento, este é representado através de um objeto que pode ser armazenado em repositórios computacionais, e desta forma pode ser mantido e transferido quando necessário. Os autores exemplificam estas tecnologias destacando as principais categorias de aplicações computacionais para:

- Gestão de documentos: buscando a automação do controle de documentos eletrônicos através de funções de armazenamento, classificação, navegação, pesquisa, controle de versões e controle de acesso;
- Gestão de conteúdo: trata do gerenciamento do processo de publicação de conteúdos na Internet, mantendo registros de criação, acesso e modificação destes conteúdos por seus autores;
- Gestão de processos: usa das ferramentas de modelagem de processos, do monitoramento das operações, dos processos de negócios e das regras de fluxo de trabalho para automação do fluxo de tarefas e informações;
- Manutenção de *Groupware*: implementa o suporte ao trabalhos dos grupos e equipes através das ferramentas de comunicação (síncronas e assíncronas), de coordenação (calendários e agendas) e de colaboração (repositórios e ferramentas *Wiki*);
- Gestão de projetos: em linha com as ferramentas de *Groupware*, os instrumentos desta categoria apoiam a gestão das atividades e recursos de projeto, possibilitando a

organização de atividades e tarefas, obtidas através do controle dos prazos, dos recursos e das metas;

- Apoio a Decisão: no âmbito dos instrumentos conhecidos por "*business intelligence*", integram ferramentas que se estendem por ações que vão desde a simples consulta a relatórios e dados operacionais, até a mineração de dados, usada para apoiar a identificação de padrões e associações em grandes quantidades de dados;
- Pesquisa e organização: buscam facilitar o acesso e o gerenciamento de conteúdos não estruturados i) identificando palavras e temas em documentos gerando automaticamente de índices e taxonomias; e ii) classificando documentos em tópicos, em consonância com as suas relevâncias e usando de ontologias de domínio específico;
- Gestão de aprendizagem: mantém rotinas que dão apoio ao desenvolvimento e a entrega de cursos *on-line*, disponibilizando funcionalidades para criação de conteúdo, para comunicação e interação, para avaliação e para elaboração de relatórios de desempenho;
- Gestão de especialistas: provê instrumentos que permitem a identificação e o apoio a comunicação de especialistas em grandes comunidades, incluindo i) funcionalidades de caracterização e definição de perfis; ii) ferramentas de comunicação e avaliação das respostas dos peritos; e iii) repositórios para manutenção e reuso das contribuições;
- Portais corporativos: permitem integrar o conjunto de sistemas de informação através de um ponto de entrada único, controlando o acesso às aplicações e gerenciando o fluxo de trabalho, incluindo a comunicação e a colaboração.

Como observado na listagem anterior (categorias de aplicações computacionais para GC), os artefatos relacionados ao conhecimento de uma organização podem ser mantidos e geridos através de ferramentas computacionais. Este fato é corroborado pela definição de uma classe específica para este tipo de *software*, denominada de Sistemas de Gerenciamento de Conhecimento, ou em inglês, *Knowledge Management Systems* (KMS). De acordo com King (2009) um KMS é uma aplicação de tecnologia da informação, baseada em computador, que dá suporte à GC com funções para identificar, representar e distribuir conhecimento.

Como as principais funcionalidades de um KMS a serem usadas nesta tese estão principalmente relacionadas representação, organização e compartilhamento do conhecimento, optou-se pela utilização inicial dos Sistemas de Gerenciamento de Conteúdo

para a implementação destas tarefas. Estes sistemas, normalmente conhecidos por sua terminologia em inglês, *Content Management System* (CMS), de acordo com Jurubescu (2008) são usados para criar, editar, publicar e gerenciar conteúdo de maneira organizada, permitindo que este seja modificado, removido e adicionado a um sistema de informação específico.

Observa-se que alguns dos atuais CMSs implementam estas tarefas de maneira semelhante as dos KMSs. No contexto do CMS selecionado para esta tese, a plataforma computacional gratuita *Google Sites*, o qual disponibiliza as funcionalidades desejadas de maneira que, criar os repositórios para documentos (materializados através de páginas *web*) é uma tarefa quase tão simples quanto a criação e gerenciamento de documentos nos atuais processadores de texto, podendo assim ser usado por qualquer pessoa, em qualquer computador conectado à *Internet*. Esta simplicidade permite que os repositórios de conhecimento sejam construídos sem um projeto formal de desenvolvimento de *software*, deixando o desenvolvedor preocupado apenas com os requisitos organizacionais e de representação do conhecimento a ser gerido.

3.3 A Gestão do Conhecimento na Criação do Modelo Proposto

Compreender o processo de gestão de conhecimento, desde o momento em que ele é externalizado, até a sua representação final, tem consumido muitas horas de trabalho para muitos pesquisadores. Esta compreensão, no contexto desta tese é de fundamental importância no âmbito do desenvolvimento do modelo proposto e na concepção dos produtos derivados deste modelo.

A partir do capítulo 5 será descrito o modelo para integração de conhecimento entre universidade e o ensino fundamental, onde é observado que os métodos, os produtos e os eventos ali descritos são concebidos e usados, obedecendo muitas das diretrizes descritas nos modelos de gestão do conhecimento apresentados neste capítulo.

Para explicitar como a GC influenciou na concepção de alguns artefatos, destaca-se o *website* “Meta Eletrônica”, desenvolvido para armazenar e disponibilizar fontes de conhecimento voltadas aos produtos e outros artefatos produzidos para as oficinas de eletrônica implementadas pela pesquisa da tese. Este *website* foi desenvolvido observando muitas das diretrizes dispostas neste capítulo.

4. Bases Metodológicas

Toda pesquisa científica é norteada por um conjunto de diretrizes e protocolos, que direcionam o desenvolvimento das atividades e que levam ao cumprimento dos objetivos desta pesquisa. Neste contexto, este capítulo apresenta as bases do processo metodológico responsável por estas diretrizes e protocolos, descrevendo assim as características fundamentais e funcionalidades do principal método de pesquisa selecionado para este trabalho. Neste capítulo também serão descritos os métodos usados na validação das ações implementadas.

4.1 A Metodologia Pesquisa-Ação

Inicialmente é importante destacar a relação desta metodologia com as teorias que fundamentam esta tese. Para isso relembra-se o objetivo primário de uma tese de doutoramento, que é o produzir conhecimento. As teorias construtivista e construcionista especificam esta produção, ou esta construção, através da interação do indivíduo com o ambiente; premissa esta que está fortemente inserida na proposta metodológica básica da Pesquisa-Ação (PA).

No contexto desta pesquisa, Tripp (2014) observa que a PA voltada para educação pode ser considerada como uma estratégia para o desenvolvimento dos projetos de professores e pesquisadores, que ao usarem esta metodologia podem aprimorar os seus métodos de ensino e, em consequência disso, o aprendizado de seus alunos.

4.1.1 Conceitos e Características

Kurt Lewin é um dos precursores desta modalidade de pesquisa e, em Lewin (1946), define a PA como "uma investigação comparativa sobre as condições e os efeitos de várias formas de ação social e de investigação que conduzem a ação social". Lewin também destaca que esta modalidade de pesquisa usa "passo em espiral", onde cada passo é "composto por um ciclo de planejamento, ação e averiguação de fatos sobre o resultado da ação".

Especialmente em relação a educação, Hien (2009) destaca que a PA, na base de sua proposta, remete à solução de problemas reais para ambientes de educação específica, de maneira que os professores e pesquisadores devam direcionar os seus focos de trabalho à questões práticas que vão diretamente beneficiar a educação.

Em PLLDD (2010) é ressaltado que, diferentemente da pesquisa formal, os envolvidos na PA devem participar de maneira efetiva e contínua das atividades de acompanhamento e de testes, visando com isso as melhorias em suas próprias práticas, trabalhando de maneira colaborativa para identificação dos problemas organizacionais e para o desenvolvimentos de melhorias. Ainda referindo-se a estas diferenças, o Quadro 4.1 apresenta um paralelo entre a pesquisa acadêmica, ou formal, com a PA aplicada à educação.

Quadro 4.1 - Comparação entre a pesquisa formal e a PA [Adaptada de PLLDD (2010)].

Métricas	Pesquisa Formal	Pesquisa-Ação
Objetivo e foco	No conhecimento que é generalizável para um público mais diversificado.	Nos resultados para melhorar as práticas em uma situação local.
Método de identificação dos problemas	Pela avaliação dos resultados da investigação anteriores e extensões destas.	Observando os problemas enfrentados atualmente ou as melhorias necessárias em turmas ou escolas.
Revisão da literatura	Extensa, com base em toda investigação anteriormente realizada sobre o tema e com o uso de fontes primárias.	Com o uso de algumas fontes primárias, mas também usando de fontes secundárias, com maior foco no que está sendo feito em escolas de referência.
Abordagem	Com base no raciocínio dedutivo - teoriza com a hipótese de dados para confirmação.	Fortalece o raciocínio indutivo - observações, testes padrões, interpretações e recomendações.
Projeto da Pesquisa	Baseado em controles rigorosos, durante longos períodos.	Flexível, para curtos períodos de tempo, com controle através de triangulação (comparação).
Amostragem	Com preferência para amostra aleatória ou representativa de grandes populações.	Composta principalmente por estudantes e/ou membros da comunidade escolar.
Análise de dados	Com base em testes que conduzem a uma estatística que represente o mais fielmente os fatos.	Obtida geralmente do agrupamento de dados brutos, por meio de estatísticas descritivas.
Aplicações do resultado	Materializado pelo significado teórico, com uso a longo prazo.	Materializado pelo significado prático e imediatamente usado.
Treinamento necessário	Extensivo, com foco em novas tecnologias e ferramentas.	Relativamente pouco pois tem como base as práticas já em uso.

Segundo Engel (2000), ao caracterizar a PA como uma metodologia que busca congrega a pesquisa com a ação (ou com a prática), observa que o pesquisador que a usa, atua de forma "participante engajada", diferentemente do pesquisador tradicional, que é considerado "independente", "não-reativo" e "objetivo". Engel também destaca que a PA "surgiu da necessidade de superar a lacuna entre teoria e prática" e, desta maneira, desenvolve a compreensão e o conhecimento a partir da prática, sendo assim uma metodologia adequada à pesquisadores que tem a prática como característica pessoal e desejam melhorar a compreensão desta.

Creswell (2009) propõe seis características fundamentais para a PA, observando que a compreensão destas pode auxiliar os professores a melhor planejar e implementar seus projetos. Dentre as diversas características da PA, o autor destaca as seguintes:

- *Enfoque prático*: abordagem que especifica a prática como elemento fundamental na busca e construção do conhecimento;
- *Professor/pesquisador com práticas próprias*: o formato usado na implementação efetiva das ações devem estar de acordo com as características do professor/pesquisador e do público alvo;
- *Colaboração*: os responsáveis pelo planejamento e pela condução das ações devem priorizar os modelos de desenvolvimento onde os participantes executam as atividades em grupo, construindo o conhecimento a partir da troca de informações;
- *Processo dinâmico*: a execução das tarefas não deve ser apoiada em um roteiro fixo, de maneira que os erros e acertos sejam usados como base para o planejamento e implementação das próximas etapas de trabalho;
- *Plano de ação*: mesmo sendo dinâmico, é necessário salientar a importância do estabelecimento de um plano regular de ação, que deverá nortear o desenvolvimento das atividades e, principalmente, definir as estratégias para avaliação e evolução do projeto;
- *Compartilhamento da pesquisa*: no bojo do planejamento da pesquisa é importante destacar a necessidade do compartilhamento, tanto no que se refere aos planos de ação quanto para os resultados, onde a importância deste último está principalmente relacionado ao feedback do público alvo.

No contexto da aplicação da PA, Koshy (2010) observa o caráter de suporte às atividades de profissionais de educação. Desta maneira, o autor destaca algumas características específicas da PA, onde as principais são descritas a seguir.

- Pode ser observada como um método usado para melhorar a prática, tendo como base as provas reunidas, as quais são usadas na melhoria desejada;
- Por ser participativa e colaborativa é normalmente realizada por indivíduos com um propósito comum, desenvolvendo reflexões com base em interpretações feitas pelos participantes;
- Tem como base uma conjuntura e um contexto específico, onde o conhecimento é criado a partir da aplicação da ação de forma pontual e direcionada;
- Pode envolver a solução de um problema, desde que esta solução implique na melhoria da prática;
- Os resultados da investigação irão emergir do desenvolvimento das ações, mas estes não são necessariamente conclusivos ou absolutos, podendo ser novamente usados como base para uma nova iteração do ciclo de vida da metodologia, como descrito no tópico a seguir.

4.1.2 Fases do Ciclo de Vida da PA

A PA é uma terminologia que designa um ciclo de tarefas relacionadas ao aprimoramento de uma atividade prática, pela interação entre a ação no âmbito da prática e da investigação a respeito dela. Desta maneira, o processo especificado para a PA (Figura 4.2) objetiva melhorar uma prática sobre algo, através da execução de tarefas relacionadas ao planejamento, implementação, descrição e avaliação de uma prática qualquer (TRIPP, 2014).

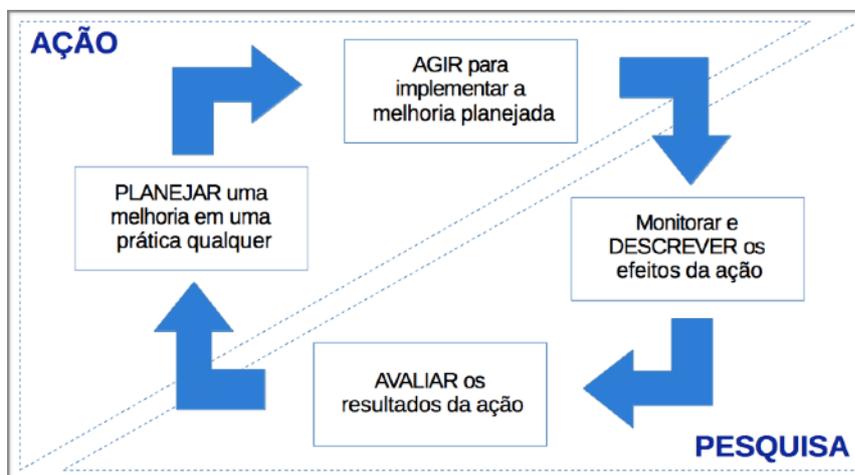


Figura 4.2 - Representação do ciclo básico da PA [Adaptada de Tripp (2014)].

De forma complementar ao modelo cíclico usado por Tripp (2014), o modelo de Elliot (1991) implementa uma ligação estruturada e incremental entre as fases da PA, incluindo assim a identificação de uma ideia geral, o reconhecimento ou levantamento de fatos, o planejamento, a ação e, finalmente a avaliação; a qual possibilita a alteração do plano e o início da segunda fase de ação, e assim sucessivamente, como apresentado na Figura 4.3.

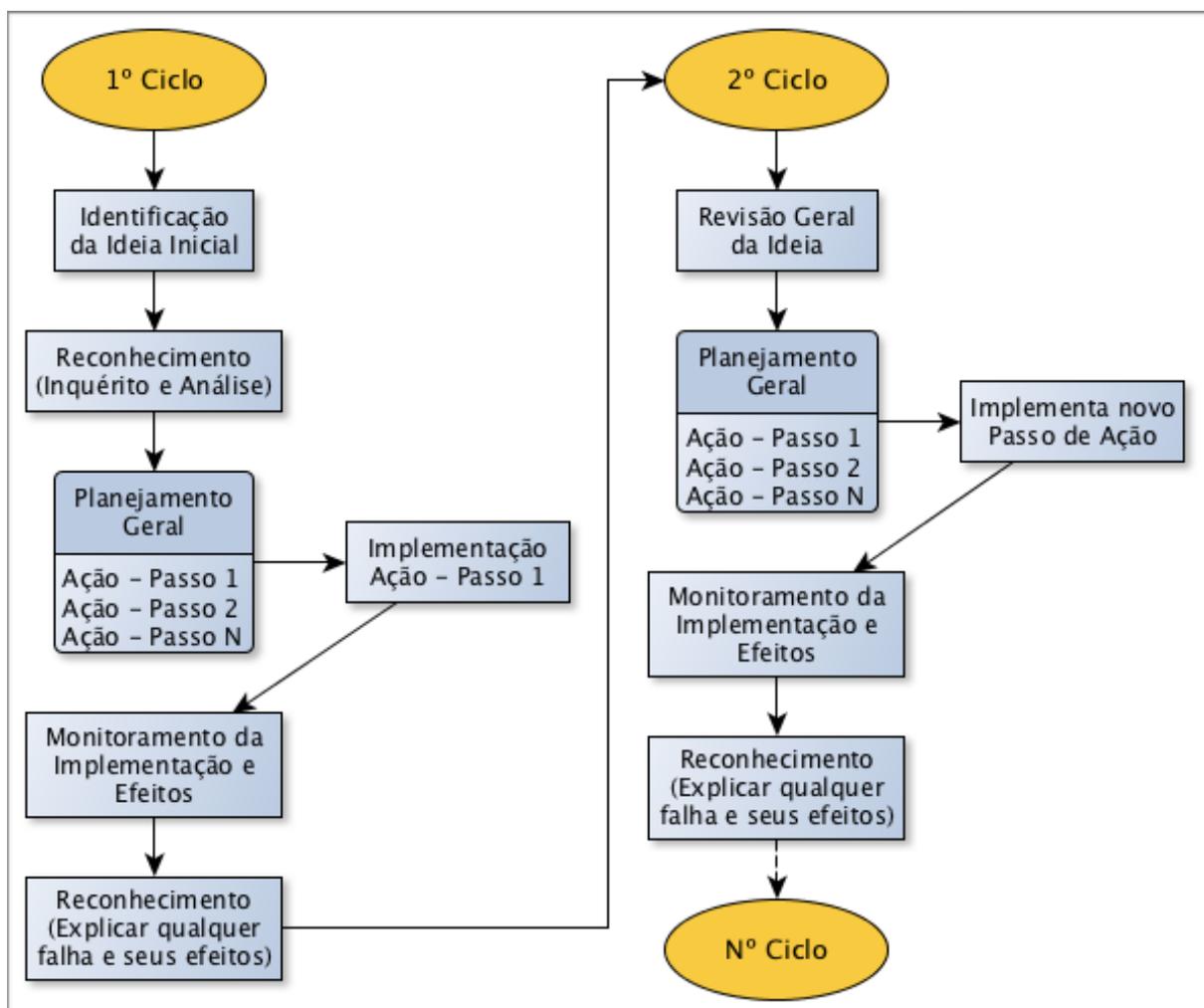


Figura 4.3 - Modelo Estruturado e Incremental da PA [Adaptado de Elliot (1991)].

Em resumo, A abordagem de solução de problemas sugerida pela metodologia da PA normalmente é iniciada pela identificação de uma ação a ser executada, onde esta é materializada através de um problema a ser resolvido ou por uma prática a ser melhorada. Após esta fase inicial, é implementado um modelo cíclico e incremental (Figura 4.4) de execução de tarefas (HIEN, 2009).

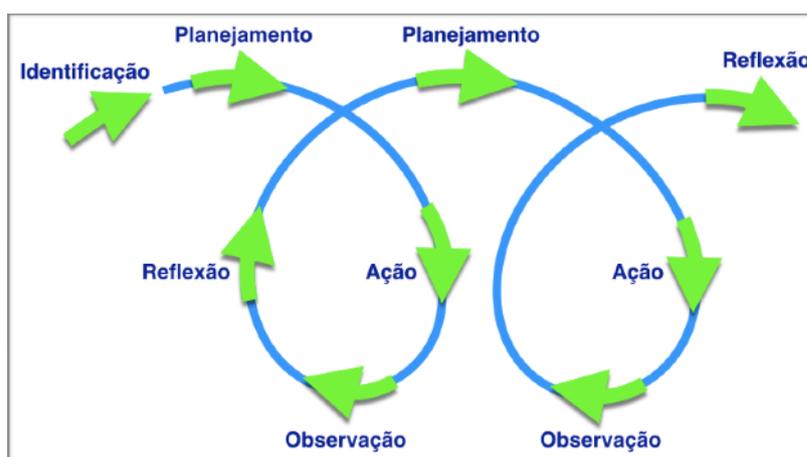


Figura 4.4 - Modelo em espiral da PA [Adaptado de Hien (2009)].

Hien (2009) especifica o modelo da PA como uma espiral, onde cada ciclo implementa as tarefas necessárias para se chegar aos resultados esperados. A grande vantagem deste modelo se encontra justamente na sua forma de execução, onde ao final de cada ciclo é feita a reflexão, verificando assim se os resultados foram alcançados e, em caso contrário, um novo ciclo se inicia. Em PLLDD (2010), cada uma das tarefas especificadas para o modelo é descrita conforme apresentado na lista a seguir.

- *Planejamento*: feita a identificação do problema, deve-se buscar melhores informações sobre estes, assim como devem ser usados resultados já documentados em projetos e experimentos semelhantes. Nesta fase são desenvolvidas as perguntas e determinados os métodos e ferramentas a serem usadas na busca das respostas a estas, culminando assim, com os elementos básicos necessários ao desenvolvimento do plano de ação;
- *Ação*: nesta fase as atividades definidas no planejamento devem ser executadas em conjunto com a coleta de dados sobre a visão dos atores a respeito dos procedimentos executados. Mesmo estando em um ciclo específico, não é descartada a possibilidade do questionamento do plano e sua possível alteração;
- *Observação*: as evidências coletadas até esta fase devem ser analisadas, assim como os resultados devem ser organizados e devidamente usados em discussões com os atores da pesquisa. A interpretação destes resultados deverá ser documentada através de relatórios, os quais devem ser compartilhados com o público alvo e parceiros; e
- *Reflexão*: executada inicialmente para a identificação do problema e repetida a cada ciclo, tem a validação como atividade principal. Ao final do ciclo, caso os resultados esperados não tenham sido materializados, deve-se definir novas estratégias, que

usarão como base os resultados encontrados até o momento, culminando assim com a revisão do planejamento e partindo para o início de um novo ciclo.

Engel (2000) observa que uma das principais vantagens da implementação de ações deste modelo está na possibilidade de intervenção na prática de modo inovador, interativo e dinâmico, pois os resultados parciais já podem ser implementados no decorrer do processo de pesquisa e não somente como consequência de recomendações apresentadas ao término de um projeto. Observa-se ainda quanto a estes resultados parciais o seu uso como fonte de dados para o planejamento de uma eventual ação subsequente, determinando assim um caráter cíclico a este conjunto de resultados.

4.2 Diretrizes Gerais da Avaliação

Com relação aos conceitos fundamentais sobre o processo de avaliação, pode ser observado no artigo de Braun e Kanjee (2006) uma preocupação em especificar os diferentes tipos de avaliação, assim como os seus papéis na educação. Os autores também sugerem que as práticas e os sistemas de avaliação podem gerar informações relevantes para a melhoria do sistema de ensino, assim como apresentam o conceito de avaliação, descrevendo os seus quatro tipos, nomeadamente:

- *Medição*: faz referência ao processo pelo qual algo valorado, geralmente numérico, é direcionado aos atributos e/ou dimensões de alguns conceitos ou objeto físico. Assim como uma trena é usada para medir distância, uma audição musical pode ser usada para "medir" a capacidade ou aptidão nesta área;
- *Testes*: na maioria dos casos, sob condições padronizadas, tem como elemento base a aplicação de uma "prova" para verificar ou até mesmo "medir" o nível de conhecimento sobre um ou mais conceitos. Desta forma, os testes podem ser usados para "medir", por exemplo, o nível do aprendizado de um aluno da disciplina de física;
- *Validação*: está relacionado ao processo de chegada a especificação de um valor para entidades abstratas como programas, currículos, organizações e instituições. Como exemplo podem ser citadas as avaliações sistêmicas, como o ENEM, o qual é constituída por testes que, em conjunto com outros parâmetros e métricas, objetivam validar, ou não, um conjunto de políticas educacionais vigentes, verificando o quão bem, ou não, o sistema nacional de ensino está funcionando;

- *Avaliação*: aponta para ações (ou procedimentos) necessárias à obtenção de informação usada na tomada de decisões educacionais, onde alunos podem contribuir com os avanços no processo de ensino e aprendizado através do feedback apropriado. Neste contexto, pode envolver uma variedade de técnicas qualitativas e quantitativas. No âmbito do processo de ensino e aprendizagem, a avaliação é um componente vital para qualquer processo de validação.

No que se refere a importância e a aplicação da avaliação, Pellegrino (1999) ressalta que é possível melhorar os resultados educacionais por meio destas, mas isto só acontece quando são usadas as melhores práticas para avaliação. Pellegrino também destaca que avaliar bem a educação pode depender de avaliá-la menos, considerando que o processo só surtirá o efeito desejado se acompanhado das ações efetivas quanto a melhoria dos aspectos negativos detectados.

No âmbito dos resultados esperados desta pesquisa, observa-se que o conjunto das ações a serem planejadas eventualmente tomarão o formato de um projeto educacional. Sendo assim, pode-se afirmar que procedimentos específicos para avaliação de projetos educacionais devam ser observados. Antes de dar continuidade aos elementos da avaliação é importante ressaltar que um projeto educacional pode ser definido como um empreendimento de tempo determinado com vistas a solução de problemas ou desafios de sistemas educacionais (BRITO & SABARIZ, 2011). Em complemento a esta definição, os autores especificam para estes projetos a finalidade de "planejar, coordenar e executar ações voltadas para melhoria de processos educativos e de formação humana, em seus diferentes níveis e contextos".

Azevedo (2011) destaca que o projeto educacional, "enquanto ferramenta promotora da qualidade e da eficácia da ação educativa", deve ser avaliado por procedimentos não somente relacionados a análise e reflexão da estrutura educativa, mas também como "veículo de promoção de boas práticas pedagógicas". Em complemento ao exposto, o autor explica a principal razão de se avaliar um projeto, ressaltando a necessidade de compreensão de maneira concreta e sistemática, dos resultados e das falhas de implementação; pois destas dependem os futuros aperfeiçoamentos e melhorias do próprio projeto. O autor também observa outras evidências e contribuições do processo avaliativo, destacando:

- A possibilidade de identificação dos pontos fortes e fracos do projeto;
- A contribuição relacionada a formação do público-alvo;
- A perspectiva de revisão estratégica dos métodos de trabalho;

- A viabilidade para manter processos reguladores da ação educativa.

Em um contexto específico de avaliação, Brito e Sabariz (2011) evidenciam a necessidade de diferenciar os termos monitorar e avaliar; onde monitorar remete a “acompanhar o comportamento de processos ou sistemas, visando a detectar desvios” e avaliar preconiza “determinar o valor de algo, fazer a apreciação, analisar, julgar, ponderar”. Ainda no âmbito das diferenças entre os termos, os autores destacam que “os procedimentos de monitoramento têm por base o Plano de Ação do Projeto, enquanto os procedimentos de avaliação têm por base o Escopo do Projeto”.

Ainda pode ser ressaltado que o ponto comum entre os processos de monitoramento e avaliação está relacionado a elementos fundamentais a ambos, nomeadamente os dados e informações; coletados a partir da execução do projeto e dos resultados observados a partir desta execução. Cabe lembrar que estes dados e informações são obtidos dos indicadores de desempenho, os quais especificam uma medida (normalmente quantitativa) que identifica e caracteriza as entradas, os processos, os resultados e os impactos de um projeto; constituindo assim o suporte para os procedimentos de monitoramento e de avaliação destes (BRITO & SABARIZ, 2011).

Moura e Barbosa (2006) também destacam a importância do controle (monitoramento) e avaliação de projetos, ressaltando a necessidade de um Plano de Projeto, a ser materializado pelo documento que descreve toda concepção, fundamentação, planos e instrumentos de acompanhamento e avaliação do projeto; sendo assim a referência básica para execução deste. Desta maneira os autores especificam um Plano de Controle e Avaliação (PCA) constituído de uma matriz de produtos e resultados, de indicadores e de instrumentos; os quais estão organizados conforme a representação exibida na Figura 4.5. Este PCA especifica em suas bases conceituais os seguintes quesitos: i) como serão verificados o andamento e o progresso do projeto? ii) quais as observações (monitoramentos) devem ser executadas como elementos de avaliação de resultados e; iii) de que maneira serão obtidos os dados sobre os processos e seus resultados?

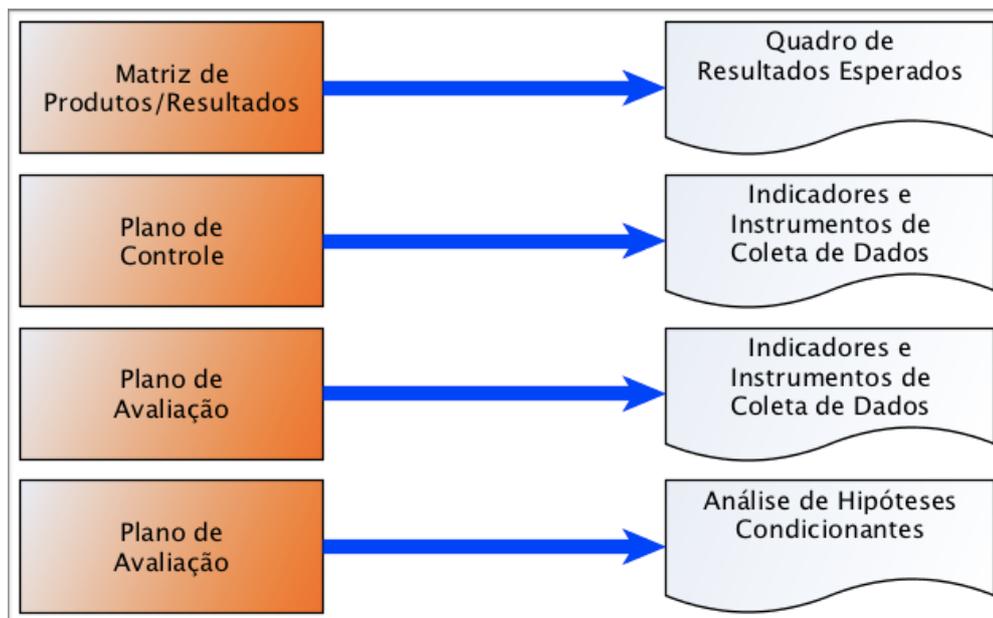


Figura 4.5 - Modelo organizacional do PCA [Adaptado de Moura e Barbosa (2006)].

O procedimento geral de avaliação usado neste trabalho, além das já citadas, também tem como base as diretrizes do *Design Thinking for Educators* responsáveis pela especificação das ações, e também pela definição de seus testes. Estas diretrizes indicam que a tarefa é subjetiva e está estreitamente ligada a uma definição específica de sucesso, onde a partir da evolução do conceito pretendido, o professor/pesquisador pode medir o seu impacto (HATCH, 2014).

Nas diretrizes citadas no parágrafo anterior também são definidos alguns critérios de sucesso, que ajudam o responsável pelo experimento a orientar e avaliar o desenvolvimento de acordo com o andamento do evento. De forma geral estes critérios devem:

- *Considerar as pessoas envolvidas*: observando a relação inicial com o público-alvo e considerando o valor que cada grupo de pessoas atribui ao conceito apresentado;
- *Identificar as métricas de sucesso*: após a discussão sobre a definição de sucesso, questões relacionadas a como o público-alvo, que podem inferir sobre o conceito/ evento, devem ser destacadas;
- *Acompanhar o evento*: elementos relacionados a mensuração do impacto do conceito, ao feedback e aos parâmetros quantitativos, devem ser observados. Também devem ser observados e anotados periodicamente, todos os impactos considerados relevantes durante o período de execução do evento.

No que diz respeito aos testes de uma ação, observa-se que devem ser executados de forma interativa e mantendo a relação com o contexto. Desta forma a validação dos protótipos

(neste caso as diretrizes metodológicas e o impacto do método no aprendizado da disciplina) pode definir se o processo está, ou não, no caminho certo, permitindo assim o refinamento da solução, ou até mesmo do conceito (STANFORD, 2014).

4.3 O Modelo da PA no Contexto da Tese

Como explicitado no capítulo referente às teorias construtivista e construcionista, existem ações de ensino onde a detecção e correção do erro fazem parte do processo de aprendizado como um de seus elementos. Desta maneira, o processo incremental definido pela PA torna-se uma ferramenta metodológica totalmente adequada às teorias citadas pois, permite que ações sejam implementadas através da observância de erros ocorridos em instâncias anteriores, assim como permitir que erros detectados em instância atual sejam usados como dados para o planejamento de instâncias futuras.

A grande maioria das ações de avaliação e/ou levantamento de dados implementadas nesta tese são planejadas para usar o modelo incremental da PA na condução de suas atividades e na percepção e uso de seus resultados. O modelo apresentado a partir do capítulo 5 define ações e produtos que usam fortemente deste fundamento da PA, tratando cada ação como uma instância interdependente das eventuais ações anteriores.

No contexto apresentado, o modelo incremental da PA deve implementar ações educacionais concebidas no âmbito universitário e aplicadas em escolas do ensino fundamental. Focando na menor interferência no conjunto das atividades das escolas alvo, as ações implementadas terão o formato de oficinas, inseridas como atividade extra. Pretende-se assim, no decorrer da pesquisa, atingir de 2 a 4 escolas, com 2 a 4 instâncias por escola, onde cada instância deve ser executada com um grupo de 10 a 20 alunos, da quinta a oitava séries.

Estas ações pretendem inserir no conjunto de conhecimentos pouco comuns às atividades normalmente planejadas para os alunos. Estas novas atividades terão como foco a computação, a eletrônica e a robótica; ampliando assim o conjunto das opções educacionais dos mesmos e oportunizando um novo conjunto de práticas.

5. MODELO DE INTEGRAÇÃO UNIVERSIDADE - ENSINO FUNDAMENTAL BASEADO EM FLUXO DE CONHECIMENTO

No cumprimento do objetivo principal desta tese, que é produzir conhecimento sobre a integração do mundo universitário com o ensino fundamental, este capítulo tem como principal foco a descrição do modelo de integração universidade - ensino fundamental baseado em conhecimento, o qual será inicialmente apresentado através da caracterização da pesquisa e da visão geral sobre como as ações definidas na tese serão planejadas e implementadas. No corpo do capítulo, será descrito todo o processo metodológico responsável pelo planejamento, modelagem, implementação e avaliação das ações que buscam diminuir a distância entre a universidade e o ensino fundamental.

5.1 Definições e Conceitos Usados nesta Pesquisa

Este capítulo, por iniciar a contribuição efetiva da tese, apresenta diversas proposições atreladas aos elementos experimentais desta. Estas proposições, por sua vez terão em seu contexto algumas definições e conceitos com conotações específicas à esta pesquisa, onde aquelas com uso em diversos tópicos do capítulo serão apresentadas a seguir.

- *Artefato*: um objeto manufaturado, assim como o resultado de um trabalho mecânico pode ser reconhecido como um artefato. No caso desta tese, como os resultados serão materializados através de produtos, relatórios, documentos, objetos de aprendizagem, oficinas e outros; todos estes comporão o conjunto dos artefatos citados e, alguns destes, detalhados neste capítulo;
- *Oficina*: este termo tem definição semelhante ao de uma palestra, por ser caracterizado por uma apresentação de curta duração. No entanto, na palestra a plateia é mera espectadora, enquanto que no contexto educacional da oficina o público-alvo é convidado a participar ativamente, desenvolvendo algum tipo de atividade;
- *Oficina Interativa*: tendo como base os preceitos da teoria construcionista, pode ser definida como uma representação automatizada da oficina, assim materializada por um vídeo ou aplicação computacional, onde não é necessariamente obrigatória a presença ou a moderação de um especialista (professor ou tutor), de maneira que o próprio

aprendiz, auxiliado pelas instruções da oficina interativa, participa ativamente no processo de aprendizado;

- *Produto*: as teorias Construtivista e Construcionista (C&C) destacam a interação do indivíduo com um "objeto" e, de maneira semelhante, o Maker Movement (MM) e o Maker for Education (M4E) identificam este objeto como "algo" a ser construído e compartilhado. No contexto desta tese optou-se pelo uso do termo "produto", pois além das características voltadas a estas bases teóricas, será acrescentada a conotação relacionada a um elemento manufaturável e usável; e
- *Protótipo*: no contexto das ações a serem descritas neste capítulo, um protótipo designa uma implementação experimental não definitiva, a ser usada como elemento chave da prova de um conceito proposto nesta tese. Desta maneira o protótipo deve materializar a prova através de sua execução ou uso.

5.2 Caracterização da Pesquisa

A introdução deste trabalho enfatiza alguns dos problemas relacionados ao processo educacional brasileiro, onde o Censo Escolar da Educação Básica 2013, desenvolvido pelo INEP (2015), apresenta a região norte do país como destaque negativo por ter obtido pontuação inferior em muitos dos indicadores usados. Outro ponto discutido enfatiza a dificuldade do conhecimento produzido nas universidades em ser usado no ensino fundamental, problema este que se minorado, poderia ajudar em muito na mudança do atual cenário educacional da região. Neste contexto, este trabalho assume dois pressupostos, a saber:

- A identificação e a representação adequada do conhecimento produzido na universidade possibilita a sua transferência para o ensino fundamental;
- A aplicação das teorias C&C nas práticas de ensino implicam na geração de modelos que possibilitam a integração entre o aluno e as fontes do conhecimento.

No contexto da representação do conhecimento devem ser ressaltadas as características que possibilitarão a transformação das fontes de conhecimento usadas no ensino superior, de maneira que estas sejam, tão facilmente quanto possível, transportadas para e compreendidas em outros níveis de ensino. A facilidade de transporte e a compreensão relacionam-se principalmente com o uso das fontes de conhecimento, destacando-se a

implementação de melhores práticas para as atividades experimentais, como corroborado pelo pressuposto complementar, detalhado a seguir.

Quanto às teorias C&C observa-se o caráter estratégico e motivacional do desenvolvimento do conhecimento, fortemente destacado por Parellada (2010). A importância deste caráter para o presente trabalho se dá quando do uso efetivo destas teorias no desenvolvimento de modelos, usados na implementação de atividades práticas, as quais deverão contar com procedimentos específicos, tanto para a o planejamento, quanto para a gestão do conhecimento produzido.

5.2.1 Pergunta de Pesquisa e Hipóteses Relacionadas

Dentre os principais aspectos apresentados até este ponto do trabalho pode ser destacada a possibilidade do ensino fundamental ser beneficiado por tecnologias desenvolvidas nas universidades, principalmente no que diz respeito ao uso das melhores práticas de ensino. Desta maneira, a investigação de base científica a ser desenvolvida e documentada nesta pesquisa busca dar resposta a seguinte pergunta:

O conhecimento produzido na universidade é transferível e usável em outros níveis do ensino?

De se notar que o conhecimento produzido na universidade é armazenado em *Fontes de Conhecimento*, que são documentos que tratam tanto das tecnologias educacionais materializadas através de artigos científicos, quanto das melhores práticas de ensino disponibilizadas em apostilas e roteiros, usualmente encontradas em páginas *Web* das atividades curriculares. Tanto a transferência quanto o uso efetivo do conhecimento (por professores e alunos dos outros níveis de ensino) requer um processo de captura e de apropriação deste conhecimento.

Quanto aos argumentos especificados a partir desta pesquisa, destaca-se que essencialmente pretendem explicar o relacionamento das teorias C&C com iniciativas atualmente existentes, como o M4E e *Design Thinking for Educators* (DTE) e, desta forma, determinar como estas iniciativas podem modificar a maneira como o conhecimento é construído e disseminado.

À luz daqueles argumentos esta pesquisa, com base em instrumentos destinados à identificação e representação do conhecimento, pretende: i) criar um modelo conceitual centrado em conhecimento para suportar a integração dos níveis educacionais; ii) propor uma

metodologia de representação de conhecimento a ser transferido da universidade para os outros níveis; iii) explicar o processo de transformação do conhecimento, para que este seja formalmente representado e transportado entre os níveis de ensino tratados nesta tese; iv) usar e adaptar os métodos específicos de ensino que permitam uma interação sólida e facilitem o acesso tanto às fontes de conhecimento como às melhores práticas.

No que tange as hipóteses deste trabalho, observa-se a necessidade primária de contextualizar os pressupostos descritos anteriormente, assim como as justificar as teorias e os modelos apresentados neste trabalho. Sendo assim, são destacadas:

- *H1*: a formalização do conhecimento produzido facilita os processos de captura e de armazenamento deste, ao mesmo tempo que possibilita, através do uso dos modelos de gestão e de representação do conhecimento, a implementação das ações de transferência entre níveis distintos de ensino;
- *H2*: as teorias C&C suportam a implementação de produtos e de melhores práticas de ensino, auxiliando o processo de aquisição do conhecimento e a respectiva aplicação deste no desenvolvimento de outros artefatos educacionais; e
- *H3*: a adoção de metodologias educacionais apoiadas em tecnologia, como o M4E e o DTE, suportam o desenvolvimento de práticas de ensino, principalmente no que tange aos procedimentos e modelos para planejamento e implementação de ações.

5.2.2 Cenário e Atores do Experimento de Validação da Pesquisa

O experimento usado para validar o trabalho conceitual aqui desenvolvido concentra-se no ensino fundamental, onde os intervenientes são os alunos e os professores. Fatores relacionados à pré-disposição ao aprendizado orientaram a escolha de turmas do final do ensino fundamental um, com alunos na faixa etária entre 10 e 12 anos. A previsão feita no início da pesquisa, especificava de 2 a 4 escolas próximas a área central da cidade de Santarém-PA, a serem selecionadas como alvo da pesquisa, onde o critério de seleção está pautado no apoio recebido pela administração da instituição selecionada e na receptividade dos alunos à ideia. Em cada escola selecionada, devem ser formados grupos de 10 a 20 alunos, onde cada grupo deve participar de duas a quatro oficinas. Deve-se ainda ressaltar, que de acordo com os preceitos da Pesquisa-Ação (PA), o pesquisador é parte integrante do processo, devendo assim ser considerado como um ator, responsável pelo planejamento, pela condução e pela avaliação dos experimentos.

As áreas de conhecimento inicialmente selecionadas são a Computação e a Eletrônica. No âmbito da computação observa-se que, além de sua prática ser notadamente motivadora, considerando-se o lado prático e aplicado da mesma, existem diversos projetos inovadores, ligados a grandes centros de ensino, relacionados a esta iniciativa, tais como: i) a plataforma de programação visual *Scratch*, que conta como uma estratégia para tornar a programação atrativa e acessível a todos (RESNICK et al, 2009); e ii) o movimento global *Hour of Code*⁸, que disponibiliza no seu website muitos tutoriais interativos com conceitos básicos sobre introdução à ciência da computação, assim como os materiais que dão suporte às atividades dos envolvidos na proposta, fazendo com que qualquer pessoa, em qualquer lugar, possa organizar um evento (HOUR OF CODE, 2014).

Quanto a seleção de experimentos para a área da Eletricidade e Eletrônica, pode-se destacar que esta área, além de ter muito do conhecimento necessário ao aprendizado da computação, conta com a maioria dos elementos motivacionais desta última, acrescido ainda da possibilidade do desenvolvimento de produtos tangíveis, como em projetos robótica, o que deve motivar mais ainda os participantes do processo de avaliação. Outras razões que suportam esta escolha são as seguintes: i) o doutorando que desenvolve esta tese tem formação na área de engenharia e ciência da computação e, como tal, está familiarizado com estas disciplinas; ii) existem muitas iniciativas internacionais relevantes, destacando-se nessas o *LittleBits*, que é apresentado como um conjunto de módulos eletrônicos que facilmente se conectam para prototipagem e aprendizado (CHAPMAN, 2014) e o *MaKey MaKey*, onde o usuário pode interagir com o computador através de objetos do mundo real, como frutas e desenhos feitos em papel (CHESHIRE, 2012).

No que se refere à viabilidade da implantação de uma proposta como esta, normalmente existe a necessidade de criar uma equipe especialmente capacitada para a tarefa ou de capacitar os professores já em atuação no nível educacional visado. A criação de uma equipe gera custos elevados e a capacitação dos professores é algo que requer um tratamento mais cuidadoso, pois a relação entre salário e carga horária destes, normalmente implica na necessidade de carga horária elevada e/ou da busca de fonte de renda alternativa (CNTE, 2009), reduzindo assim o tempo necessário para capacitação e/ou qualificação.

⁸ A Hour of Code é uma iniciativa da CODE (<http://code.org>) que provê recursos diversos para desmistificar o código computacional e mostrar que qualquer um pode aprender as noções básicas da ciência da computação.

No contexto apresentado, uma questão a ser destacada está relacionada aos métodos para elevar o nível de motivação e de capacitação das crianças e dos jovens para o aprendizado e a prática das ciências (especificamente em eletrônica e ciência da computação) de maneira que eles possam chegar ao nível superior de ensino com um nível de conhecimento que possibilite um bom aproveitamento nesta área. De se considerar ainda que esta proposta deve ser viável, com relação aos recursos materiais e humanos disponíveis.

Esta pesquisa busca respostas às questões colocadas nos parágrafos anteriores especificando soluções sobre um cenário de capacitação que envolva motivação, baixo custo, material auto-explicativo e facilidade de uso. Na mesma direção de iniciativas já em evidência como a *Khan Academy*⁹ e a *Hour of Code*, esta proposta pretende valer-se de recursos tecnológicos, com base nas práticas definidas na teorias construcionista de Papert (1993), para definir materiais e métodos necessários para criar conhecimento através da interação do aluno com ferramentas tecnológicas, especificamente dispositivos com capacidade de processamento computacional (e.g. *notebooks*, *tablets* e *smartphones*).

5.3 Visão Geral da Tese

Este documento apresenta, inicialmente, a motivação que justifica esta tese, apresentando: i) alguns elementos do cenário atual do sistema de ensino fundamental brasileiro; ii) os resultados esperados para esta tese (classificados em científicos, técnicos, tecnológicos e acadêmicos) e; iii) uma proposta de aproximação da universidade ao ensino fundamental, materializada metaforicamente por uma “ponte entre mundos distantes” mas potencialmente conectáveis através da troca de conhecimento. É também introduzido o contexto de desenvolvimento desta pesquisa, explicitando as principais teorias, metodologias e elementos técnicos e tecnológicos que suportam esta tese.

A fundamentação teórica desta pesquisa sustenta-se: i) nos conceitos elementares das teorias C&C e de algumas iniciativas educacionais baseadas nestas teorias, nomeadamente M4E e DTE; e ii) nas definições e conceitos relacionados com a área de GC. Também são apresentados as principais características do processo metodológico de desenvolvimento e de avaliação dos artefatos desta tese.

⁹ A Khan Academy (<http://www.khanacademy.org>) é uma ONG educacional que objetiva proporcionar educação de alta qualidade para qualquer um, em qualquer lugar, oferecendo uma coleção grátis de vídeos sobre as mais diversas disciplinas e áreas.

No âmbito do modelo conceitual que sustenta a tese, destaca-se que é solidamente construído, apresentado e discutido, através da: i) descrição detalhada da metodologia de pesquisa adotada para guiar o desenvolvimento da tese; e ii) caracterização dos elementos da prova de conceito (PC) criada para avaliar os resultados desta pesquisa, ressaltando nesta prova a caracterização do processo experimental e de sua eventual avaliação.

5.4 Validação Via Prova de Conceito

No contexto da avaliação de soluções, uma prova de conceito pode ser definida através de um modelo prático implementado com o intuito de validar um conceito proposto por uma determinada pesquisa (PINHEIRO, 2010). Desta maneira, uma prova de conceito também pode ser materializada através da implementação, parcial ou não, de um método, ou de uma prática, sendo considerada como um procedimento relevante do processo de desenvolvimento de um protótipo operacional.

Em consonância com a definição apresentada no parágrafo anterior e com as diretrizes da PA, esta pesquisa, em sua premissa mais fundamental, pretende planejar, modelar, implementar e avaliar ações que buscam diminuir a distância entre a universidade e o ensino fundamental, de maneira que o conhecimento produzido no ensino superior possa ter uma representação que esteja ao alcance dos professores e alunos do ensino fundamental. Outro quesito importante a ser observado é a viabilidade de reprodução dos experimentos propostos, mesmo em escolas com poucos recursos disponíveis.

A prova de conceito aqui proposta é composta por uma sequência de experimentos práticos, onde cada um deles faz parte de um dos ciclos especificados pela metodologia PA, sendo assim planejados como uma prática a ser executada, implementados para obtenção de dados e informações, observados como um elemento de avaliação e validação e, finalmente, terão seus resultados mapeados e usados como referência para os próximos experimentos.

De um modo geral, os experimentos e os materiais produzidos deverão ser observados como artefatos, os quais serão direcionados ao participantes dos experimentos e materializados através de melhores práticas, oficinas, palestras, cursos e outros desta natureza. Desta maneira, os artefatos serão especificados tendo como base as melhores práticas desenvolvidas na universidade e terão seus conteúdos adaptando à realidade do público-alvo dos experimentos, observando assim a ligação com a escola e seus professores e alunos. Os

tópicos a seguir apresentam o conjunto das diretrizes para o planejamento e implementação destes experimentos.

5.4.1 Características Gerais dos Experimentos

Os experimentos, como um todo, selecionam produtos e práticas do ensino superior que podem ser transformados e levados para o ensino fundamental, onde a prioridade será dada às práticas que envolvam fortemente componentes tecnológicos relacionados à eletrônica, à robótica e à programação visual. Como já justificado anteriormente, estas disciplinas, além do forte apelo motivacional, normalmente integram conhecimento das áreas da matemática, física e química, sendo assim importantes como motivadores deste conhecimento disciplinar.

No que tange a relação com os fundamentos advindos do ensino superior, destaca-se que esses experimentos terão como base as teorias C&C, assim como serão obtidos através da transformação (adequação e representação) do conhecimento nesta área, de maneira que este possa facilmente fluir entre os diversos níveis e áreas de ensino. Observa-se também que esta transformação tem como suporte teórico os conceitos e diretrizes da GC, que também são usados no ordenamento e no compartilhamento do conhecimento construído, formalmente representado, partilhado, disseminado e internalizado.

A principal forma de materialização dos experimentos será através de tutoriais interativos, pois seus recursos visuais e interações possibilitam a transferência de conhecimento em um formato de fácil aceitação. Esta facilidade de aceitação advém principalmente da não necessidade de capacitação para uso, afinal devem ser auto-explicativos; assim como não geram custos de transporte, já que são basicamente aplicações computacionais e podem ser simplesmente acessadas em um repositório na Internet. Em um nível desejado de interatividade para as oficinas apoiadas por computador, as pausas entre cada atividade prática devem ser feitas automaticamente, de modo que o aprendiz possa usar o tempo que for necessário para executar as atividades práticas propostas, além de que este aprendiz poderá, através de "botões" e "menus", no próprio tutorial interativo, executar operações para, por exemplo, avançar, retornar, ir para um ponto específico do tutorial.

Outro aspecto importante a ser destacado, quanto as características dos experimentos, é a sua relação conceitual com os fundamentos do M4E que advogam que qualquer pessoa pode fazer algo pela educação e que o erro faz parte do processo de aprendizado, já que estas

premissas norteiam as atividades especificadas nesta tese. Outro elemento fundamentador relevante é o DTE, o qual especifica modelos de ação para o desenvolvimento de melhores práticas, acrescentando ainda a visão de que os problemas da educação podem ser transformados em oportunidade. Obviamente não se pode esquecer da PA, a qual permeia todos os experimentos da pesquisa, sequenciando suas fases e definindo seus modelos de execução.

5.4.2 Processo de Experimentação

Cada experimento será materializado através da criação de laboratórios e/ou ambientes de prática semelhantes as iniciativas *Maker Space* e *Hour of Code*. Como já destacado, o ambiente universitário terá suas melhores práticas transformadas, para que estas sejam levadas a estes ambientes, onde as práticas serão apresentadas aos atores da pesquisa através de palestras motivacionais e estas serão seguidas de oficinas de curta duração, onde o desenvolvimento de um produto será o foco central.

O “espírito do fazer” das práticas relacionadas ao MM, faz com que a proposta de implementação das ações especificadas para este trabalho foquem-se no desenvolvimento de produtos. Desta maneira, um dos preceitos básicos para qualquer atividade aqui proposta é a construção efetiva de objetos tangíveis. Como exemplo de tangibilidade podem ser destacados os jogos criados em computadores, ou até mesmo um pequeno teste eletrônico para controle remoto (construído a partir de componentes eletrônicos recicláveis).

Para a definição de um modelo motivacional e continuado, as seguintes diretrizes foram adotadas: i) o efeito motivacional é caracterizado pelo uso de produtos tecnologicamente avançados como *Arduino* e *LittleBits*; e ii) o desenvolvimento de produtos eletrônicos construídos com o uso de materiais obtidos através de metareciclagem, os quais se apresentam como alternativas de baixo custo, permitem a viabilidade financeira para que os atores possam manter um processo continuado do aprendizado.

Cada um dos experimentos também deverá ser implementado com base em um modelo geral. Esta padronização da representação do conhecimento tem importância fundamental para o quesito continuidade do processo de aprendizagem. Mesmo que haja uma evolução de um conceito apresentado, o público-alvo terá maior facilidade de adaptação a este, pois este público já estará ambientado com o formato da apresentação e com a sequência usada para a execução dos experimentos.

A padronização citada no parágrafo anterior também será útil quanto ao quesito compartilhamento do conhecimento. A existência de modelos para documentos relacionados a ações irá facilitar o armazenamento e recuperação destes via sistemas computacionais, além de tornar mais fácil o processo de representação e distribuição entre aos atores, pois poderá usar para isto as mídias eletrônicas, a saber, páginas *Web* para cada ação planejada.

5.4.3 Local de Experimentação

As escolas públicas do ensino fundamental e médio são os alvos principais das práticas desenvolvidas nesta tese. No entanto, escolas particulares, associações de moradores e outras organizações comunitárias também poderão ter acesso aos experimentos deste trabalho. Devido as diretrizes de implementação que especificam baixo custo e facilidade de compreensão, os experimentos podem ser diretamente usados ou adaptados por qualquer organização ou grupo de pessoas.

As parcerias iniciais serão fundamentais para o apoio logístico e para a definição dos resultados preliminares das práticas aplicadas. Mesmo que os produtos e oficinas sejam efetivamente desenvolvidos na universidade, eles devem ter suas avaliações iniciais em ambientes onde o controle seja mais facilitado e onde os recursos sejam mais facilmente obtidos. Neste contexto, parceiros como algumas escolas locais de referência, ou até mesmo projetos educacionais da própria universidade, são fundamentais para as fases iniciais desta pesquisa.

5.4.4 Avaliação dos Experimentos

Observando as diretrizes gerais de avaliação explicitadas no capítulo anterior, alguns instrumentos de avaliação, como questionários, entrevistas devem ser especificados para alguns eventos do experimento. Observa-se que as ações de avaliação tem como principais objetivos os seguintes:

- Permitir que o público-alvo mostre a sua real interpretação sobre o protótipo, identificando as principais variáveis que estão sendo testadas e destacando os pontos positivos e negativos do experimento em questão;
- Dar aos alunos e aos professores uma ideia clara do que eles estão testando, do comportamento efetivo do protótipo e como estes podem gerar *feedback*. Isto é

importante para que o pesquisador possa usar este feedback como subsídio ao planejamento de futuros experimentos.

No contexto apresentado, a materialização do procedimento de avaliação usado para as atividades desta pesquisa será feita principalmente através de questionários específicos, os quais são concebidos principalmente visando recolher informação sobre a eficiência do método de ensino usado. Sendo assim, as questões deverão tentar identificar e medir o nível de satisfação do público-alvo, assim como confrontar aspectos entre a metodologia proposta para as ações desta pesquisa com as metodologias usadas em outras atividades similares.

O modelo incremental da PA prevê a observação e reflexão da ação e uma eventual nova implementação desta, modificada com base no processo avaliativo da anterior. No contexto desta pesquisa e com foco nas ações, o trabalho do pesquisador está principalmente relacionado a avaliação da eficiência, ou não, do uso dos artefatos relacionados a cada oficina. Para esta avaliação o pesquisador usa parâmetros abstratos, como a satisfação e nível de compreensão e de motivação do aluno, assim como de parâmetros concretos, como: o tempo usado para a conclusão das atividades, a quantidades de componentes usados e o número de experimentos executados.

Mesmo não sendo algo diretamente relacionado com a validação do experimento é importante destacar os procedimentos de avaliação do aprendizado inseridos dentro de cada experimento, pois estes eventualmente refletem o sucesso (ou insucesso) do método aplicado. No contexto das teorias C&C é grande a importância que esta tese atribui ao artefato, sendo este também utilizado na avaliação do aprendizado, nas seguintes métricas de avaliação: i) o nível de dificuldade, ou de facilidade, no desenvolvimento do produto e; ii) a capacidade do público-alvo interagir com o produto para criação de conhecimento.

5.4.5 Fases e Cronograma dos Experimentos

No contexto das atividades e/ou ações relacionadas aos experimentos, esta tese especifica para as oficinas uma sequência adaptada do modelo definido para PA, a qual também comunga em alguns aspectos com as especificações para as fases do DTE. Sendo assim, a proposta aqui apresentada, para concepção e execução dos experimentos, é compreendida de cinco fases, a saber:

- *Especificação de Produtos*: as oficinas aqui propostas utilizam de produtos como elementos lúdicos, motivadores e de construção do conhecimentos, onde os protótipos

destes são desenvolvidos a partir de representações e adaptações dos resultados dos experimentos de TCCs, de estágio e de atividades práticas de disciplinas do ensino superior;

- *Palestra de Divulgação*: sempre com o intuito de apresentar a proposta a um público-alvo específico, estas palestras são planejadas para levar a visão geral da proposta, assim como o formato usado para aplicação das oficinas. Em resposta a estas palestras, podem-se obter os subsídios que vão nortear as adaptações necessárias ao público-alvo em questão;
- *Preparação de oficinas*: tendo como base os produtos especificados e os resultados (erros e acertos) obtidos em ações anteriores, as oficinas são planejadas com a finalidade básica de construir e usar o produto e, conseqüentemente, construir conhecimento a partir da interação entre o público-alvo e o produto. Como subsidio para este planejamento também é usado o *feedback* obtido na palestra de divulgação;
- *Implementação de oficinas*: esta fase é destinada a execução efetiva de oficinas, ressaltando que a característica de tutorial interativo dada ao material do experimento deve fazer com que o público-alvo use este material de forma independente e autônoma. Ao final da execução propriamente dita é iniciado o processo de avaliação da proposta, onde entrevistas e/ou questionários são aplicados; e
- *Análise de Resultados*: no contexto da tese é necessária a análise das informações obtidas através do acompanhamento feito durante a implementação das oficinas, assim como dos dados catalogados nos questionários de avaliação aplicados ao final das mesmas. De maneira sistematizada, estes dados e informações deverão ser usados na composição do relatório específico de cada evento.

O conjunto de experimentos iniciais deste projeto são executados entre o segundo semestre de 2014 e o primeiro semestre de 2016, tendo como principais ações a preparação e a implementação de oficinas. As diretrizes temporais, e seus respectivos períodos são apresentados em quadros, organizados como descrito nos tópicos a seguir.

- A especificação dos produtos básicos, as primeiras ações pontuais e os protótipos (Quadro 5.1), implementados em escolas públicas e particulares, foram iniciados no segundo semestre de 2014;
- Durante o primeiro semestre de 2015 (Quadro 5.2) as primeiras oficinas, usando um modelo refinado a partir das primeiras experimentações, foram implementadas. Neste

semestre foi desenvolvido e implementado um curso básico de eletrônica, composto em sua totalidade por oficinas;

- No segundo semestre de 2015 (Quadro 5.3) o modelo definitivo para as oficinas interativas será especificado, apresentado e avaliado pelas instituições parceiras. Está previsto que pelo menos seis oficinas sejam implementadas neste período; e
- Durante o primeiro semestre de 2016 (Quadro 5.4), este modelo será disseminado (*website*, palestras, seminários e similares) e formalmente avaliado, no contexto desta tese. Neste quadro destaca-se também a documentação dos eventos, produtos e outros artefatos produzidos durante o trabalho de tese. Este documentos serão armazenados, e disponibilizados ao público em geral, em um Sistema de Gestão de Conhecimento (SGC) especialmente construído para esta tarefa.

Quadro 5.1 - Ações especificadas para o 2º semestre de 2014.

Ações	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Especificação de Produtos: Eletrônica e Scratch como elementos base.	XXXX	XXXX	XXXX	XXXX	XXXX	XXXX
Palestras de Divulgação		X	X			
Preparação de Oficinas		XXXX	XXXX	XXXX	XXXX	
Implementação de Oficina: Scratch na Escola Sofia Imbiriba.			X X	X X		
Implementação de Oficina: Prototipagem de Circuitos na UFOPA.				X		
Implementação de Oficina: Eletrônica e Dispositivos Programáveis no CDA.					X	
Implementação de Oficinas: Prototipagem, Simulação de Circuitos e Arduino na I STE.					XX	
Análise de Resultado					XX	XX

Observa-se que, em todos os períodos citados anteriormente, é executado o armazenamento das oficinas e de seus materiais de apoio em um repositório especialmente destinado à esta tarefa. Este repositório, materializado através de um *website*, possibilitará ao público-alvo um acesso a maior parte dos artefatos desta tese. Uma descrição detalhada das características e do desenvolvimento deste *website* será apresentada no próximo capítulo.

Quadro 5.2 - Ações especificadas para o 1º semestre de 2015.

Ações	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun
Especificação de Produtos: Para o curso básico de eletrônica	XXXX	XXXX				
Palestra de Divulgação						X
Preparação de Oficina	XXXX					
Implementação de Oficina		XXX				
Análise de Resultado		XX	XX			
Preparação do modelo definitivo para as oficinas interativas.			XXXX	XXXX	XXXX	XXXX

Quadro 5.3 - Ações especificadas para o 2º semestre de 2015.

Ações	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Preparação do modelo definitivo para as oficinas interativas.			XXXX	XXXX	XXXX	XXXX
Especificação de Produto	XXXX			XXXX		
Palestra de Divulgação		X		X		
Preparação de Oficina		XX		XX		
Implementação de Oficina			X		X	
Análise de Resultado				X		X

Quadro 5.4 - Ações especificadas para o 1º semestre de 2016.

Ações	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun
Armazenamento definitivo em SGC	XXXX	XXXX	XXXX			
Palestra de Divulgação		X		X		
Preparação de Oficina		XX		XX		
Implementação de Oficina			X		X	
Análise de Resultado				X		X
Compilação do resultado final da prova de conceito				XXXX	XXXX	XXXX

Os quadros anteriores preveem atividades até o primeiro semestre de 2016. No entanto, eventos com base neste modelo, isolados ou inseridos em outros projetos, devem ser planejados e executados nos semestres seguintes, dando um caráter permanente à proposta. Um exemplo deste "caráter permanente" é materializado no projeto "Promovendo o ensino da Programação, da Robótica e da Eletrônica no coração da Amazônia Brasileira através de experimentos recicláveis" (Apêndice D), aprovado no final de 2016, com ações definidas para

o ano de 2017, financiado pelo programa *Micro-Grants* da *SciBr Foundation*¹⁰, que pretende "mudar a realidade das crianças do Oeste do Pará, no que tange o acesso ao mundo da tecnologia, através de 3 portas: (i) programação de computadores usando conceitos e elementos da programação tangível; (ii) construção e programação de robôs usando material reciclado; e (iii) introdução aos conceitos básicos da eletrônica”.

5.5 Organização e Compartilhamento do Conhecimento

O conjunto de repositórios destinados ao armazenamento e gerenciamento das representações de conhecimento e das fontes de conhecimento produzidas por esta tese é atualmente materializado via um *website*, denominado de Meta Eletrônica (<https://sites.google.com/site/metaeletronica> - Apêndice B). O *website* é implementado via *Google Sites*¹¹, o qual pode ser compreendido como uma aplicação computacional que disponibiliza uma série de recursos e funcionalidades úteis a este projeto, destacando-se as seguintes.

- Para criação de um repositório para um tipo específico de documento, são disponibilizados quatro modelos básicos, a saber: i) *página web* - que representa um documento simples, com textos, imagens e tabelas; ii) *avisos* - semelhante a um blog, permite a criação de postagens com características semelhantes a de uma página web, porém automaticamente ordenadas e identificadas; iii) *arquivos* - possibilita a criação de páginas web com layout e funcionalidades semelhantes a um gerenciador de arquivos, onde os usuários podem fazer upload dos mais diversos tipos de arquivos e organizá-los em estruturas hierárquicas, permitindo assim um acesso facilitado a estes; iv) *lista* - especifica um tipo de repositório no formato de uma tabela de dados onde o usuário, ao especificar os atributos (e seus escopos) desta tabela, possibilita a geração automática dos formulários de entrada de dados, das estruturas de classificação e dos esquemas de visualização;
- Permite a criação de modelos personalizados, especificados a partir da união de um dos modelos já citados no tópico anterior, com: i) componentes comuns a documentos, como textos, imagens e tabelas; ii) um outro modelo disponibilizado pelo *Google Sites*

¹⁰ SciBr Foundation (<http://www.scibr.org>) é uma organização educacional e científica dedicada à promoção de intercâmbios culturais e cooperativos significativos entre os Estados Unidos e o Brasil.

¹¹ O *Google Sites* (<http://sites.google.com>) é uma ferramenta para criação de páginas *web* oferecido como parte da suíte de produtividade do conglomerado *Google*. O objetivo desta suíte é possibilitar que qualquer pessoa seja capaz de criar um *site*, onde várias pessoas podem colaborar e compartilhar conteúdos.

- e; iii) estruturas especiais e/ou modelos definidos pelo usuário através de programação em HTML¹² e *Java Script*¹³;
- Possibilita o automático compartilhamento de conteúdo, assim como a produção de documentos de forma colaborativa. Os procedimentos de segurança permitem que estas ações sejam implementadas de forma ampla, onde o repositório pode ser compartilhado completamente ou em partes, como um módulo ou até mesmo um documento específico. Este compartilhamento pode ser feito também em níveis de segurança, que permitem desde a simples visualização, indo até a possibilidade de criar e/ou apenas alterar um documento;
 - O gerenciador de documentos permite ações corriqueiras como criar ou apagar um documento, assim como também implementa funcionalidades como o controle de versões, o envio de notificações sobre a alteração em documentos e a movimentação de documentos entre os módulos do repositório; e
 - Diversas outras funcionalidades não menos importantes para esta tese também são implementadas. Dentre estas funcionalidades podem ser destacadas: o gerenciamento do layout e aparência do repositório (páginas *web*), a tradução automática para várias línguas, a possibilidade de criação de menus de acesso rápido às informações, a busca por um conteúdo qualquer através de chave de pesquisa, a listagem de atividades recentes executadas no repositório, a personalização de temas, cores e fontes, dentre outras.

Usando das funcionalidades descritas anteriormente, o *website* Meta Eletrônica (Figura 5.1) foi implementado com o objetivo principal de gerenciar os documentos relacionados as ações e produtos desta tese, assim como qualquer um de seus materiais de apoio que estejam materializados em formato digital, como apostilas, vídeos, apresentações de slides e outros.

¹² HTML (*HyperText Markup Language*) é uma linguagem utilizada para produzir páginas na *Web* através de estruturas de marcação que especificam objetos em uma organização pseudo hierárquica.

¹³ *Java Script* é uma linguagem de programação interpretada, originalmente implementada como parte dos navegadores *web* para executar *scripts* (pequenos programas) do lado do cliente, para que estes pudessem interagir com recursos em seus equipamentos, sem a necessidade deste *script* passar pelo servidor.



Figura 5.1 - Página principal do *website* Meta Eletrônica.

Observa-se no destaque da figura anterior os módulos para produtos e para as ações, assim como os menus de acesso rápido aos documentos. Nestes módulos os produtos e ações são organizados e identificados através de *meta tags*¹⁴ onde, por exemplo, cada uma das ações (eventos) são apresentadas em uma sequência específica de informações (Figura 5.2), explicitadas por seus rótulos, a saber: tipo, título, sub evento de, local, público-alvo, faixa etária, número de participantes, resultados esperados, detalhamento, elementos de avaliação e material usado.



Figura 5.2 - Apresentação de uma ação no *website* Meta Eletrônica.

¹⁴ *Meta Tags* (<http://www.infowester.com/metatags.php>) são linhas de código ou "etiquetas" que, entre outras coisas, descrevem o conteúdo de um documento. Com estas *meta tags* o criador do documento pode inserir as palavras-chave que facilitarão a vida do usuário na hora de buscar um conteúdo qualquer.

Ainda quanto aos quesitos relacionados as funcionalidades e aos modelos disponibilizados pelo *Google Sites*, destaca-se:

- O uso de um modelo de lista para criar uma tabela para fontes de conhecimento relacionadas a um produto catalogado no repositório e, conforme mostrado na Figura 5.3, o aplicativo monta automaticamente um formulário de inclusão de informações, sempre que o usuário queira executar esta tarefa;
- A facilidade como o usuário pode organizar e disponibilizar os artefatos relacionados às ações e produtos, que pode ser observado na Figura 5.4, a qual exhibe o repositório de materiais de apoio, devidamente organizados por ações ou produtos, acompanhados de seus metadados, preparados para visualização e/ou download e com possibilidade de monitoramento de alterações através do controle automático de versões.

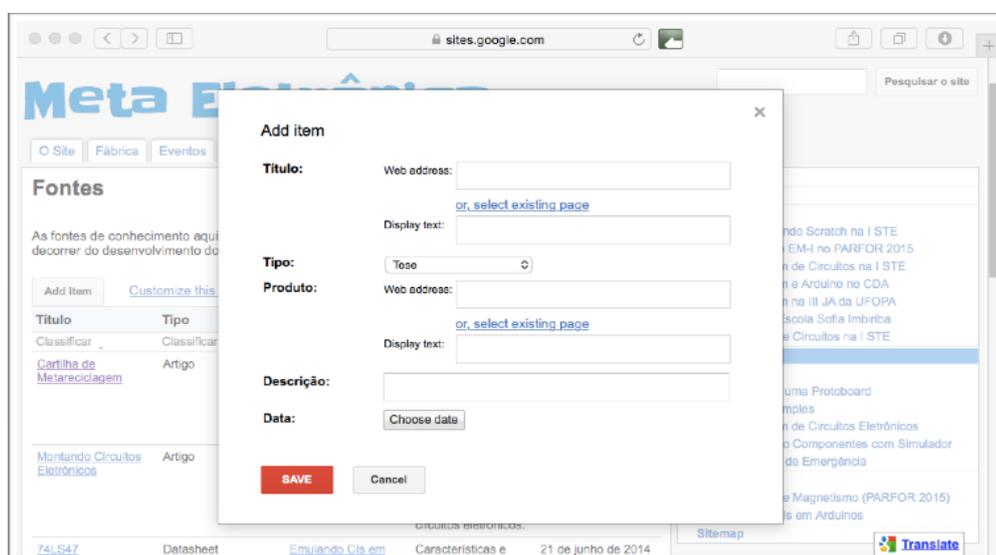


Figura 5.3 - Estrada de dados via formulário gerado automaticamente pelo *Google Sites*.



Figura 5.4 - Repositório de materiais de apoio relacionados as ações e produtos.

Esta seção destacou as características funcionais e de desenvolvimento, relacionadas a apenas um dos repositórios de conhecimento desta tese. Observa-se ainda que outros repositórios (*websites*) para ações específicas ainda estão sendo desenvolvidos. Como exemplo deste desenvolvimento destaca-se o site “Hora do Código em Santarém” (<http://hdctm.blogspot.com.br> - Apêndice E), destinado especialmente às ações de introdução à ciência dos computadores. Eventualmente as ações de eletrônica, computação e robótica poderão ser agregadas no mesmo projeto, tendo esta pesquisa um único repositório de conhecimento.

5.6 Um Guia de Referência para o Modelo

Os tópicos anteriores descreveram o conjunto de diretrizes do modelo de integração proposto nesta tese. Este tópico fará uma breve exposição sobre a arquitetura do modelo e será concluído com o conjunto de informação sobre o uso deste por professores da universidade que queiram usar o modelo na manutenção do fluxo de conhecimento entre a universidade e as escolas do ensino fundamental.

5.6.1 A Arquitetura do Modelo

O Modelo Proposto descreve o processo metodológico que norteia as ações, incluindo: Planejamento, modelagem, implementação e avaliação de ações para manutenção do fluxo de conhecimento entre os mundos tratados nesta tese.

O Modelo Geral de Validação é implementado via Prova de Conceito, onde o conjunto das avaliações das ações é usado para validar o modelo. Este modelo também usa a PA como metodologia geral da pesquisa e seus experimentos são modelados e avaliados via DTE.

A Figura 5.5 apresenta um diagrama de interações do Modelo, onde as características fundamentais deste são: i) tem como base a adaptação de artefatos e práticas da universidade, para transporte às escolas do ensino fundamental, nas áreas como eletrônica, robótica e programação de computadores; ii) é apoiado nas bases das teorias construtivismo e construcionismo e na representação do conhecimento nas áreas citadas e; iii) é efetivamente implementado através das ações via oficinas.

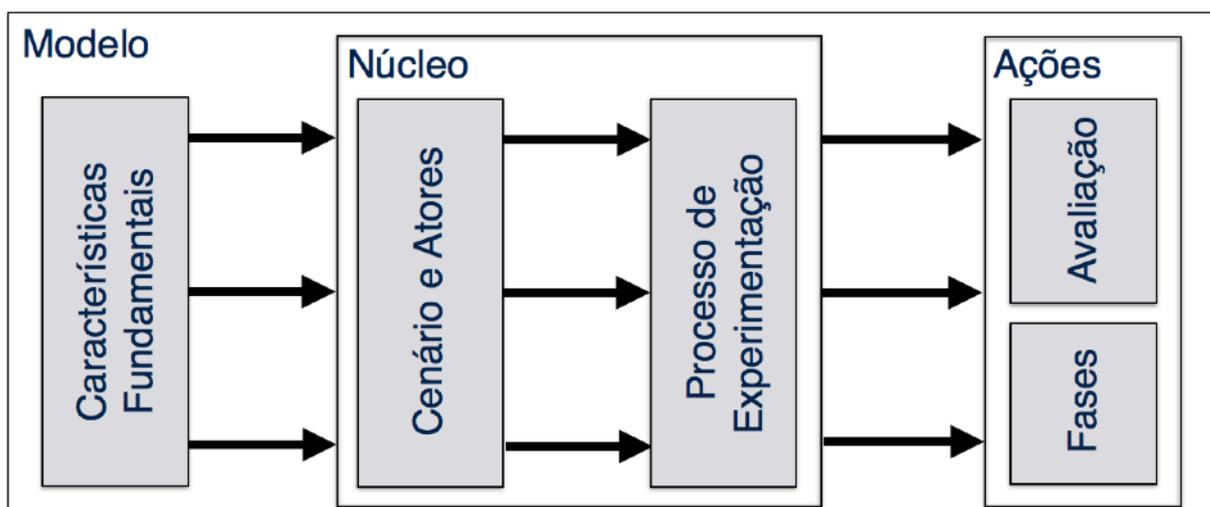


Figura 5.5 - Diagrama de Interações do Modelo.

Ainda quanto a Figura 5.5 pode ser destacada que as características do modelo dão base ao seu núcleo, composto pelos cenários (escolas do ensino fundamental), atores (professores e alunos) e pelo processo de experimentação, definido por ações que usam de laboratórios de baixo custo e/ou ambientes de prática, inspirado nas iniciativas Maker Movement e Hour of Code, sendo assim um modelo motivacional e continuado com foco no desenvolvimento de produtos. As ações apresentam fases que corroboram o processo incremental da PA, com avaliação ao término de cada ação e análise dos resultados que compõem o feedback, usado no planejamento da próxima ação e no contexto da validação geral da tese.

5.6.2 O Roteiro para Uso do Modelo

A Figura 5.6 apresenta o conjunto dos passos de implementação e validação do Modelo, com base nas diretrizes do DTE, organizados em 5 fases, a saber:

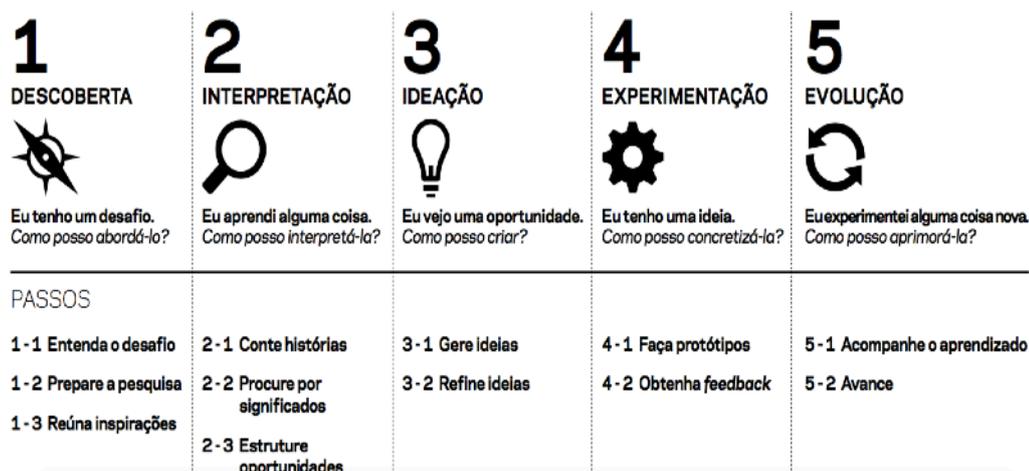


Figura 5.6 - Modelo de Implementação do DTE proposto por IDEO, 2012.

- **Descoberta:** Nesta fase, onde o desafio é aproximar mundos distantes, o professor deve ter em mente que esta aproximação só será possível se os alunos das escolas do ensino fundamental puderam compreender o assunto selecionado. Esta tarefa está diretamente relacionada a definição de um modelo de representação do conhecimento selecionado. Destaca-se que esta representação deve ter como base os objetos e elementos que estão ao alcance do aluno, que façam parte do seu dia-a-dia. Nesta fase é importante estreitar relações com as escolas, para definir: i) o melhor horário para aplicação das oficinas, ii) o local, que em caso de uso de apoio computacional deve ser em laboratório ou sala com luminosidade controlada - uso de projetor, iii) a dimensão da turma, que devido a atividade prática não deve ser muito grande - para facilitar a supervisão.
- **Interpretação:** Produzir e adaptar conhecimento na universidade é a principal tarefa desta fase. Uma forma de conseguir isso é contar com a ajuda dos seus próprios alunos, que mesmo que não estejam na faixa etária do público-alvo, têm o conhecimento selecionado como algo ainda novo e em fase de aprendizado, podendo assim usar a tarefa de produção de artefatos (objetos de aprendizagem) como um suporte para o próprio aprendizado. Um desafio enfrentado nesta fase é o custo dos artefatos produzidos. Um bom planejamento, principalmente para uso de materiais reciclados, é de fundamental importância.
- **Ideação:** É nesta fase que os artefatos são efetivamente desenvolvidos, assim como devem ser também desenvolvidos todos os materiais de apoio à aplicação das oficinas, como *slides*, vídeos interativos e outros. A criatividade é extremamente importante nesta fase, pois é neste momento que os desafios relacionadas a representação do conhecimento deverão ser superados. Deve ainda ser ressaltado que as ações normalmente são executadas no ambiente do aluno - escola. Sendo assim, os recursos devem ser levados à eles, fazendo com que características relacionadas a facilidade de transporte e tamanho do artefato, sejam de fundamental importância.
- **Experimentação:** Nesta fase é feita a implementação de ações de acordo com o modelo incremental da PA, as quais devem possibilita um processo continuado de avaliação e evolução, onde as falhas detectadas devem ser corrigidas em ações futuras. O público-alvo selecionado deve ser o principal elemento a ser observado, pois ele é o principal elemento produtor de *feedback*. Para facilitar a análise, cada

instância do experimento deve ser filmada, de maneira que o professor possa rever todo o processo.

- **Evolução:** Os testes de uma ação são executados de forma interativa, mantendo a relação com o contexto. Desta maneira, os critérios de sucesso devem considerar as pessoas envolvidas e evoluir com as ações e com as necessidades do público-alvo. Para a avaliação, o professor deve usar parâmetros abstratos, como: a facilidade (ou não) de uso/desenvolvimento dos artefatos, a satisfação e nível de compreensão e de motivação do aluno; assim como de parâmetros concretos, como: o tempo usado para a conclusão das atividades, a quantidades de componentes usados em cada artefato e o número de experimentos executados no período da oficina.

6. Avaliação e Análise

Com o objetivo de apresentar os relatos sobre as principais ações executadas durante o período de desenvolvimento desta tese, ressaltando a relação entre conteúdo proposto e importância deste para o público-alvo dos experimentos, este capítulo destaca a visão geral sobre o processo de implementação dos experimentos executados para avaliação e validação da proposta conceitual deste trabalho. O capítulo é finalizado com uma breve descrição dos principais desafios e soluções implementadas para estes.

6.1 Processo de Obtenção de Dados

Em consonância como as diretrizes gerais da metodologia Pesquisa-Ação, as quais definem fases recorrentes para reflexão, planejamento, ação e observação, o método usado na execução da fase experimental desta pesquisa tem como base os procedimentos definidos para o *Design Thinking for Educators*, os quais sugerem que devido a diversidade de necessidades dos alunos, o trabalho do professor nunca estará completamente acabado ou resolvido, estando sempre em andamento e em constante evolução.

Há de se recordar que o plano de trabalho proposto para esta tese foca-se tanto na implementação quanto na avaliação incremental de ações práticas relacionadas com a motivação dos alunos para o aprendizado da eletrônica e da ciência da computação.

De se notar que toda obtenção de dados está relacionada aos experimentos desta tese, que são os instrumentos que efetivamente implementam a ponte entre a universidade e as escolas do ensino fundamental, os quais tiveram suas instâncias implementadas em escolas (públicas e privadas), tanto de forma pontual (uma única sessão) como em forma de sequência de oficinas (e.g. Escola Sofia Imbiriba), apresentadas no Quadro 6.1 (o catálogo completo pode ser encontrado no Anexo B), a qual mostra todas as ações que foram implementadas até o primeiro semestre de 2017.

Quadro 6.1 - Eventos e/ou ações implementadas até o 1º semestre de 2017.

ID	Data	Local	Evento e/ou Ação	Faixa Etária
1	15/09 a 20/10/2014	Escola Municipal Professora Sofia Imbiriba	Mini Curso de <i>Scratch</i>	10 a 12 Anos
2	15/10/2014	Universidade Federal do Oeste do Pará	III Jornada Acadêmica da UFOPA / Oficina de Prototipagem de Circuitos em Matriz de Contatos	Livre

ID	Data	Local	Evento e/ou Ação	Faixa Etária
3	22/11/2014	Colégio Dom Amando	1st UFOPA/CDA <i>Maker Workshop</i> / Eletrônica e Dispositivos Programáveis	10 a 12 Anos
4	18/12/2014	Universidade Federal do Oeste do Pará	I Semana de Tecnologias Educacionais / Oficina de Prototipagem de Circuitos em Matriz de Contatos	Livre
5	19/12/2014	Universidade Federal do Oeste do Pará	I Semana de Tecnologias Educacionais / Ferramentas para Simulação de Circuitos Eletrônicos	Livre
6	19/12/2014	Universidade Federal do Oeste do Pará	I Semana de Tecnologias Educacionais / Programação de Arduino Usando <i>Scratch</i>	Livre
7	06 a 14/02/2015	Universidade Federal do Oeste do Pará	PARFOR 2015 / Disciplina de Eletricidade e Magnetismo I	Livre (professores)
8	12/05/2016	Colégio Dom Amando	Instância da Hora do Código em Santarém	10 a 12 Anos
9	11/06/2016	Colégio Dom Amando	Instância da Hora do Circuito em Santarém.	10 a 12 Anos
10	08/04/2017	Escola Plácido de Castro	Instância da Hora do Código em Santarém	12-15 anos + (professores)
11	06/05/2017	Escola Plácido de Castro	Instância da Hora do Circuito em Santarém.	12-15 anos + (professores)

As oficinas da I Semana de Tecnologias Educacionais, mesmo tendo faixa etária livre, teve público majoritariamente composto por alunos do ensino fundamental, tendo sido assim planejado e divulgado pela organização do evento no qual as oficinas estavam inseridas. Ainda pode ser observado que nem todos os eventos tiveram como alvo os alunos. Além da participação dos professores como ouvintes nas atividades dos alunos, observa-se que o evento do PARFOR foi especialmente planejado para professores, que eventualmente serão multiplicadores das ideias relacionadas ao modelo proposto, além de que, também participaram do processo de validação de maneira mais efetiva, pois possuem maior experiência para avaliar ou propor sugestões ao modelo.

De modo geral o processo de obtenção dos dados tem como base a implementação de uma sequência de ações, onde o modelo incremental de planejamento, de execução e de avaliação é usado na concepção, no desenvolvimento e na avaliação de novos produtos e de artefatos, que serão usados nas próximas instâncias das ações. Há de se ressaltar que o objetivo das avaliações não visa somente a melhoria das ações em si, mas também a melhoria

dos artefatos e do próprio método de suporte às ações, trazendo assim, como consequência, a melhoria das ações futuras.

6.2 A Prova de Conceito

A Prova de Conceito (PC) construída para este trabalho tem como elemento fundamental a validação das ações planejadas e implementadas de acordo com o modelo de integração entre a universidade e o ensino fundamental, descrito no capítulo 5. Destaca-se que o processo teve início na observação, por parte do pesquisador, do nível de motivação que os alunos da universidade apresentavam quando confrontados com a nova modalidade de práticas utilizadas no âmbito desta categoria de instituição de ensino. Após esta fase inicial o processo dá ênfase à implementação e à avaliação das ações, como descrito nos próximos parágrafos.

Como referido no capítulo 1, o elemento motivacional que impulsionou o desenvolvimento do modelo usado nesta tese teve início a partir da análise, não só dos resultados de algumas atividades curriculares do ensino superior, mas principalmente da observação do nível de motivação dos alunos quanto ao aprendizado de conceitos fundamentais aos cursos superiores aos quais estavam matriculados. Como exemplo para este cenário destacou-se a falta de interesse, por grande parte dos alunos, no aprendizado da eletrônica básica, onde o aprendizado destes conceitos são essenciais para a compreensão dos fundamentos de um curso de ciência da computação.

Os mecanismos usados para motivar os alunos, como já evidenciado, são essencialmente baseados em ações voltadas para a prática. Neste sentido foi definido que a prática deve ter como foco o desenvolvimento de um “produto”, onde o caráter lúdico, incorporado ao seu projeto, poderia trazer a motivação necessária ao seu desenvolvimento, assim como a eventual curiosidade necessária à busca dos conceitos que fundamentam o funcionamento destes produtos. A principal característica requerida ao produto é a simplicidade. Desta forma os produtos desenvolvidos não só puderam ser facilmente compreendidos pelos alunos do ensino universitário, como também estavam acessíveis aos alunos de outros níveis de ensino, motivando assim a fase inicial de preparação dos experimentos desta tese, a qual está detalhada no Apêndice E.

Antes de dar continuidade ao detalhamento da PC, deve destacar os números relacionados ao público-alvo da pesquisa. No decorrer da pesquisa, foram implementadas ação em 3 escolas do ensino fundamental, totalizando 6 grupos de 10 a 15 alunos para cada,

onde 2 oficinas foram implementadas com cada um dos grupos. Além destas, mais 5 oficinas forma implementadas em eventos promovidos nas dependências da Universidade Federal do Oeste do Pará. Ao todo foram mais de 12 horas de gravações em vídeo e aplicação de formulários para avaliação e obtenção de *feedback*.

De acordo com o modelo proposto, o primeiro evento foi considerado como uma ação que visava principalmente buscar um método adequado à implementação da proposta da tese - esta ação é categorizada como um mini-curso composto por várias oficinas, tendo sido intitulado "Oficinas de Scratch". Destaca-se ainda que o evento (com aplicação e avaliação detalhadas no Apêndice F) deu início às ações relacionadas ao aprendizado dos fundamentos da ciência da computação. Nesta perspectiva, a partir do segundo semestre de 2014 a proposta motivacional desta tese foi aplicada a alunos de 10 a 12 anos de idade, da escola da rede pública de ensino fundamental Professora Sofia Imbiriba, localizada na periferia da cidade de Santarém.

Em sequência ao evento da Escola Sofia Imbiriba, os eventos do Quadro 6.1 foram concebidos e avaliados, usando como base o Evento de Divulgação (Apêndice G), que já implementava a maior parte das diretrizes apresentadas no modelo proposto por esta tese. Deve ser destacado também o evento multiplicador (Apêndice H), que inicialmente não fazia parte do escopo de avaliação desta tese. No entanto, uma atividade voltada para professores, foi planejada, executada e avaliada, usando o modelo proposto e tendo como público-alvo uma turma de alunos/professores do Plano Nacional de Formação dos Professores da Educação Básica (PARFOR¹⁵). A partir desta atividade, todas as outras tiveram como convidados alguns professores, que também participaram do processo de avaliação dos eventos.

Uma característica importante a ser observada quanto ao uso das ações e/ou experimentos no contexto desta PC é que, comparado com outras pesquisas, um número relativamente pequeno destas ações foram implementadas durante o período de tese. Isto se deu, pois o objetivo não era avaliar somente usando das informações do público-alvo, mas avaliar pela ponto de vista do pesquisador quanto a estas informações. Desta maneira, cada ação executada foi analisada e devidamente corrigida, pelo tempo que fosse necessário, buscando detectar suas falhas e/ou pontos fracos, de modo que a próxima ação seria planejada

¹⁵ O PARFOR é um programa emergencial instituído pelo governo federal para atender o disposto no Decreto nº 6.755, de 29 de janeiro de 2009, visando assim dar apoio à oferta de educação superior em cursos de licenciatura e formação pedagógica para professores em exercício na rede pública de educação básica (CGDOC, 2013).

tomando as medidas corretivas definidas na avaliação da ação anterior. O Quadro 6.2 descreve sucintamente o conjunto das principais falhas e/ou pontos fracos detectados, assim como as medidas determinadas para correção ou minimização do problema detectado.

Quadro 6.2 - Relação entre falhas e medidas corretivas das ações implementadas.

ID	Evento	Falhas e/ou Pontos Fracos	Medidas Corretivas
1	Mini Curso de <i>Scratch</i>	i) muito longo para ser replicada por professores que não são da área de computação; ii) com a aplicação do questionário de avaliação era difícil obter o real sentimento do usuário quanto ao processo de aprendizado.	i) trocar o formato de mini curso (4 ou mais horas) para oficina de curta duração (máximo de duas horas); ii) reduzir o número de perguntas e usá-las na modalidade de formulário de avaliação.
2	III Jornada Acadêmica da UFOPA / Oficina de Prototipagem de Circuitos em Matriz de Contatos	i) a avaliação do evento feita somente por alunos nem sempre consegue ser completa; ii) prototipagem dificultada pela falta de padronização.	i) convidar alguns professores dos alunos para acompanhar a execução completa das ações e participar do processo avaliativo; ii) padronizar o modo de prototipagem.
3	1st UFOPA/CDA <i>Maker Workshop</i> / Eletrônica e Dispositivos Programáveis	i) os artefatos usados nas apresentações (slides) não ajudam muito quanto ao apoio pós-ação; ii) as dúvidas do público-alvo no pós-ação dificilmente são sanadas.	i) iniciar o processo de desenvolvimento de tutoriais em vídeo e disponibilizá-los via <i>Internet</i> ; ii) criar um canal de comunicação (e-mail e/ou site) entre o responsável pelo evento e o público-alvo.
4	I Semana de Tecnologias Educacionais / Oficina de Prototipagem de Circuitos em Matriz de Contatos	mesmo com a prototipagem padronizada, o tempo de implementação ainda é longo.	para delimitar o número de componentes e de experimentos foi criado o μ e-Lab, com uso mais simplificado em eventos de curta duração.
5	I Semana de Tecnologias Educacionais / Ferramentas para Simulação de Circuitos Eletrônicos	os simuladores são eficientes quanto ao uso, mas não estão no mesmo nível de eficiência quanto a motivação inicial necessária.	os simuladores de circuitos não serão mais usados em atividades introdutórias, sendo usados apenas para demonstração em artefatos de divulgação e/ou tutoriais interativos.
6	I Semana de Tecnologias Educacionais / Programação de Arduino Usando <i>Scratch</i>	i) o <i>Scratch</i> para Arduino apresenta muitas limitações quanto aos dispositivos usados; ii) o Arduino é muito usado em robótica e os alunos que já conhecem o produto solicitaram maiores informações.	ii) substituir pelo Blockly Duino, que implementa fielmente a linguagem de programação original do Arduino; ii) iniciar o planejamento para uma ação voltada a robótica - resultou na criação do Muiraquitino.

ID	Evento	Falhas e/ou Pontos Fracos	Medidas Corretivas
7	PARFOR 2015 / Disciplina de Eletricidade e Magnetismo I	i) os componentes do μ e-Lab soltam-se muito facilmente, dificultando o manuseio e testes; ii) os professores que não são da área ainda não estão convencidos de podem conduzir as atividades; iii) o custo do μ e-Lab ainda é muito alto para ser produzido em quantidade suficiente para turmas de trinta a cinquenta alunos.	i) soldar os comportes em placa de fenolite onde o conjunto se comporta como um componente único a ser encaixado na placa de prototipagem; ii) melhorar o nível de auto-condução nos artefatos de apoio às oficinas; iii) iniciar um trabalho delimitação de componentes no artefato.
8	Instância da Hora do Código em Santarém	os canais de comunicação ainda não se mostraram eficientes.	criar um site para a “Hora do Código” e inserir neste um fórum eletrônico para perguntas e respostas.
9	Instância da Hora do Circuito em Santarém.	a falta de uma maior participação de professores se refletiu negativamente na avaliação do evento.	oficializar a presença de professores e criar eventos destinados especialmente para professores.
10	Instância da Hora do Código em Santarém	os vídeos tutoriais ainda não trazem um nível de interatividades suficiente para o auto aprendizado.	migrar estes artefatos para vídeos tutoriais interativos.
11	Instância da Hora do Circuito em Santarém.	a diversidade de recursos do μ e-Lab ainda confunde o aluno iniciante em oficinas de curta duração.	delimitar ainda mais o artefato - criando assim o ne-Lab.

Para exemplificar a importância deste processo de detecção de falhas e determinação de medidas corretivas dentro do modelo de validação da tese, pode-se ressaltar a evolução de alguns dos artefatos criados especialmente para uso nas ações implementadas. Neste contexto pode ser destacado o Micro Laboratório de Prototipagem Eletrônica (μ e-Lab - detalhes no Apêndice B).

Sabe-se que a maioria das escolas públicas não conta com infra-estrutura de laboratórios de eletrônicas, mas esta tese provou que isto não é impedimento para execução de tarefas voltadas à esta área do conhecimento. Com um investimento de menos de R\$20,00 por módulo (todos os componentes foram obtidos via metarreciclagem), foram produzidos dez módulos do μ e-Lab (Figura 6.1), que podem implementar mais de trinta experiências voltadas à eletrônica básica.

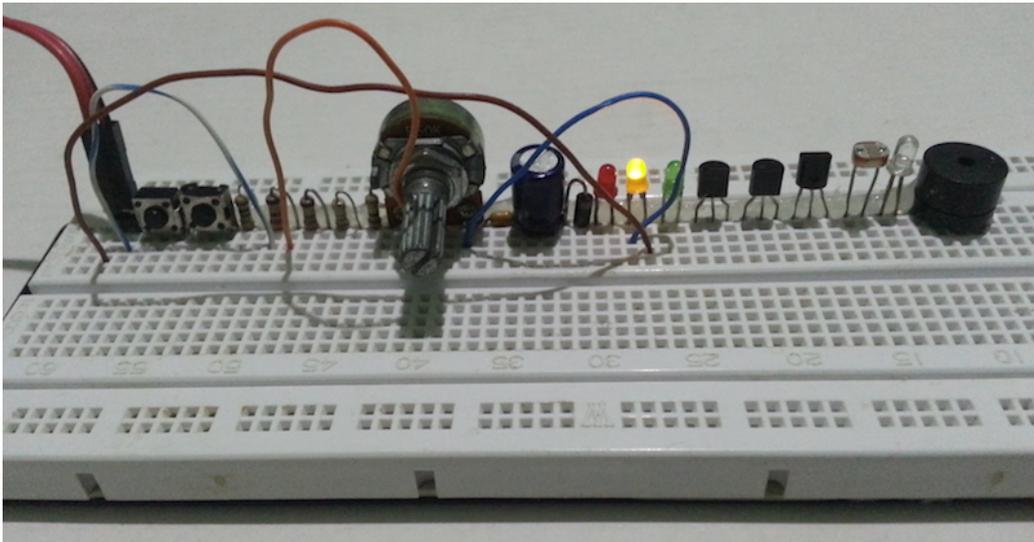


Figura 6.1 - Primeira versão do μ -Lab.

Com a avaliação e evolução das ações foi observado que o μ -Lab, mesmo sendo bem avaliado, ainda apresentava as seguintes deficiências:

- No momento do uso do artefato, eventualmente seus componentes soltavam-se da placa de prototipagem, dificultando assim o manuseio e a usabilidade. Sendo assim, uma segunda versão foi produzida (Figura 6.2), onde os componentes são soldados em uma placa de circuito e o conjunto é encaixado na placa de prototipagem. Isso tornou o μ -Lab mais robusto;

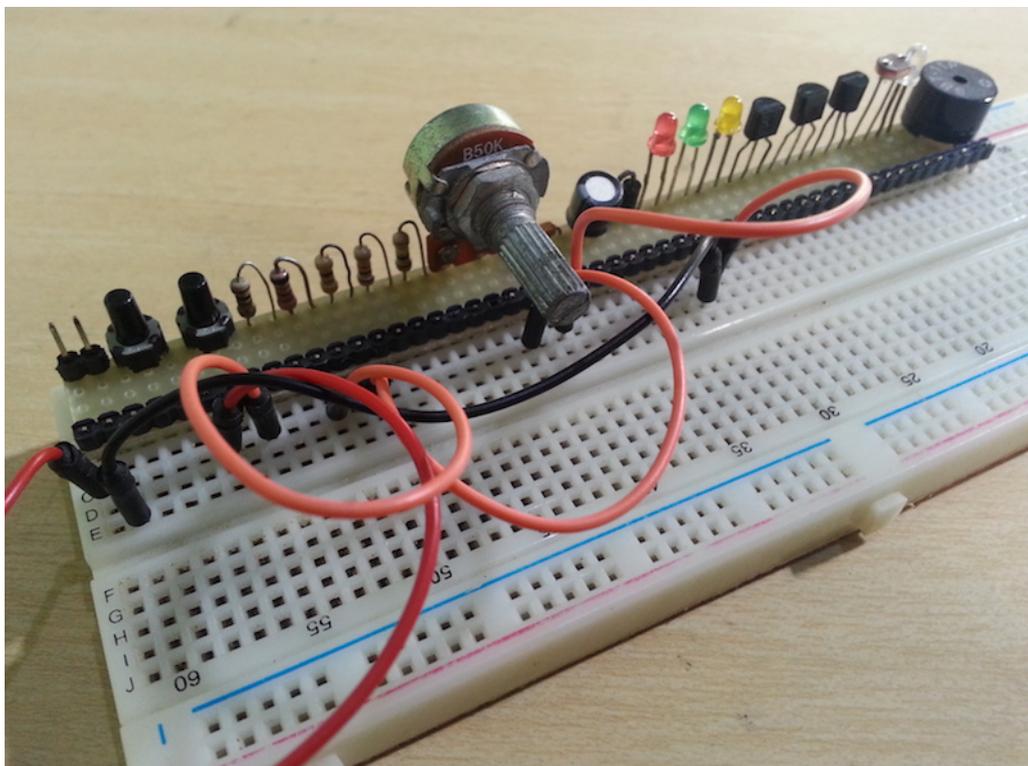


Figura 6.2 - Segunda versão do μ -Lab.

- No uso em eventos de curta duração, a maior diversidade de componentes acabava por confundir o aluno quanto ao uso dos componentes individuais em para o desenvolvimento de um produtos simples. Observando este problema foi produzido o Nano Laboratório de Prototipagem (ne-Lab - Figura 6.3), que por ter poucos componentes, tem aplicabilidade para poucos experimentos, mas o torna muito mais barato (aproximadamente R\$2,00 - usando de componentes metarreciclados), assim como de fácil compreensão e uso.

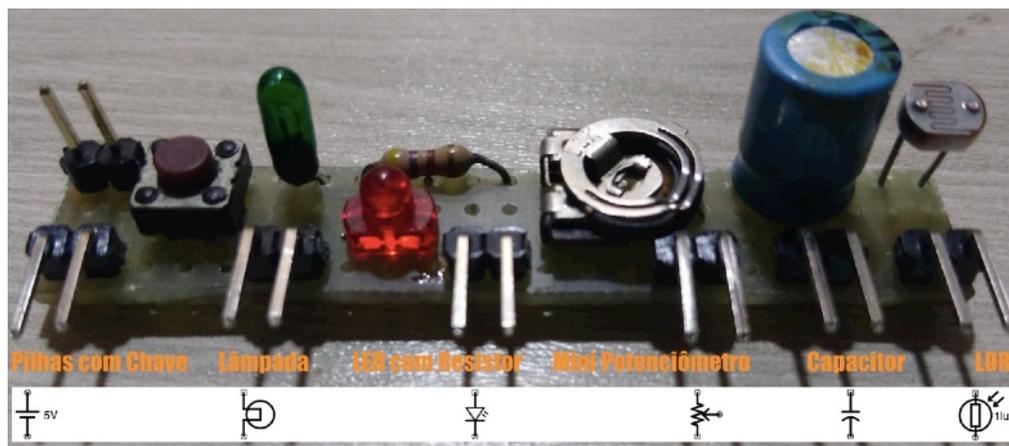


Figura 6.3 - O ne-Lab e a lista de seus componentes.

Outro artefato que se destaca como um dos principais produtos desta tese é o Muiraquitino (Figura 6.4 - detalhes no Apêndice B). Este artefato pode ser classificado uma base móvel microcontrolada que pode ser usada na introdução aos conceitos da robótica, principalmente no que se refere a programação dos seus dispositivos sensores e atuadores.

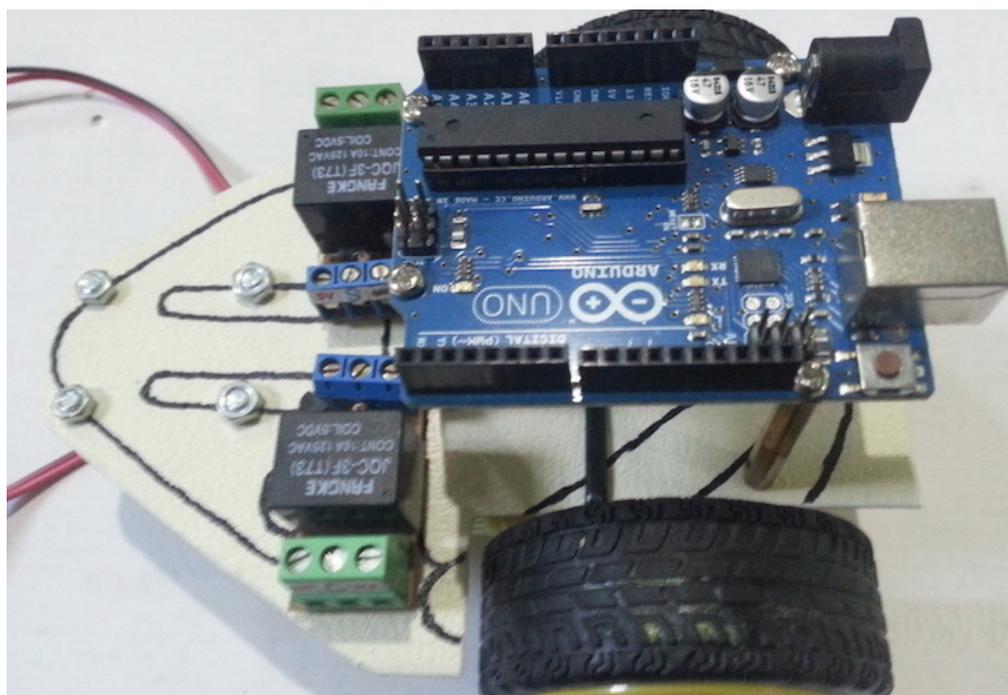


Figura 6.4 - O Muiraquitino - Base robótica educacional de baixo custo.

O Muiraquitino pode ser considerado de baixo custo, pois apenas foram comprados os motores (e rodas) e o microcontrolador programável Arduino. Mesmo tendo um custo de aproximadamente R\$80,00, ainda pode ser considerado caro para uso em sala de aula, pois haveria a necessidade de 15 a 20 unidades, para uma turma de trinta a cinquenta alunos. Para diminuir os custos e provar que qualquer criança ou jovem pode construir sua própria base robótica, o Muiraquitino 100% Metarreциclado (Figura 6.5) foi desenvolvido usando de lixo eletrônico e outros materiais de origem semelhante. O único custo vem do micro controlador, onde os mais baratos estão em torno de R\$15,00.

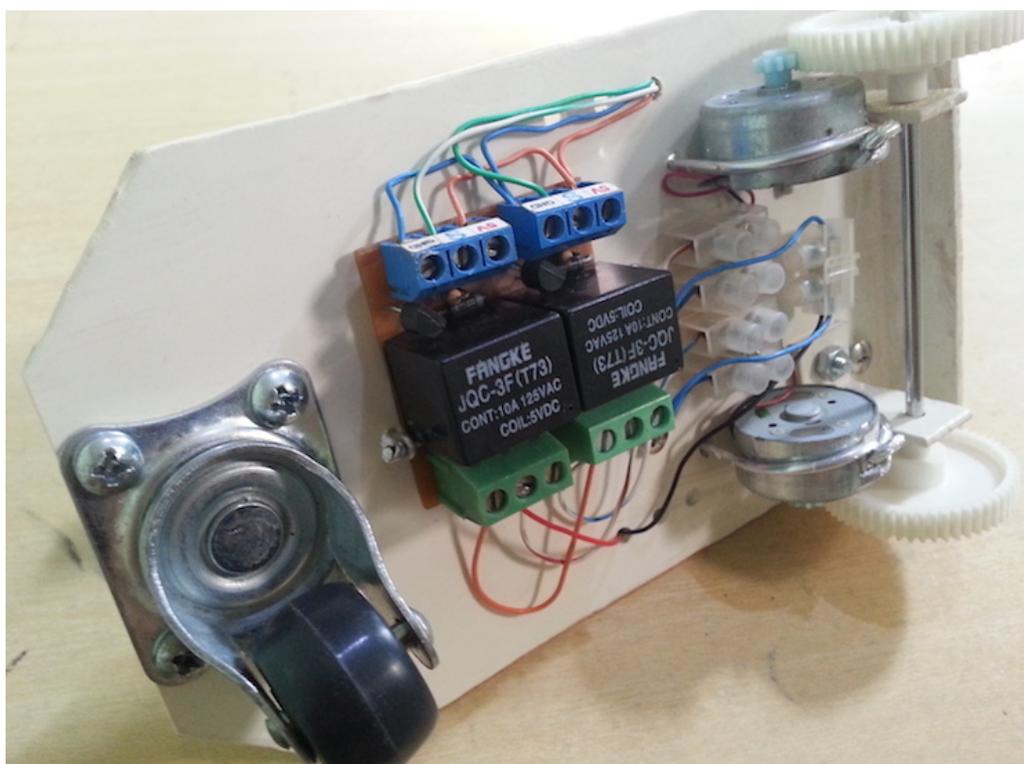


Figura 6.5 - Muiraquitino 100% metarreциclado (foto da parte inferior).

Um dos detalhes mais importantes quanto ao Muiraquitino (ambas as versões) é o modo de programação selecionado para definir seus movimentos, o qual define o uso de linguagem de programação visual para definir os eventos relacionados aos seus movimentos. As versões iniciais do artefato usavam programação tradicional, que constrói programas a partir de um conjunto de linhas de instruções, normalmente usando de mnemônicos ou de textos em língua inglesa. A Figura 6.6 mostra o programa completo (escrito no ambiente de programação Scratch para Arduino) que é usado para definir três movimentos direcionais, nomeadamente: à frente, à esquerda e à direita.

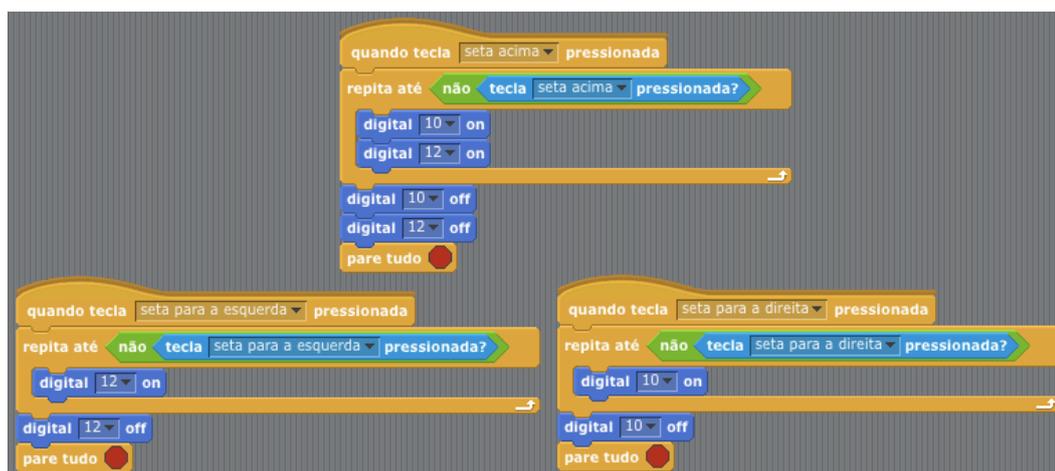


Figura 6.6 - Programa de controle do Muiraquitino.

Quando se descreve a evolução do muiraquitino há de se comentar sobre a última proposta de trabalho relacionado a este artefato. Em uma próxima atualização (com desenvolvimento iniciado no primeiro semestre de 2017) o artefato será denominado de Base Robótica Educacional Acessível e Tangível (detalhes no Apêndice B). Esta base robótica foi idealizada para uso em aulas de robótica para estudantes cegos, pois i) o modelo de programação tangível especificado terá seus componentes também identificados por tecnologias como o Braille, assim como; ii) todo movimento e/ou ação executados pela base robótica, serão acompanhados de sinais sonoros identificadores. Outros elementos que permitirão a programação e uso deste artefato, por pessoas com deficiência visual e/ou audição, ainda estão em fase de planejamento e implementação.

6.3 Resultados e Análise

Os resultados obtidos com a avaliação da PC foram materializados pelas avaliações dos experimentos (questionários, entrevistas e outros) e evidenciados principalmente pela resposta motivacional do público-alvo (neste caso crianças e jovens), o qual destacava principalmente a facilidade do aprendizado dos conteúdos apresentados via experimentos. Deste modo, foi destacada pelo público-alvo a característica do modelo de implementação que alimentava a curiosidade através do fazer, permitindo assim que este público sempre estivesse motivado a aprender mais e melhor.

Destaca-se no desenvolvimento da PC que o modelo baseado em conhecimento visa implementar, através de ações, a ligação entre o ensino universitário e o ensino fundamental. Estas ações, materializadas pelos experimentos, foram planejadas e representadas na esfera do ensino superior, observando a premissa de que estas pudessem ser facilmente implementadas

nas escolas do ensino fundamental. No contexto das características de planejamento, prototipagem e implementação do modelo citado, podem ser observados os seguintes aspectos:

- Inicialmente destaca-se que a visão geral, assim como o processo de planejamento, tiveram como base as teorias C&C e suas atuais iniciativas, a saber M4E e DTE. Para as iniciativas destacadas vale ressaltar que mesmo que suas premissas não apresentem um relacionamento explícito com as teorias do C&C, tal relacionamento existe implicitamente. Isto pode ser observado principalmente quando da especificação das diretrizes gerais destas iniciativas, que enfatizam o fazer usando de ferramentas, o aprender mesmo com o erro, a participação e a colaboração, onde estas premissas são fundamentais e comuns nas teorias C&C;
- Em consonância ao apresentado no item anterior, esta pesquisa busca responder os questionamentos relacionados à transferência e ao uso, no ensino fundamental, do conhecimento produzido na universidade. Nesta busca, observa-se o uso constante das diretrizes relacionadas às teorias e aos modelos citados, tanto para definição das ações, quanto para a implementação e avaliação de seus experimentos. Neste contexto, destaca-se a necessidade de formalizar conhecimento para transferi-lo, assim usando das melhores práticas para aquisição do conhecimento e sua respectiva aplicação no desenvolvimento de artefatos educacionais e, desta maneira, desenvolver, implementar e avaliar práticas de ensino apoiadas nas diretrizes do M4E e do DTE;
- Quanto ao planejamento e a modelagem das ações, observa-se o forte relacionamento com as características motivacionais e lúdicas dos experimentos. Estas características se fizeram necessárias para inicialmente aumentar o interesse dos alunos pela ciência e assim, poder melhor trabalhar os temas e os conteúdos relacionados com a eletrônica, a computação e a robótica, disciplinas que em função do viés prático de seus resultados, também são motivadoras. Neste contexto é destacado o procedimento para especificação dos produtos usados nos experimentos, o qual direcionou alunos do ensino superior para o desenvolvimento de produtos de fácil adaptação e uso em outros níveis de ensino. O desenvolvimento citado é relacionado com as disciplinas do ensino universitário dos cursos de computação, basicamente das áreas de eletricidade, eletrônica e programação de computadores;

- Ainda quanto aos experimentos destaca-se o desenvolvimento de artefatos que conduzem a construção e o uso de produtos, materializados por representações sequenciais, visuais e com níveis progressivos de dificuldade. O uso deste formato para condução de atividades, visa permitir que o público-alvo construa seu próprio conhecimento de maneira evolutiva, onde os conceitos básicos são identificados e progressivamente usados para o desenvolvimento de conhecimento específico sobre um determinado assunto ou área;
- Para a implementação dos experimentos observa-se ainda o suporte dado pela tecnologia computacional, não somente para implementação de materiais interativos para as oficinas, mas também na criação de experimentos virtuais. Isto se dá através do uso de simuladores de circuitos eletrônicos, os quais permitem superar a precariedade dos recursos de laboratórios. Ainda que não tenha sido foco principal, dentro desta pesquisa um exemplo deste suporte tecnológico é o uso do software 123D Circuits¹⁶, na simulação de muitos dos protótipos desenvolvidos durante a pesquisa. Um portfólio (apresentado no Apêndice I) com mais de 30 exemplos de produtos foi disponibilizado ao público-alvo da tese.
- Quanto às diferenças entre o desempenho entre alunos de escolas públicas e particulares, o que foi notado é que estas foram mínimas. Mesmo sendo crianças com suporte educacional diferenciado, o nível de retorno encontrado foi bem semelhante, principalmente devido ao assunto abordado ser praticamente inédito para os alunos de ambas situações sociais.

Outro aspecto apontado pelo público-alvo das ações já implementadas, foi a qualidade do material usado nas oficinas, onde foi destacado o desenvolvimento dos produtos. As ações sustentando este desenvolvimento reforçam a visão geral deste trabalho, na qual a "ponte" entre os diversos níveis de ensino também pode ser implementada independentemente de quem é o gerador (e.g. professor e/ou aluno) do conhecimento a ser trocado, onde os alunos do ensino superior contribuem com ideias e procedimentos de uso para os produtos, os quais são modelados e encaminhados para os alunos do ensino fundamental através das oficinas, aproximando assim os “mundos” considerados nesta tese.

¹⁶ O Simulador de circuitos eletrônicos 123D Circuits (<https://circuits.io/>), da Autodesk, permite que simulações realísticas sejam executadas, assim como possibilita a catalogação eletrônica destes circuitos.

Uma das premissas fundamentais da Pesquisa-Ação (PA) é a implementação de ações em um processo interativo, com cada uma de suas fases finalizada pela avaliação dos seus resultados. Esta avaliação permite não apenas a validação, mas também a revisão do processo de planejamento e, se necessário, uma nova implementação de instância do experimento, ou seja, uma nova ação. Esta nova instância provavelmente contará com a atualização no âmbito dos procedimentos de execução, e também com uma eventual evolução dos procedimentos de avaliação.

No que se refere a avaliação do processo evolutivo de validação, em consonância com a metodologia de PA e no contexto específico desta tese, optou-se pela validação da sua visão através do procedimento experimental conhecido como PC, que visa essencialmente “provar um determinado conceito”. Esta opção ainda dá suporte a outra premissa da PA, a qual prevê abordagem indutiva, sobre a implementação de um protótipo, através de observações, testes, implementações e recomendações.

Como mostrado no tópico 6.2 deste capítulo, e em consonância com o modelo definido pela PA, o processo formal de avaliação evoluiu juntamente com a execução dos experimentos, onde as ferramentas foram melhoradas a cada experimento executado, ressaltando assim o caráter experimental no âmbito da avaliação de cada ação.

6.4 Desafios e Medidas Corretivas

Os principais desafios encontrados nesta proposta de trabalho estão relacionados: i) à receptividade dos professores ao modelo proposto; ii) ao processo de validação e; iii) à aceitação do modelo pelos alunos. A receptividade de alguns alunos, pode até ser considerado um desafio mais fácil de ser trabalhado, pois o aprendizado voltado ao fazer e aprender fazendo, em alguns momentos, entra em contradição com o formato já incorporado ao modelo de aprendizado que os alunos estão habituados.

No que se refere receptividade dos professores ao modelo proposto foram observados dois desafios, nomeadamente:

- Como já citado nos primeiros parágrafos do capítulo introdutório, o cenário da educação brasileira, principalmente no que se refere ao quesito salarial, faz com que os muitos professores do ensino fundamental tenham que optar por uma grande carga diária de trabalho. A principal consequência desta escolha é a falta de tempo para uma preparação apropriada das aulas, assim como para receber novas propostas

relacionadas à melhoria de seus desempenhos em relação ao processo de aprendizagem e ensino. Este problema foi classificado como o desafio inicial, o qual foi contornado com: i) a utilização de experimentos que primam pela simplicidade (melhor descrito no próximo ponto); e ii) o incentivo à participação efetiva dos professores nas ações implementadas. Com o efetivo aumento da participação, o professor pode entender melhor o processo e concluir que a proposta de trabalho pode ser implementada usando de muito pouco do seu tempo;

- Outro fator encontrado foi um relativo receio quanto ao uso dos materiais disponibilizados, pois ao se tratar de tecnologia, muitos ainda acham que são áreas específicas para engenheiros e tecnólogos. A solução para este desafio teve como base a transformação do modelo de representação do conhecimento, onde a evolução dos tutoriais usados nas atividades práticas tiveram como mote a simplicidade, efetivamente transformando-os em tutorias interativos, materializados através de apresentações e/ou vídeos interativos. Os professores, ao observar que o próprio material usado já, de alguma forma, conduzia a atividade proposta, aparentemente ficavam mais receptivos ao seu uso. Outra medida tomada foi trabalhar com alguns alunos (voluntários) da universidade para auxiliar na aplicação dos tutoriais.

A PC, assim como outros elementos desta tese, teve um processo evolutivo de construção e de validação caracterizado pela necessidade de identificação e adoção de novas ferramentas para a avaliação e validação final da tese. Observa-se ainda que os parâmetros que definiram o encerramento das ações também foram criados no decorrer da execução dos experimentos, dificultando assim a “visualização” de um “ponto de finalização das atividades”. No entanto, com a sequência de execução das ações, foi observado que o modelo de avaliação dos experimentos chegou em um ponto de estabilidade, com os quesitos dos formulários e questionários de avaliação chegando ao seu conjunto definitivo de métricas, fazendo com que este “ponto de finalização” se tornasse mais aparente.

Paralelamente, a validação definitiva dos métodos usados para o planejamento e a implementação dos experimentos, assim como do processo de avaliação, também contribuíram para o processo de validação da tese, pois a própria metodologia da PA, assim como o modelo proposto para a PC, permitem validar o todo, tendo como base a avaliação positiva das partes integrantes deste.

Finalizado a lista dos desafios estão os alunos, pois muitos não estão habituados ao modelo de aprender fazendo. Atualmente, muito da preparação dos alunos está voltado aos processos seletivos para as escolas técnicas de ensino médio e para a entrada no ensino universitário. Este modelo faz com que os conteúdos sejam voltados à solução de "problemas técnicos", resolvidos através de cálculos e/ou de processos interpretativos onde o alunos têm que absorver os conceitos e aplicá-los na solução de problemas pontuais. Neste modelo o processo de desenvolvimento de produtos e o respectivo aprendizado com estes, acaba tornando-se secundário. Este problema foi considerado de menor importância, no âmbito desta pesquisa, pois rapidamente o aluno, quando confrontado com atividades do fazer (desenvolvimento de produtos), acaba por se habituar ao conceito, de maneira que a simples proposição de atividades voltadas à solução de problemas do cotidiano, basicamente dão solução ao desafio encontrado.

7. Conclusões e Trabalhos Futuros

De modo geral, a proposta de tese foi de integrar os mundos universitários e do ensino fundamental através da troca de conhecimento, fundamentando-se teoricamente em Construtivismo e Construcionismo, usando de elementos técnicos do *Maker for Education* e do *Design Thinking for Educators* para apoiar a criação de um conceito; e com desenvolvimento de seus artefatos sendo também embasados nos conceitos e ferramentas da Gestão do Conhecimento. Sendo assim, este capítulo apresenta as conclusões e trabalhos futuros desta tese, iniciando com um resumo do trabalho, seguido pela discussão sobre seus: i) resultados, modelos e processo de avaliação e; ii) finalizando com alguns aspectos relacionados à continuidade do trabalho.

7.1 Resumo do Trabalho de Tese

O atual contexto educacional, como destacado em Resnick et al (2005) e Schmidt, Resnick & Rusk (2015), sugere que as mudanças mais evidentes no processo de ensino e aprendizado não estão somente relacionadas a uma melhor entrega de informações, ou a um melhor acesso a conteúdos, pois os professores devem dar oportunidade para que os alunos possam criar e se expressar de forma alternativa. Os autores também destacam a necessidade da implementação de ambientes de aprendizado semelhantes ao "jardim de infância", com laboratórios amplos e diversidades de materiais, onde os alunos possam criar em colaboração e assim aprender o que realmente é importante. Observa-se ainda que esta é a visão de muitos educadores e pesquisadores, que defendem um processo de aprendizagem lúdico, atraente, inspirador e motivador, para que os alunos possam superar os seus limites.

No contexto apresentado a universidade pode contribuir oferecendo uma ponte, que visa facilitar a transferência de conhecimento entre a universidade e o ensino fundamental. Esta concepção representa a visão que guia esta pesquisa. Tal visão ressalta o modelo estrutural de uma ponte, que é sustentada por dois pilares, nomeadamente C&C. Estes pilares suportam o vão central da ponte, oferecendo modelos, conceitos e ferramentas que permitem que o conhecimento flua, bidirecionalmente, entre a universidade e a escola do ensino fundamental.

De modo específico, esta pesquisa explora os processos de aprendizado implementados através de métodos e de produtos educacionais baseados em tecnologia,

conceitualmente fundamentados nas teorias C&C. Deve-se ressaltar ainda que no aspecto metodológico três elementos são observados, a saber: i) a identificação dos tipos de conhecimento produzidos no ensino superior; ii) a classificação destes conhecimentos, especificando quais podem ser encaminhados aos outros níveis de ensino; e iii) o detalhamento e transformação deste conhecimento, de forma que este seja transferido e (tão facilmente quanto possível) compreendido pelos atores do ensino fundamental.

Ainda quanto ao aspecto metodológico, observa-se a necessidade do uso de modelos e ferramentas que associem a ação com a solução do problema, onde pesquisador e participantes estejam envolvidos de modo cooperativo e participativo. O uso da metodologia PA é apropriada para este tipo de pesquisa, pois em suas premissa, aponta para a solução de problemas em ambientes de educação, onde professores e pesquisadores devem direcionar suas ações ao desenvolvimento de artefatos que beneficiem o processo educacional.

Com a análise dos resultados foram discutidos o modelo de obtenção de dados, os resultados e avaliação dos experimentos que compõem a prova de conceito, assim como alguns dos principais desafios encontrados e suas medidas corretivas. Destaca-se ainda a forma como foi caracterizado o modelo experimental adotado para esta pesquisa, discutindo-se sucintamente as principais ações implementadas, desde o processo de preparação para os experimentos, indo até a visão geral da implementação dos três experimentos considerados mais relevantes. O detalhamento sobre todos os experimentos são apresentados nos apêndices deste documento.

7.2 Contribuição da Pesquisa

Esta tese tem como premissa produzir conhecimento sobre a integração dos mundos universitário e do ensino fundamental, centrado na representação e troca de fontes de conhecimento e, assim sendo, esta integração materializa-se nos resultados esperados desta pesquisa. O Quadro 7.1 mostra os resultados esperados e modo como foram alcançados.

Quadro 7.1 - Relação entre resultados esperados e materialização.

Tipo	Resultados Esperados	Materialização dos Resultados
Científicos	Framework conceitual que dará suporte a implementação de uma metodologia para facilitar a criação de (fontes de) conhecimento na universidade e o seu(s) respectivo(s) uso(s) no ensino fundamental.	Baseado em conhecimento, para suportar a integração universidade - ensino fundamental; Materializado pelas diretrizes de planejamento, modelagem e implementação das oficinas; Especifica a metodologia para facilitar a criação de (fontes de) conhecimento na universidade e o seu(s) respectivo(s) uso(s) no ensino fundamental.
Científicos	Metodologia a ser adotada e adaptada para avaliar a prova de conceito que será usada para validar os conceitos desenvolvidos nesta tese.	Modelo de integração que validou a PC, com base na PA e no DTE, tem como conceitos principais a concepção, execução, avaliação e definição de novos parâmetros a serem usados em novas ações; em um modelo incremental evolutivo.
Científicos	Publicações em revistas especializadas e conferências relevantes.	Ao todo foram seis publicações em revistas ou anais de eventos, entre os anos de 2014 a 2017.
Técnicos	Definição das estruturas formais de representação do conhecimento a ser transferido entre universidade e ensino fundamental.	<i>Website</i> usado para catalogar: instâncias de conhecimento, tutoriais, vídeos, registros dos eventos experimentais e artefatos de avaliação dos eventos; Vídeos e tutoriais computacionais interativos usados na condução das oficinas.
Técnicos	Especificação da estrutura dos eventos experimentais de transferência do conhecimento que materializaram a PC.	Os métodos específicos para organização dos eventos destinados à implementação e à avaliação dos conceitos e dos produtos desenvolvidos; Os formulários e questionários usados para avaliar os eventos experimentais.
Tecnológicos	Produção dos artefatos computacionais responsáveis pela manutenção de canais de fluxo contínuo entre os atores dos diferentes mundos de ensino.	Materiais para as oficinas - Tutoriais interativos, Vídeos, Animações, entre outros; Websites "Meta Eletrônica" e "Hora do Código em Santarém".
Tecnológicos	Produção de artefatos (apostilas, roteiros, planos de aula, e outros) para as oficinas, cursos, melhores práticas e métodos de avaliação.	Todo conteúdo dos sites citados no item anterior materializam os artefatos descritos neste item.
Acadêmicos	Orientações de Trabalhos de Conclusão de Curso (TCCs) e de Estágio.	Do primeiro semestre de 2015 até o primeiro semestre de 2017 foram orientados 12 TCCs.

Ao observar o confronto entre resultados esperados e os alcançados, deve ser ressaltado que as diretrizes dispostas no modelo foram materializadas pelas avaliações dos

experimentos e foram evidenciados pela resposta motivacional do público-alvo. Quanto as características de planejamento, prototipagem e implementação do modelo, observam-se os seguintes elementos: i) é um modelo de implementação que alimenta a curiosidade através do fazer; ii) é a ligação entre o ensino universitário e o ensino fundamental e; iii) implementa o desenvolvimento de artefatos que conduzem a construção e o uso apropriado de produtos e sua consequente geração de conhecimento.

Nos resultados científicos (Quadro 7.2) são considerados, além do modelo detalhado no capítulo 5, as apresentações e as publicações de trabalhos em revistas, eventos e conferências nacionais e internacionais, começando com o referencial posicional desta tese, que foi apresentado na III Jornada Acadêmica da UFOPA (Out/2014). Uma atualização do tema central da tese foi publicada nos anais do XXIV Simpósio Internacional de Eletrônica Industrial (Jun/2015). Por fim, foi publicado um artigo no XII *Workshop* Nacional de Informática na Escola, que apresenta a implementação de um cenário viável para motivar e preparar os alunos do ensino fundamental para o ingresso nos cursos superiores de computação; artigo este que deu início ao conjunto de publicações que, de alguma forma, resultaram dos artefatos e diretrizes desta tese. As informações sobre estes trabalhos estão listadas no Quadro 7.2.

Quadro 7.2 - Publicações relacionadas com o desenvolvimento desta tese.

Autor(es)	Título	Evento ou Revista	Ano
PINHEIRO, C.; LIMA, C.	Integração de Fontes de Conhecimento entre a Pós-Graduação e os Ensinos Fundamental e Médio.	III Jornada Acadêmica da UFOPA.	2014
PINHEIRO, C.; LIMA, C.	Inteligência Computacional no Ajuste Automático de Sensores de Baixo Custo em Sistemas Robóticos Autônomos.	Revista de Publicação Acadêmica do IESPES.	2014
PINHEIRO, C.; LIMA, C. & MARTINS, J.	<i>Instantiating the Maker Education Concept in the Brazilian Amazon Area.</i>	<i>IEEE 24th International Symposium on Industrial Electronics.</i>	2015
PINHEIRO, C.; ALBARADO, S. & LIMA, C.	Um Cenário Viável para Motivar os Alunos do Ensino Fundamental para um Futuro Ingresso nos Cursos Superiores de Computação.	IV Congresso Brasileiro de Informática na Educação e X Conferência Latino-Americana de Objetos e Tecnologias de Aprendizagem (XXI Workshop de Informática na Escola).	2015
LIMA, C.; PINHEIRO, C. & SARRAIPA, J.	<i>Towards a software-enabled environment promoting accessible learning in higher education.</i>	<i>7th International Conference on Software Development and Technologies for Enhancing Accessibility and Fighting Info-exclusion.</i>	2016

Autor(es)	Título	Evento ou Revista	Ano
LIMA, C.; PINHEIRO, C.	<i>The rise of knowledge schools in the Amazon: inspirations from the football school model.</i>	<i>Research in Engineering Education Symposium.</i>	2017

Quanto aos resultados técnicos e tecnológicos, estes foram materializados principalmente pelos artefatos produzidos na tese e pelo repositório *Web* que disponibiliza os artefatos. No entanto, quanto aos resultados acadêmicos, deve ser ressaltado que os alunos concluintes dos cursos de computação da UFOPA também contribuíram de maneira significativa para o desenvolvimento de artefatos para esta pesquisa. Estas contribuições são positivamente consideradas como parte dos resultados desta tese pois o conhecimento aqui produzido guia o desenvolvimento de diversos trabalhos, a saber:

- As atividades de estágio dos cursos de computação tem como principais ações a análise, o planejamento e a implementação de um protótipo computacional. Neste foco de ações, alguns alunos foram orientados ao desenvolvimento de objetos de aprendizagem (jogos inspirados nos tutoriais da *Hour of Code*) que visam introduzir crianças e jovens à ciência da computação. Foram desenvolvidos do segundo semestre de 2015 ao segundo de 2016, de alguns jogos e seus respectivos vídeos de orientação;
- Os trabalhos de TCC (9, no total) foram muito além do inicialmente previsto, pois além dos experimentos, que materializaram suas contribuições através do desenvolvimento de aplicações e artefatos (e.g. tutoriais, jogos e vídeos), os trabalhos ainda contribuíram com a ampliação do foco e com a aplicabilidade de alguns dos conceitos e fundamentos desta pesquisa. A Figura 7.1 ilustra as áreas do conhecimento em que os TCCs foram desenvolvidos.

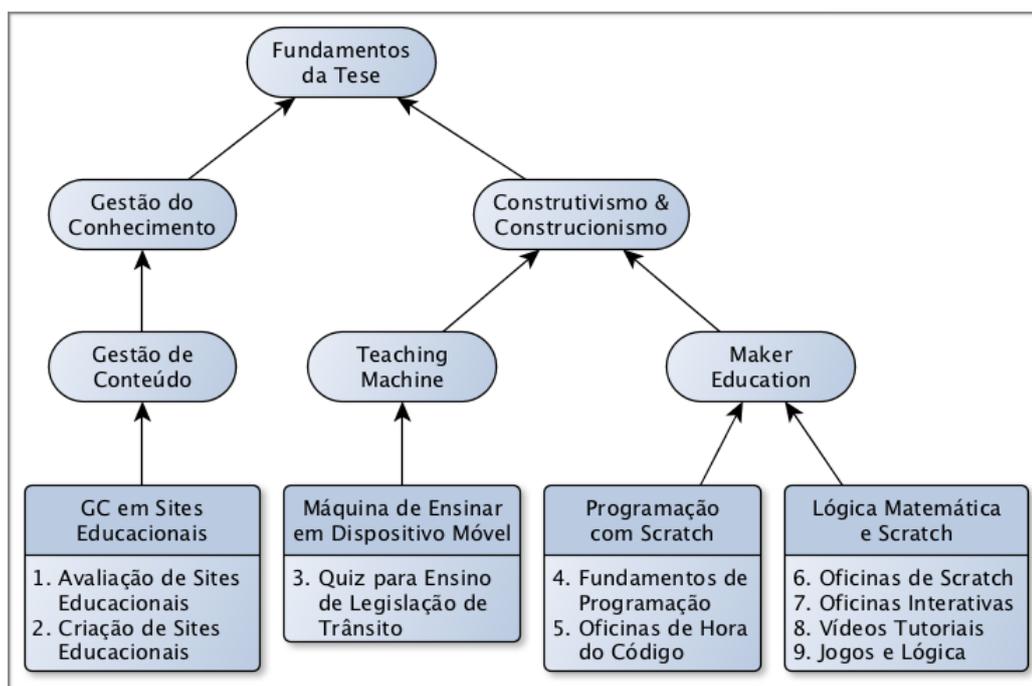


Figura 7.1 - Trabalhos de TCC desenvolvidos no âmbito desta tese.

Ainda no referido a Figura 7.1, pode ser destacado no organograma que representa a hierarquia de conceitos, as temáticas específicas de cada um dos 9 trabalhos (iniciados até o segundo semestre de 2016), listados em seus respectivos grupos e apresentados nas folhas da árvore de conceitos, da esquerda para direita. Pode-se acrescentar ainda que:

- Os dois trabalhos do grupo intitulado “GC em Sites Educacionais” usam as técnicas de GC para o planejamento, para o desenvolvimento e para a avaliação de *websites* educacionais, com implementação através do uso de Sistemas de Gestão de Conteúdo, os quais conduzem o desenvolvimento de forma tão simples quanto a criação de documentos em um processador de textos;
- Os conceitos relacionados com a teoria Construcionista são efetivamente usados no trabalho que tem como resultado prático uma aplicação computacional para dispositivo móvel (e.g. *smartphones* e *tablets*), o qual auxilia pessoas que irão prestar exames sobre legislação de trânsito. O aprendizado é conduzido através de um jogo de perguntas e respostas implementado pela aplicação computacional, a qual foi totalmente desenvolvida em um ambiente de programação (*App Inventor*¹⁷) que, similarmente ao ambiente de programação do *Scratch*, usa da metáfora dos blocos

¹⁷ O *MIT App Inventor* (<http://appinventor.mit.edu>) é uma aplicação computacional baseada na *Web*, a qual permite que qualquer pessoa, mesmo sem conhecimento prévio de programação, crie aplicações para dispositivos móveis, usando uma interface gráfica de programação por blocos, similar às interfaces do *Scratch*.

lógicos e visuais para construção, para a implementação das rotina computacional componentes da aplicação;

- No contexto da teoria Construtivista, mais especificamente do M4E, existem dois grupos de trabalho, onde o primeiro tem como foco o ambiente de programação *Scratch*. O primeiro trabalho deste grupo versa sobre aprendizagem de programação com base no *Scratch* e o segundo usa este ambiente de programação para o desenvolvimento de pequenos jogos, que auxiliam no aprendizado dos conceitos básicos da ciência da computação; e
- O segundo grupo de M4E tem como foco principal o ensino da lógica matemática auxiliado por computador. Os trabalhos são conduzidos de maneira progressiva, onde o primeiro (já encerrado e citado no capítulo 6) usa o ambiente *Scratch* para implementação de oficina para o auxílio computacional ao ensino. O segundo tem como foco melhorar o material da oficina de *Scratch*, de modo que este seja mais auto-explicativo, podendo assim ser até usado sem o auxílio de um professor ou monitor. O terceiro complementa os anteriores através do provimento de vídeos tutoriais com exemplos de aplicação e atividades. O quarto, e mais avançado, pretende especificar um framework conceitual para que criança e jovens criem seus próprios jogos educacionais, usando do ambiente de programação do *Scratch* ou do *App Inventor*.

Finalizando este tópico, há também de se ressaltar que alguns resultados não planejados também foram alcançados, nomeadamente:

- A aprovação de um projeto de Micro Grant da SCiBR Foundation, cujo tema central é o ensino da robótica na Amazônia brasileira, especialmente voltada para as comunidades ribeirinhas;
- O envolvimento do doutorando (junto com o orientador) na criação do primeiro curso de especialização do SENAI/SC especificamente voltado para “Inovação na Educação”. Este curso já vai na sua 3a. turma e parte do desenvolvimento teórico e prático desta tese foram transferidos para o referido curso;
- A cooperação com a Universidad Distrital Francisco José Caldas (UDFJC), Colômbia, para que a fábrica de experimentos produzidos na tese seja traduzida para o espanhol e adotados por um grupo do departamento de Informática da UDFJC;

- A contribuição desta tese no desenvolvimento do projeto ACACIA, do programa Erasmus+, onde o grupo de computação da UFOPA participa ativamente, tanto em tarefas teóricas quanto de desenvolvimento tecnológico;
- Contribuição para a proposição de uma nova tese de doutoramento, atualmente em curso no PPGSND/UFOPA, que ajuda a completar o ciclo de estudo, posto que ela foca-se na ligação entre universidade e o ensino médio;
- Participação no planejamento do Ciclo Básico Indígena e da implementação da disciplina de Tecnologias no referido ciclo, através da proposição de melhores práticas e produtos desenvolvidos com o uso de materiais metarreciclados. Este ciclo é condenado pelo Instituto de Ciências da Educação e foi idealizado pela Diretoria de Ações Afirmativas da UFOPA;
- O modelo com representação e aplicação simplificada, tanto das ações, quanto dos conteúdos e artefatos, foi inicialmente destinados às atividades com alunos do ensino fundamental. No entanto, passou a seu uso por parte do pesquisador, também em suas atividades no nível universitário, tanto na graduação quanto na pós-graduação lato sensu. Este fato aponta diretamente para figura do capítulo 1, que apresenta o modelo conceitual da tese com o conhecimento fluindo para ambos os lados da ponte que liga os mundos universitário e fundamental.

7.3 Trabalhos Futuros

Os trabalhos futuros relacionados à esta tese estão voltados, aos eventuais refinamentos no modelo conceitual que suporta a tese e com a implementação e avaliação das ações em um processo continuado, de maneira a especificar, modelar e testar melhores práticas, assim como desenvolver melhores artefatos de apoio para as práticas em questão.

Importante realçar que a tese de doutoramento lançada a partir desta e que trabalhará com o ensino médio, permite pensar num framework temporal de pesquisa de 15, 20 ou mais anos. Os alunos do ensino fundamental que estiveram envolvidos com esta pesquisa podem ser acompanhados no ensino fundamental e envolvidos na pesquisa subsequente, até que cheguem à UFOPA, onde continuarão envolvidos com esta trabalho (se optarem pelo curso de computação) e, finalmente, será possível ter elementos mais conclusivos sobre uma validação completa do trabalho que aqui se inicia.

Outro fator importante a ser observado é que, como dito anteriormente, um trabalho desta natureza dificilmente será encerrado ou resolvido, pois a evolução natural deste está ligada às eventuais mudanças nos requisitos educacionais, os quais estão diretamente atrelados a diversidade de necessidades dos alunos e dos professores. Neste contexto, observa-se para esta pesquisa a necessidade da constante atualização dos seus modelos e protótipos, ou a especificação destes, baseados em características de flexibilidade, adaptabilidade e usabilidade, de modo que sejam de fácil, ou até de natural, evolução (em detrimentos das novas especificações ou de novos instrumentos). Como esta pesquisa deve ter um encerramento, as características de flexibilidade, adaptabilidade e usabilidade compõem os fundamentos para a definição das métricas usadas no modelo de validação final da PC, o qual acredita-se que valida a tese.

No contexto das ações continuadas e avaliadas para a constante definição de melhores práticas de ensino, duas modalidades de experimentos podem ser implementadas ou tomadas como exemplos para futuras implementações. Estas modalidades são:

- Experimentos com foco na eletrônica (ou outra área com nível semelhante de carga prática), especificando portfólios com 20 a 40 produtos, que eventualmente devem ser desenvolvidos e devidamente catalogados. Estes produtos podem ser usados, por exemplo, como base para concepção de oficinas interativas em vídeo, as quais poderão ser usadas na implementação de projetos que vão desde oficinas de curta duração, até cursos práticos;
- Disciplinas como a de “Introdução à computação”, do curso de Ciência da Computação da UFOPA, de maneira semelhante à de Eletricidade e Magnetismo (PARFOR - detalhada no Apêndice H), poderão ter como base produtos de *software* materializados através de pequenos jogos interativos, os quais deverão conduzir o público-alvo ao aprendizado dos principais conceitos da ciência da computação. Estes jogos poderão ser acompanhados de pequenos tutoriais interativos em vídeo, de modo que o aluno, apoiado por estas ferramentas, possa até mesmo auto conduzir o processo de aprendizado.

No que tange a condução de atividades práticas, em áreas como eletrônica básica, observa-se que muito pode ser feito através dos modernos simuladores de circuitos. Estas ferramentas computacionais são muito eficientes e realistas, e eventualmente os praticantes optam pelo seu uso para o desenvolvimento de seus protótipos. No entanto, a motivação

inicial vem da implementação real, que usa de componentes eletrônicos metarreciclados, onde o iniciante normalmente "queima" os dedos com ferro de solda e que eventualmente implica em “finais trágicos” aos aparelhos eletrodomésticos com problemas simples de serem resolvidos por um técnico especializado. Este é o perfil típico do fazedor na área de eletrônica e robótica.

No intuito de incentivar o tipo de prática descrita no parágrafo anterior, este trabalho pretende ainda desenvolver *kits* de componentes metarreciclados que possibilitem a implementação dos produtos de eletrônica dos portfólios citado anteriormente. Obviamente estes *kits* não serão o suficientes para a quantidade crescente de interessados, mas o objetivo não é distribuí-los em massa, mas tê-los como exemplos, motivando sua replicação. Em complemento aos referidos *kits*, deverá ser desenvolvido um vídeo tutorial com todo o processo de desenvolvimento destes, explicando visualmente como obter os componentes e detalhando as suas principais características e usos.

É de se ressaltar que eventualmente os projetos e ações citadas nesta tese podem ser incorporados a programas continuados de ações motivacionais voltadas ao aprendizado das ciências. Observa-se ainda a possibilidade do envolvimento de novos pesquisadores e projetos, principalmente com o objetivo de expandir as atuais áreas de ação, aumentando o alcance do objetivo desta tese, de modo a manter o fluxo contínuo do conhecimento entre a universidade e o ensino fundamental.

Referências Bibliográficas

- ACKOFF, R. **From Data to Wisdom**. In: Journal of Applied Systems Analysis, n. 16, p. 3-9, 1989.
- ALMEIDA, M; BAX, M. **Uma visão geral sobre ontologias: pesquisa sobre definições, tipos, aplicações, métodos de avaliação e de construção**. In: Revista Ciência da Informação, v. 32, n. 3, p. 7-20, 2003.
- ALMEIDA, M. **O Aprender e a Informática: A arte do possível na formação do professor**. In: **Cadernos Informática para a mudança em educação**. MEC/SEED/PROINFO, 1990.
- ALTOÉ, A. & PENATI, M. M. **O Construtivismo e o Construcionismo Fundamentando a Ação Docente**. In: **Educação e Novas Tecnologias**. Eduem, 2005.
- ANDERSON, C. **Makers: The New Industrial Revolution**. New York: Crow Business, 2011.
- ANDRADE, M.; SILVA, C. & OLIVEIRA, T. **Desenvolvendo Games e Aprendendo Matemática Utilizando o Scratch**. In: SBC - Proceedings of SBGames, 2013.
- AZEVEDO, R (coord). **Projetos Educativos: Elaboração, Monitorização e Avaliação - Guião de apoio**. Agência Nacional para a Qualificação, 2011.
- BASTOS, M. **A Informática a Serviço da Construção do Conhecimento na Tarefa do Docente**. Dissertação de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção - UFSC. Florianópolis, 2002.
- BELLINGER, G; CASTRO, D. & MILLS, A. **Data, Information, Knowledge, and Wisdom**. 2004. Disponível em <<http://www.systems-thinking.org/dikw/dikw.htm>>. Acessado em 22 de outubro de 2013.
- BENCZE, J. L. **Constructivism-Informed S&T Education**. Disponível em <http://webpace.oise.utoronto.ca/~benczela/Constructivist_SandTed.html>. Acessado em 8 de fevereiro de 2014.
- BLIKSTEIN, P. **Digital Fabrication and 'Making' in Education: The Democratization of Invention**. In J. Walter-Herrmann & C. Büching (Eds.), **FabLabs: Of Machines, Makers and Inventors**. Bielefeld: Transcript Publishers, 2013.
- BRAGA, N. **Matriz de Contatos: Recurso indispensável para montagens experimentais**. In: Revista Saber Eletrônica, n 196, p 42-45. Ed. Saber Ltda, 1989.

- BRAUN, H. & KANJEE, A. **Using Assessment to Improve Education in Developing Nations**. In: Improving Education Through Assessment, Innovation, and Evaluation. American Academy of Arts and Sciences, 2006.
- BRIGGS, S. **Design Thinking Resources for Educators**. 2013. Disponível em <<http://www.opencolleges.edu.au/informed/features/45-design-thinking-resources-for-educators/>>. Acessado em 9 janeiro de 2015.
- BRITO, J. & SABARIZ, A. **Elaboração e Gestão de Projetos Educacionais**. Núcleo de Educação a Distância. Comissão Editorial - NEAD-UFSJ, 2011.
- BROOKS, J. & BROOKS, M. **Structuring learning around primary concepts: The quest for essence**. In: Search of Understanding - The case for constructivist classrooms. Association for Supervision and Curriculum Development, 1993.
- BROWN, T. **Design Thinking**. In: Harvard Business Review, 2008.
- CARRETERO, M. **Construir e Ensinar as Ciências Sociais e a História**. São Paulo: Artmed, 1997.
- CASTORINA, J. **Psicologia Genética: Aspectos metodológicos e implicações pedagógicas**. Porto Alegre: Artes Médicas, 1988.
- CGDOC. **Plano Nacional de Formação dos Professores da Educação Básica - Manual Operativo**. Coordenação Geral de Docentes da Educação Básica (Ministério da Educação), 2013.
- CHAKUR, C. **Desenvolvimento Profissional Docente: Contribuições de uma leitura Piagetiana**. Editora JM. Araraquara, 2001.
- CHAPMAN, G. **Electrical Engineering is Child's Play With LittleBits**. PHIS.ORG, 2014. Disponível em <<http://phys.org/news/2014-03-electrical-child-littlebits.html>>. Acessado em 7 de janeiro de 2015.
- CHESHIRE, T. **MaKey MaKey: Who wants to use bananas as a computer keyboard?** WIRED.CO.UK, 2012. Disponível em <<http://www.wired.co.uk/magazine/archive/2012/11/play/the-magic-fruit>>. Acessado em 7 de janeiro de 2015.
- CHOO, C. **The knowing organization**. New York: Oxford University Press, 1998.
- CNTE. **Relatório de Pesquisa Sobre a Situação dos Trabalhadores(as) da Educação Básica**. In: Retrato da Escola 3. Confederação Nacional dos Trabalhadores em Educação, 2009. Disponível em <<http://www.sintep.org.br/adm/arquivo/pesquisa/>>

- 12_8_2009_17_51_10_pesquisa_retrato_da_escola_3.pdf>. Acessado em 17 de janeiro de 2015.
- COUTINHO, M. T. C. & MOREIRA, M. C. **Psicologia da Educação**. São Paulo: LÊ, 1991.
- CRESWELL, J. **Educational Research: Planning, conducting and evaluating quantitative and qualitative research**. 4 ed. Pearson Education, 2009.
- DALKIR, K. **Knowledge Management in Theory and Practice**. Elsevier Butterworth-Heinemann, 2005.
- DAVENPORT, T. & PRUSAK, L. **Working Knowledge: How Organizations Manage What They Know**. Cambridge, MA: Harvard Business School Press, 1998.
- ELLIOTT, J. **Action Research for Educational Change: Developing teachers & teaching**. Open University Press, 1991.
- ENGEL, G. I. **Pesquisa-Ação**. In: Educar, n. 16, p. 181-191. Editora da UFPR. Curitiba, 2000.
- FINEMMAN, E. & BOOTZ, S. **An Introduction to constructivism in Instructional Design**. Technology and Teacher Education Annual University of Texas, 1995.
- FLANNERY, L., KAZAKOFF, E., BONTA, P., SILVERMAN, B., BERS, M., & RESNICK, M. **Designing ScratchJr: Support for early childhood learning through computer programming**. Proceedings of the 2013 Interaction Design and Children (IDC) Conference. New York, 2013.
- GODIN, S. Linchpin: **Are you indispensable?** Penguin Books Ltd, 2010.
- GOMES, P. **A Universidade Deveria ser Como o Jardim de Infância**. Disponível em <<http://porvir.org/porpensar/a-universidade-deveria-ser-como-jardim-de-infancia/20140427>>. Acessado em 6 de junho de 2014.
- GRUBER, T. **A Translation Approach to Portable Ontologies**. In: Knowledge Acquisition, v. 5, n. 2, 1993.
- HATCH, M. **The Maker Movement Manifesto**. McGraw-Hill Education, 2014.
- HEY, J. **Berkeley Expert Systems Technology**. Disponível em <http://best.berkeley.edu/~jhey03/files/reports/IS290_Finalpaper_HEY.pdf>. Acessado em 13 de fevereiro de 2014.
- HIEN, T. **Why is action research suitable for education?** In: VNU Journal of Science, Foreign Languages, n. 25, p. 97-106, 2009.
- HOUR OF CODE. **Hour of Code: Frequent questions**. Hour of Code. Disponível em <<http://hourofcode.com/br>>. Acessado em 21 de fevereiro de 2014.

- IDEO. **Design Thinking for Educators Toolkit**. 2 ed. IDEO, 2012.
- IDEO. **Human Centered Design Toolkit**. Disponível em <<http://www.ideo.com/work/human-centered-design-toolkit>>. Acessado em 15 de agosto de 2014.
- INAGAKI, K. e HATANO, G. **Collective Scientific Discovery by Young Children. The Quarterly Newsletter of the Laboratory of Comparative Human Cognition**. Vol. 5, 1983.
- INEP. **Censo da educação superior 2012: Resumo técnico**. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira, 2014.
- INEP. **Censo Escolar 2013**. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. Disponível em <<http://portal.inep.gov.br/basica-censo>>. Acessado em 5 de janeiro de 2015.
- JASIMUDDIN, S.; KLEIN, J. & CONNELL, C. **The Paradox of Using Tacit and Explicit Knowledge**. In: Management Decision, n. 43, p. 102-112, 2005.
- JURUBESCU, T. **Learning Content Management Systems**. In: Revista Informatica Economică, v. 4, n. 4, p 91-94, 2008.
- KEMP, A. **The Makerspace Workbench**. MAKE Magazine, 2012.
- KING, W. **Knowledge Management and Organizational Learning**. In: Annals of Information Systems, n. 4, 2009.
- KOSHY, E. **Action Research for Improving Educational Practice**. 2 ed. SAGE Publications, 2010.
- LAKATOS, E. & MARCONI, M. **Metodologia Científica**. Atlas, 1991.
- LEMONS, M. **O que é o Fazedores?** Disponível em <<http://blog.fazedores.com/sobre/>>. Acessado em 6 de junho de 2014.
- LEONARD-BARTON, D. **Wellsprings of knowledge**. Harvard Business School Press, 1995.
- LEWIN, K. **Action Research and Minority Problems**. In: Journal of Social Issues, n. 2, p. 34-36, 1946.
- LIMA, C. **European eConstruction Ontology by eEurope Pilot Project SPICE**. CWA4 proposal, 2004.
- MAKE. **Make: Education**. Make Magazine. Disponível em <<http://makezine.com/education/>>. Acessado em 5 de junho de 2014.
- MAKERSPACE. **Makerspace Playbook - School Edition**. Maker Media, 2013.

- MARJI, M. **Learn to Program with Scratch - A visual introduction to programming with games, art, science, and math.** No Starch Press, 2014.
- MARTINS, A. R. **Usando o Scratch para Potencializar o Pensamento Criativo em Crianças do Ensino Fundamental.** Dissertação (Mestrado em Educação) – Universidade de Passo Fundo, 2012.
- MARTÍNEZ, A.; RISTUCCIA, C.; PISARELLO, R.; STUBBS, E.; CAMINOTTI, L.; BALPARDA, J.; VALDEZ, J. & MANGIATERRA, N. **Las Categorías o Facetas Fundamentales: Una metodología para el diseño de taxonomías corporativas de sitios web Argentinos.** Revista Ciência da Informação. v. 33, n. 2, 2004.
- McROBERTS, M. **Beginning Arduino.** Apress, 2010.
- MEKHILEF, M.; KELLEHER, D. & OLESEN, A. **European Guide to good Practice in Knowledge Management - Part 1.** In: Management Science, v. 50, n. 3, p. 352-364. 2004.
- MEYER, B. & SUGIYAMA, K. **The concept of knowledge in KM: A dimensional model.** In: Journal of Knowledge Management, v. 11, n.1, p. 17-35, 2007.
- MILLS, E. **Action Research: A guide for the teacher researcher.** Pearson Education, 2007.
- MOSER, G. **História da Educação.** 2 ed. UNIASSELVI, 2011.
- MOURA, D. & BARBOSA, E. **Trabalhando com Projetos - Planejamento e Gestão de Projetos Educacionais.** Editora Vozes, 2006.
- MUIR-HERZIG, R. **Technology and Its Impact in the Classroom.** In: Computers & Education, n. 42, p. 111–131. PERGAMON, 2004.
- NEGROPONTE, N., RESNICK, M., & CASSELL, J. **Creating a Learning Revolution.** MIT Media Lab, 1997. Disponível em <<http://www.unesco.org/education/educprog/lwf/doc/portfolio/opinion8.htm>>. Acessado em 8 de Dezembro, 2014.
- NICKOLS, F. **The Knowledge in Knowledge Management.** In: JW Cortada and JA Woods (Eds.), The Knowledge Management Yearbook 2000–2001. Boston: Butterworth-Heinemann, 2000.
- NONAKA, I.; TAKEUCHI, H. **The Knowledge-Creating Company.** Oxford University Press, 1995.
- NONAKA, I.; TOYAMA, R. & KONNO, N. SECI, **Ba and Leadership: A unified model of dynamic knowledge creation.** In: Long Range Planning, v. 33, n. 1, p. 5-34, 2000.
- OCDE. **Programme for International Student Assessment: Results from PISA 2012.** Organisation de Coopération et de Développement Economiques, 2012.

- OLIVEIRA, D. A. & VIEIRA, L. F. **Trabalho Docente na Educação Básica: O Pará em Questão**. Fino Traço, 2012.
- PAPERT, S. **Mindstorms: Children, Computers and Powerful Ideas**. Basic Books, 1993.
- PAPERT, S. **The Children's Machine: Rethinking School In The Age Of The Computer**. Basic Books, 1994.
- PAPERT, S. & HAREL, I. **Situating Constructionism**. Book Constructionism, 1991. Disponível em <<http://www.papert.org/articles/SituatingConstructionism.html>>. Acessado em 18 de março de 2014.
- PARELLADA, I. **O Uso do Computador como Estratégia Educacional: Relações com a motivação e aprendizado de alunos do ensino fundamental**, 2010. Disponível em <http://www.portalanpedsul.com.br/admin/uploads/2010/Educacao,_Comunicacao_e_Tecnologias/Trabalho/02_28_41_O_USO_DO_COMPUTADOR_COMO ESTRATEGIA EDUCACIONAL_RELACOES_COMA_MOTIVACAO_E APRENDIZADO_DE_ALUNOS_DO_ENSINO_FUNDAMENTAL.PDF>. Acessado em 12 de janeiro de 2014.
- PELLEGRINO, J. W. **The Evolution Of Educational Assessment: Considering The Past And Imagining The Future**. In: William H. Angoff Memorial Lecture, 1999.
- PIAGET, J. **Seis Estudos de Psicologia**. Rio de Janeiro: Forense, 1964.
- PIAGET, J. **Psicologia e Epistemologia: Por uma teoria do conhecimento**. Companhia Editora Forense Universitária. Rio de Janeiro, 1973.
- PIAGET, J. **Psicologia e Pedagogia**. 7 ed. Companhia Editora Forense Universitária. Rio de Janeiro, 1985.
- PIAGET, J. **Epistemologia Genética**. São Paulo: Martins Fontes, 1990.
- PIAGET, J. **Biologia e Conhecimento**. Vozes. Petrópolis, 1996.
- PILETTI, N. **História da educação**. São Paulo: Ática, 1996.
- PINHEIRO, J. **Prova de Conceito (PoC) no Projeto de Redes de Computadores**. Desmonta & CIA, 2010. Disponível em <<https://desmontacia.wordpress.com/2010/12/21/prova-de-conceito-poc-no-projeto-de-redes-de-computadores/>>. Acessado em 13 de dezembro de 2014.
- PLLDD. **Action Research in Education: Guidelines**. 2 ed. NSW Department of Education and Training - Professional Learning and Leadership Development Directorate, 2010.
- POLANYI, M. **The Tacit Dimension**. University of Chicago Press, 1966.

- PROBST, G; RAUB, S; ROMHARDT, K. **Gestão do Conhecimento: os elementos construtivos do sucesso**. Bookman, 2002.
- RESNICK, M. **Lifelong Kindergarten. Cultures of Creativity**. LEGO Foundation, 2013.
- RESNICK, M., MALONEY, J., MONROY-HERNÁNDEZ, A., RUSK, N., EASTMOND, E., BRENNAN, K., MILLNER, A., ROSENBAUM, E., SILVER, J., SILVERMAN, B. & KAFAI, Y. **Scratch: Programming for all**. In: Communications of the ACM, v. 52, n 11, 2009.
- RESNICK, M., MYERS, B., NAKAKOJI, K., SHNEIDERMAN, B., PAUSCH, R., SELKER, T., & EISENBERG, M. **Design Principles for Tools to Support Creative Thinking**. National Science Foundation workshop on Creativity Support Tools, 2005.
- RIBEIRO, A. P. **As Práticas de Gestão do Conhecimento em Agências Bancárias**. In: Revista Eletrônica da Faculdade José Augusto Vieira. Ano V, ed 7, 2012.
- ROBINSON, K. **Out of Our Minds – Learning to be creative**. Capstone Publishing Limited, 2001.
- ROBINSON, K. & ARONICA, L. **The element: How finding your passion changes everything**. Viking Penguin, 2009.
- ROBINSON, K. & ARONICA, L. **Creative Schools: The grassroots revolution that's transforming education**. Viking Penguin, 2015.
- ROWLEY, J. **The Wisdom Hierarchy: Representations of the DIKW hierarchy**. In: Journal of Information Science, v. 33, n. 2, p. 163-180, 2007.
- SAITO, A; UMEMOTO, K; IKEDA, M. **A strategy-based ontology of knowledge management technologies**. In: Journal of Knowledge Management, v. 11, n. 1, p.97-114, 2007.
- SAKAMOTO, G. **Maker Movement**. Disponível em <<http://exame.abril.com.br/rede-de-blogs/austin-direct/2014/03/13/maker-movement>>. Acessado em 4 de junho de 2014.
- SCHMIDT, P., RESNICK, M., & RUSK, N. **Learning Creative Learning: How we tinkered with MOOCs**. P2PU Reports. Disponível em <<http://reports.p2pu.org/learning-creative-learning/>>. Acessado em 11 de Janeiro, 2015.
- SNOWDEN, D. **The Knowledge You Need, Right when You Need It**. In: Knowledge Management Review, v. 5, n. 6, p. 24-27, 2003.
- STANFORD. **Design Thinking Teaching Guide: Ideas and Strategies for Implementing Design Thinking in Schools**. Stanford University Institute of Design. Disponível em

- <<https://dschool.stanford.edu/sandbox/groups/k12/wiki/14340/attachments/e55cd/teacher%20takeaway.pdf>>. Acessado em 17 de setembro de 2014.
- STUBER, E. **Inovação pelo Design: Uma proposta para o processo de inovação através de workshops utilizando o design thinking e o design estratégico**. Dissertação de Mestrado – Universidade do Vale do Rio dos Sinos: Porto Alegre, 2012.
- TAELENTW. **Frameworks**. Disponível em <<http://www.talentw.ufms.br/frameworks>>. Acessado em 5 de Junho, 2014.
- TERRA, J.; SCHOUERI, R; VOGEL, M. & FRANCO, C. **Taxonomia: Elemento fundamental para a gestão do conhecimento**. Disponível em <http://biblioteca.terraforum.com.br/BibliotecaArtigo/libdoc00000102v003taxonomia_%20fundamental_GC.pdf>. Acessado em 13 novembro de 2014.
- THEUNISSEN, P. **The Cornerstone of Knowledge Management: Making a difference**. Australian and New Zealand Communication Association Conference, 2004.
- TOFFLER, A. **A Terceira Onda**. 25 edição. São Paulo: Record, 2001.
- TRIPP, D. **Action Research: A methodological introduction**. Murdoch University. Disponível em <http://www.scielo.br/pdf/ep/v31n3/en_a09v31n3.pdf>. Acessado em 12 de janeiro de 2014.
- URIARTE, F. **Introduction to Knowledge Management**. ASEAN Foundation, 2008.
- WIIG, K. **Knowledge Management Foundations: Thinking about thinking. How people and organizations create, represent and use knowledge**. Schema Press, 1997.
- WOLF, W. **Computers as Components: Principles of Embedded Computing System Design**. 2 ed. Morgan Kaufmann Publishers, 2008.
- ZELENY, M. **Management Support Systems: Towards integrated knowledge management**. In: Human Systems Management, n. 7, p. 59-70, 1987.

Apêndice A - Questionário de Avaliação das Oficinas do PARFOR

Universidade Federal do Oeste do Pará
Plano Nacional de Formação de Professores da Educação Básica
Licenciatura Integrada em Matemática e Física
Disciplina: Eletricidade e Magnetismo I
Professor: Cássio D. B. Pinheiro

Questionário de Avaliação da Proposta Metodológica da Disciplina

Prezado Aluno:

O objetivo desse instrumento é saber a sua opinião sobre o desenvolvimento da disciplina, (principalmente no quesito proposta metodológica), visando o aperfeiçoamento constante do ensino e do currículo do seu curso.

1. Questões necessárias à contabilidade e comparações futuras.

- 1.1. Quantas disciplinas estão previstas para este semestre letivo: _____
- 1.2. Quantas disciplinas já ocorreram antes desta: _____
- 1.3. Seu conhecimento prévio dos conteúdos da disciplina era?
 Baixo [] Médio [] Elevado []
- 1.4. Sua formação prévia facilitou o aproveitamento da disciplina?
 Sim [] Não [] Em parte []
- 1.5. Qual a sua atividade de trabalho: _____
 Se professor, quais as disciplinas: _____

2. Relação entre o Conteúdo e sua Aplicabilidade.

- 2.1. Foram estabelecidas relações entre conteúdos da disciplina e os campos de trabalho da sua profissão?
 Sim [] Não [] Em parte []
- 2.2. A aplicação dos conteúdos foi contextualizada na realidade social, econômica, política e/ou ambiental brasileira?
 Sim [] Não [] Em parte []

3. Quanto ao Diferencial Metodológico.

- 3.1. A dinâmica baseada na atividade prática precedendo o conteúdo teórico favoreceu a relação entre o conteúdo da disciplina com os demais conteúdos do curso?
 Sim [] Não [] Em parte []
- 3.2. As aulas foram enriquecidas com resultados de pesquisa e/ou material inovador?
 Sim [] Não [] Em parte []
- 3.3. A metodologia geral incentivou/motivou você a participar da aula?
 Sim [] Não [] Em parte []
- 3.4. A proporção entre conteúdos, exercícios, trabalhos e atividades práticas foi adequada?
 Sim [] Não [] Em parte []
- 3.5. A metodologia de trabalho usada foi melhor que as das disciplinas anteriores?
 Sim [] a quantas? _____ Não [] Em parte []

4. Quanto aos Resultados

- 4.1. Você se considera melhor preparado para compreender (em leituras futuras) os conceitos teóricos e práticos relacionados a esta disciplina?
 Sim [] Não [] Em parte []
- 4.2. A disciplina contribuiu para o desenvolvimento da sua capacidade intelectual, não se restringindo à memorização?
 Sim [] Não [] Em parte []
- 4.3. Comparando com as disciplinas anteriores, o aprendizado desta foi mais eficiente?
 Sim [] a quantas? _____ Não [] Em parte []

Apêndice B - Website "Meta Eletrônica"

<https://sites.google.com/site/metaeletronica>

A figura a seguir ilustra parte da página inicial do site com endereço especificado acima. As páginas seguintes deste apêndice foram impressas diretamente do site, apresentando assim alguns dos componentes mais relevantes do conteúdo do mesmo. Observa-se ainda que o sistema de gerenciamento deste site permite que sejam somente impressos os conteúdos das páginas, deste modo não incluindo o cabeçalho e os menus de acesso às informações.

O Site

A eletrônica é uma área de estudo que requer habilidades construídas a partir de muita prática. Um dos ramos desta área que atualmente está em maior evidência é a mecatrônica, principalmente por envolver a mecânica, a eletrônica e a computação. É muito comum que os alunos sejam introduzidos ao mundo da eletrônica através das disciplinas de ciências (ensino fundamental) e física (ensino médio), mas também é notada a dificuldade em dar continuidade ao seu aprendizado devido ao custo dos materiais e dos instrumentos necessários.

Iniciativas como o Maker Movement (que tem como base a idéia do aprender fazendo e do "faça você mesmo"), através dos Makers Spaces disponibilizam o local apropriado para o desenvolvimento de idéias, disponibilizando assim as ferramentas, os instrumentos necessários e o suporte técnico para as atividades. No entanto, em nossa região, estas iniciativas ainda estão em fase de projeto e mesmo que já tivessem sido implementadas, nem sempre disponibilizariam o material necessário.

Neste contexto, este Web Site tem como objetivo dar suporte principalmente a atividade de aprendizado continuado na área de eletrônica, através da disponibilização de tutoriais para experimentos, produtos e projetos que usem, em sua maior parte, de materiais obtidos a partir do lixo eletrônico ([metarreciclagem](#)). No que se refere especificamente ao suporte, observa-se um conjunto de elementos necessários ao desenvolvimento, tais como: i) onde obter informações sobre componentes; ii) como obtê-los via metarreciclagem; iii) como efetivamente construir os projetos, e finalmente; iv) como aprender mais sobre o assunto.

[Cássio D. B. Pinheiro.](#)

Navegação

- O Site**
- Downloads**
- ▼ **Eventos**
 - 01 - Scratch na Escola Sofia Imbiriba
 - 02 - Prototipagem na III JA da UFOPA
 - 03 - Prototipagem e Arduino no CDA
 - 04 - Prototipagem de Circuitos na I STE
 - 05 - Arduino Usando Scratch na I STE
 - 06 - Simulação de Circuitos na I STE
 - 07 - Disciplina de EM-I no PARFOR 2015
- Fontes**
- ▼ **Fábrica**
 - 00 - Projetos do 123D Circuits
 - 01 - Eletroímã Simples
 - 02 - Prototipagem de Circuitos Eletrônicos
 - 03 - Meta Protoboard
 - 04 - Luz Noturna
 - 05 - Selecionando Componentes com Simulador
 - 06 - Meta Base Robótica
 - 07 - Inversor
 - 08 - Ponte H para Controlar Motores
 - 09 - Muiraquitino
 - 10 - Micro Laboratório de Prototipagem
 - 11 - Relé Experimental
 - 12 - Módulo Relé
 - 13 - Sensor de Presença

Figura B.1 - Página inicial do website Meta Eletrônica.

[Eventos](#) >

08 - Hora do Código no Colégio Dom Amando

postado em 12 de jul de 2017 20:51 por Cássio Pinheiro [há 16 horas atualizado(s)]

Tipo: Oficina

Título: Hora do Código no Colégio Dom Amando

Local: Colégio Dom Amando

Data: 12 de Maio de 2016

Público Alvo: Alunos do ensino fundamental

Faixa Etária: 10 a 12 anos

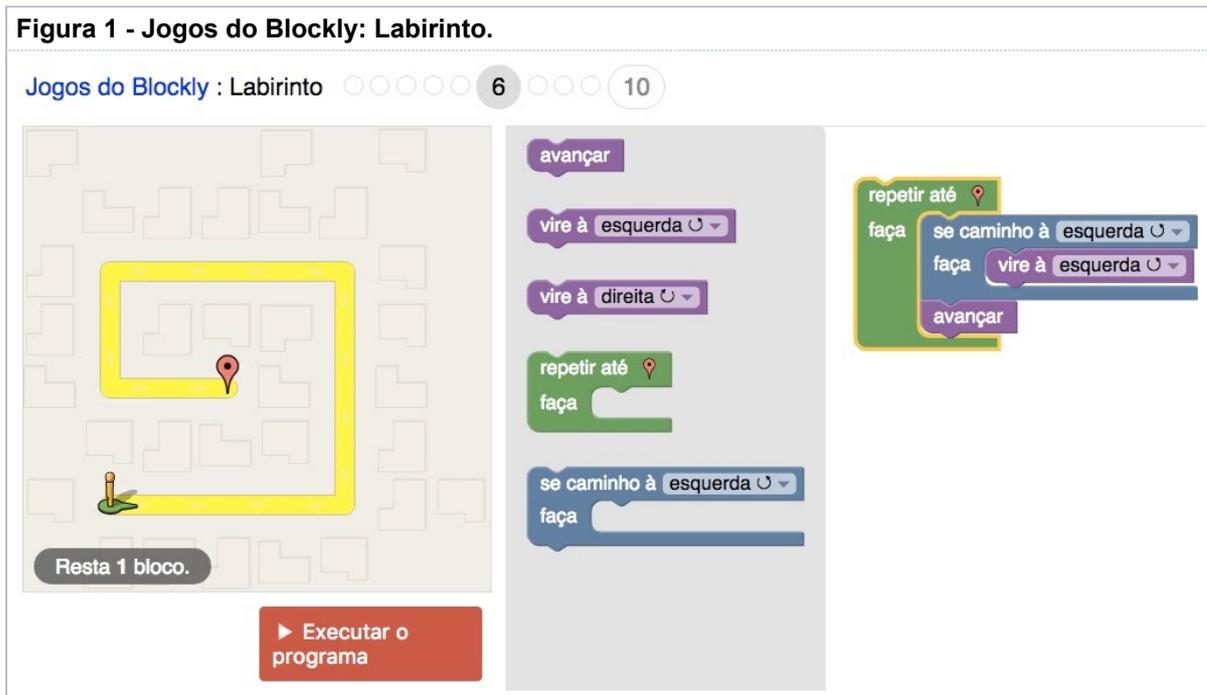
Nr de Participantes: 14

Resultado Esperado

Ao final da oficina o público alvo deverá ter absorvido alguns conceitos fundamentais da programação de computadores. Principalmente os relacionados aos elementos componentes de um programa e os seus relacionamentos com a solução dos problemas propostos.

Detalhamento

Em consonância com o projeto Hora do Código internacional, a oficina teve a duração de uma hora. Com característica fundamentalmente informacional e prática, os conceitos fundamentais sobre programação de computadores foram implementados com o suporte da aplicação Web conhecida como Blockly Games. A aplicação é composta por sete módulos. Nesta atividade apenas os dois primeiros módulos são usados. O primeiro módulo tem como objetivo fazer com que os usuários aprendam a usar as funcionalidades básicas da aplicação. O segundo módulo (Figura 1) dá introdução aos principais conceitos da programação de computadores, como comandos, instruções e elementos de controle de fluxo de dados.



Observa-se que não só alunos (Figura 2) participaram das atividades. A professora da escola, responsável pelas atividades de computação, participou do evento conduzindo as atividades e auxiliando no processo de avaliação.

Figura 2 - Condução da Oficina no Laboratório do CDA.



Avaliação

A avaliação formal da oficina foi implementada via formulário de avaliação, onde os alunos foram inquiridos sobre elementos relacionados à facilidade de aprendizado e ao modelo de aplicação do conteúdo. Quanto aos resultados da avaliação do público pode-se destacar que a receptividade ao assunto foi muito boa, o que pôde ser observado quando da apresentação do desafio do final da oficina (exemplo 10), onde os integrantes mostraram interesse em concluir a atividade.

Material Usado:

- [Aplicativo Blockly Games.](#)
- [Video Tutorial da Oficina Blockly Games.](#)

[Eventos](#) >

09 - Hora do Circuito no Colégio Dom Amando

postado em há 16 horas por Cássio Pinheiro [há 16 horas atualizado(s)]

Tipo: Oficina

Título: Hora do Circuito no Colégio Dom Amando

Local: Colégio Dom Amando

Data: 11 de Junho de 2016

Público Alvo: Alunos do ensino fundamental

Faixa Etária: 10 a 12 anos

Nr de Participantes: 11

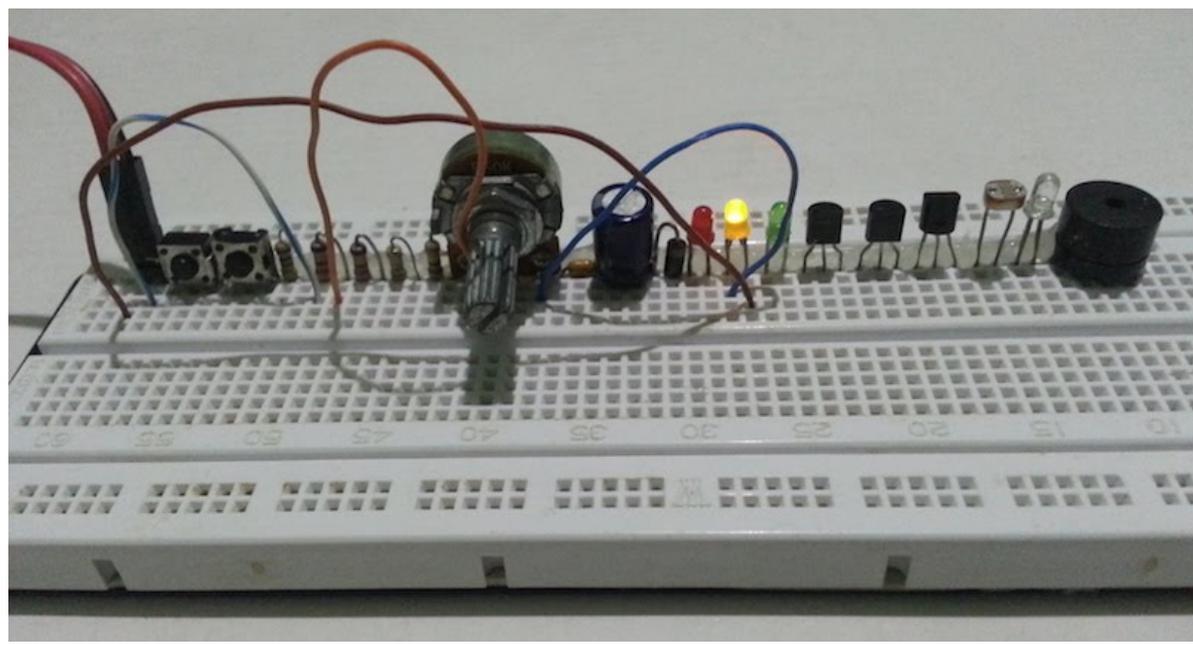
Resultado Esperado

Ao final da oficina o público alvo deverá ter absorvido alguns conceitos fundamentais sobre circuitos eletrônicos, dando ênfase aos principais componentes usados para o desenvolvimentos de produtos eletrônicos, assim como ao processo de prototipagem destes produtos.

Detalhamento

Em consonância com o projeto Hora do Código internacional, a oficina teve a duração de uma hora. Com característica fundamentalmente informacional e prática, os conceitos fundamentais sobre eletrônica são implementados usando da construção de produtos com características de dificuldade progressiva, partindo do simples acendimento de um LED, indo até o controle de luminosidade do mesmo, usando de sensores mecânicos e ópticos. Para implementação dos produtos é usado o μ -Lab (Figura 1), que pode ser usado para executar algumas dezenas de pequenos experimentos.

Figura 1 - Prototipagem usando o μ -Lab.



Observa-se que não só alunos (Figura 2) participaram das atividades. A professora da escola, responsável pelas atividades de computação, participou do evento conduzindo as atividades e auxiliando no processo de avaliação.

Figura 2 - Condução da Oficina no Laboratório do CDA.



Avaliação

A avaliação formal da oficina foi implementada via formulário de avaliação, onde os alunos foram inquiridos sobre elementos relacionados à facilidade de aprendizado e ao modelo de aplicação do conteúdo. Quanto aos resultados da avaliação do público pode-se destacar que a receptividade ao assunto foi muito boa, o que pôde ser observado quando do interesses que os integrantes mostraram em concluir as atividades.

Material Usado:

- [Micro Laboratório de Prototipagem.](#)
- [Video Tutorial da Oficina com µe-Lab.](#)

[Fábrica](#) >

09 - Muiraquitino

postado em 12 de abr de 2016 07:00 por Cássio Pinheiro [12 de dez de 2016 19:35 atualizado(s)]

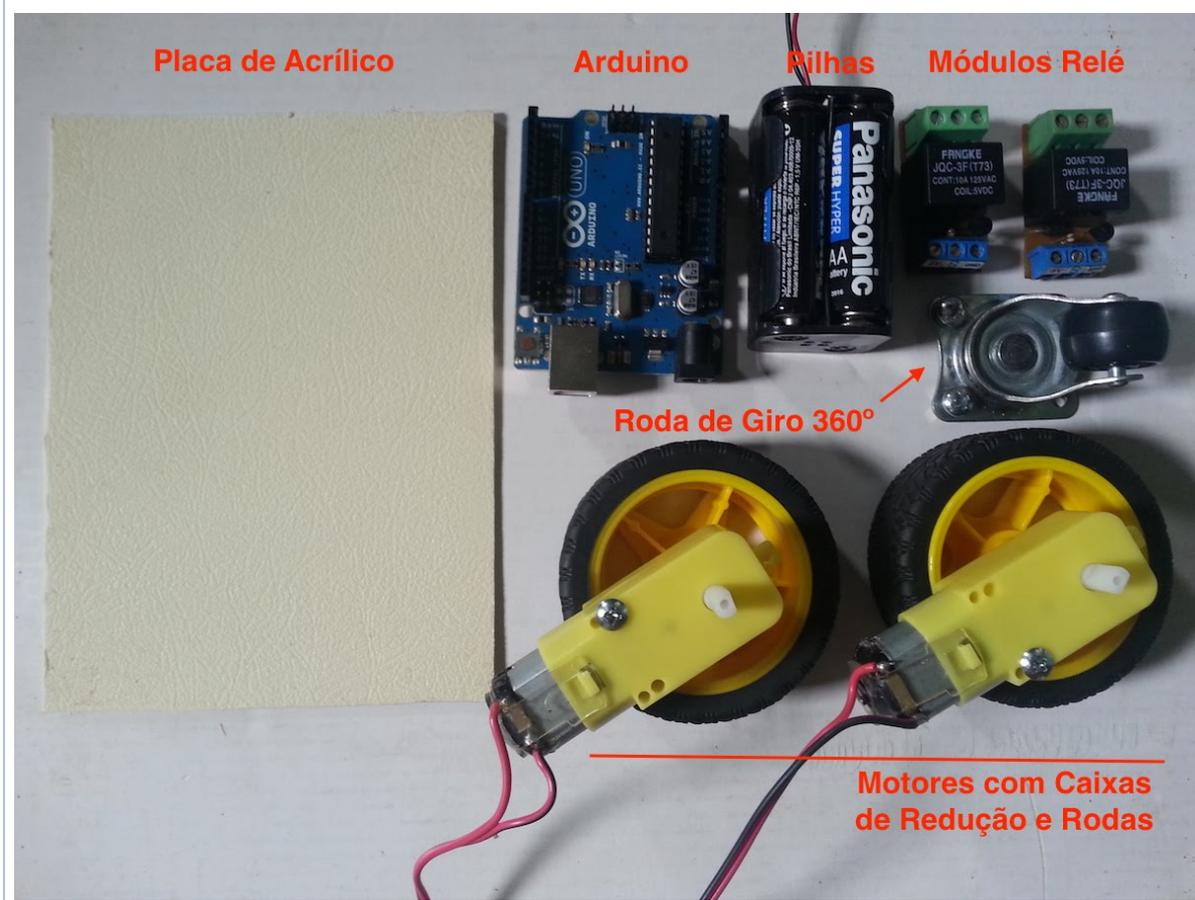
O Muiraquitino

O projeto Muiraquitino pretende apresentar uma base móvel microprogramada para ser usada na introdução aos conceitos de [robótica](#), principalmente no que se refere a programação dos seus dispositivos controladores. O nome "Muiraquitino" vem da contração da palavra Muiraquitã (na Amazônia são artefatos talhados em pedra de cor esverdeada ou em madeira, representando animais, ao qual são atribuídas as qualidades sobrenaturais de amuleto), com a palavra Arduino (microcontrolador desenvolvido para o ensino de programação computadores e [automação](#)).

Material Necessário

Todo material necessário para a base robótica pode ser visto na Figura 1. O primeiro protótipo do Muiraquitino usa de dois [motores DC](#) de baixo custo para movimentar uma plataforma composta por apenas uma placa de acrílico (na qual será desenhado um muiraquitã em formato de rã). Um [Arduino](#) UNO é usado para controlar o acionamento dos motores, os quais estão conectados ao microcontrolador através de dois dispositivos de potência implementados com transistores e relés. Estes dispositivos são necessários pois o Arduino não disponibiliza corrente suficiente para acionar os motores diretamente.

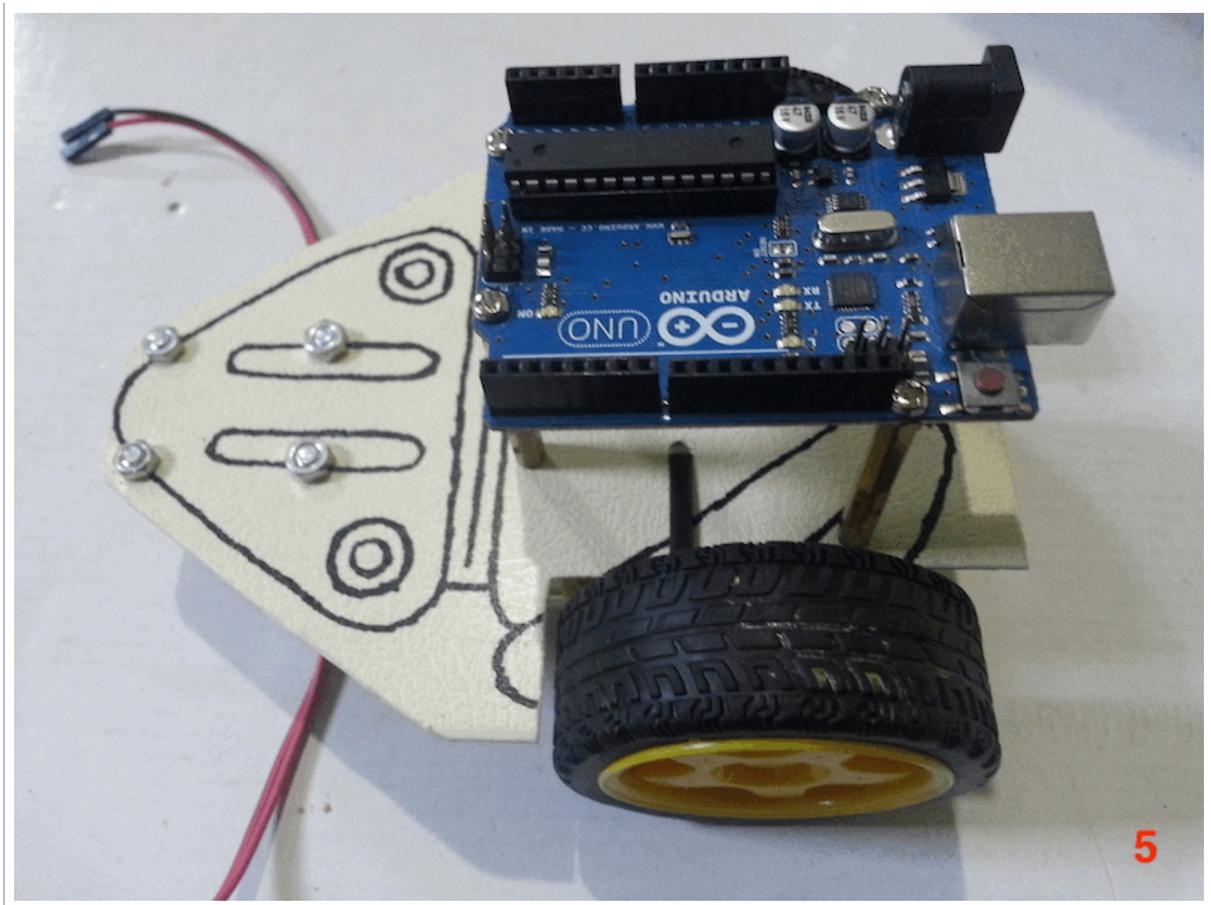
Figura 1 - Componentes necessários à montagem.



Montagem e Uso

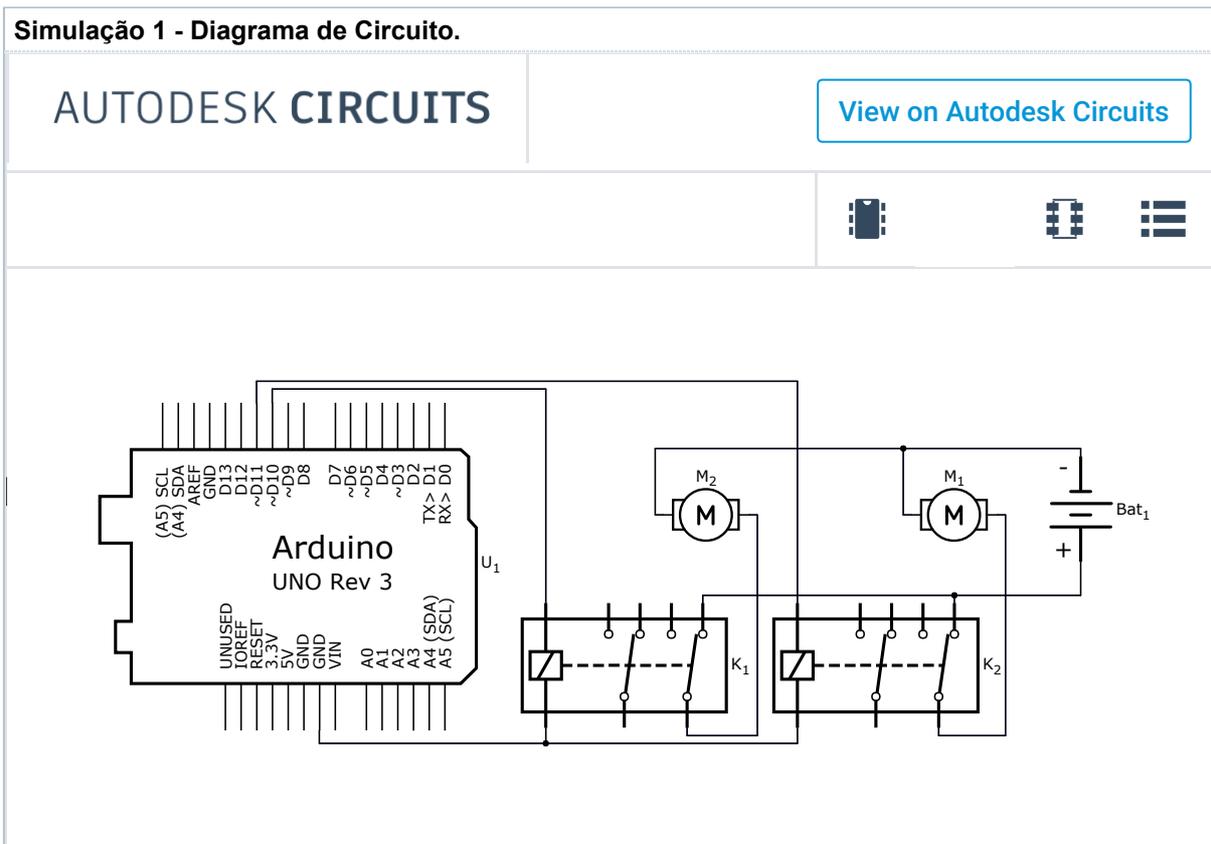
Inicialmente pretendia-se acoplar as pilas e os módulos de relés na parte inferior da placa de acrílico. Devido as dimensões reduzidas da placa, isto não foi possível - este problema será resolvido na próxima versão. Na Figura 2 pode ser observado todo o processo de montagem do protótipo. Destaca-se ainda que os módulos de relé foram montados, com excessão da placa, com materiais obtidos via metarreciclagem.

Figura 2 - Processo de montagem.



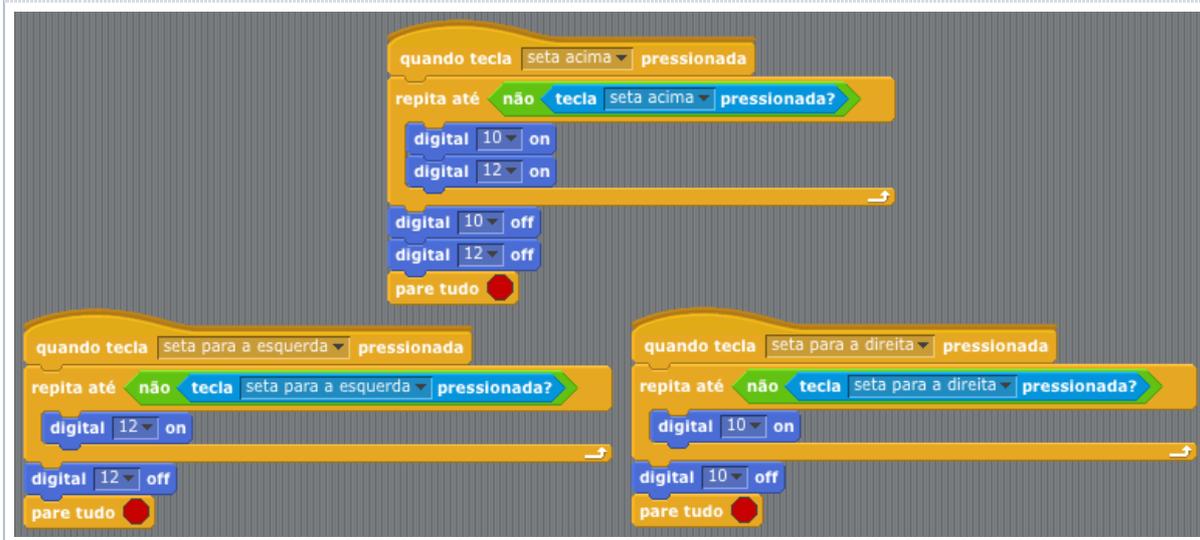
Na expectativa de ser usado para a apresentação de conceitos fundamentais, este dispositivo foi planejado para ser de fácil montagem e programação. Uma de suas principais características está relacionadas ao seu baixo custo, ou até mesmo custo mínimo - com materiais obtidos via metarreciclagem (ver produto [Meta Base Robótica](#)). Na Simulação 1 pode ser observado o esquema de ligação entre o Arduino e os motores. Ressalta-se que neste esquema foram usados apenas relés, mas aconselha-se que sejam usados módulos relés (com ativação via transistor), para não sobrecarregar as saídas do Arduino.

Simulação 1 - Diagrama de Circuito.



Outra característica importante é a programação, que tem como ferramenta uma linguagem visual e orientada a eventos ([Scratch](#) - mais especificamente o [S4A](#)), desenvolvida para o ensino de programação para crianças e jovens entre 8 e 15 anos. Com o objetivo de ser simples, os comandos que acionam os motores são mostrados na Figura 3.

Figura 3 - Módulos de programação dos movimentos.



Para melhor ilustrar o uso deste protótipo veja o Vídeo 1, que apresenta uma breve utilização da base robótica através do programa implementado no S4A. Nesta versão um cabo ainda prende o pequeno robô ao computador, problema este que pode ser facilmente resolvido com a adição de um módulo de acesso remoto ao Arduino (e.g. [XBee](#)).

Video 1 - Demonstração de uso.

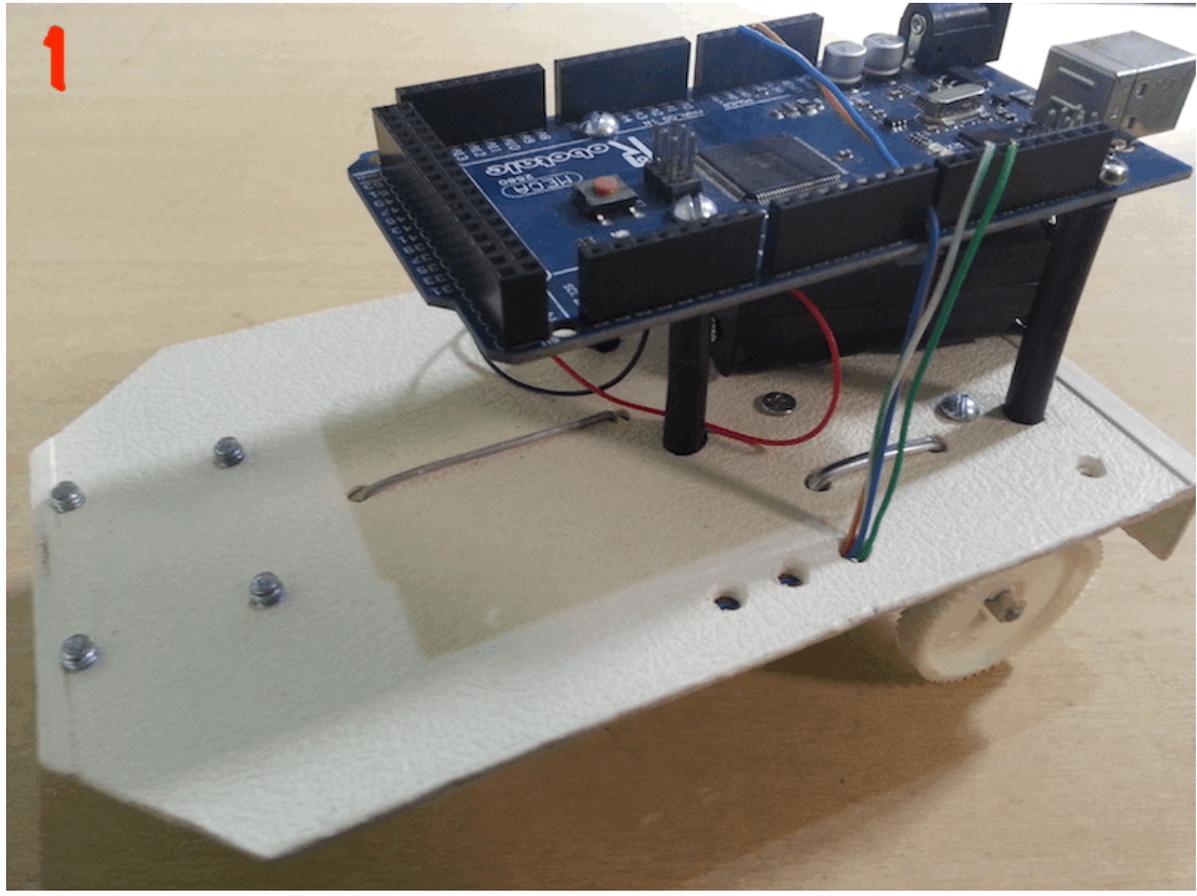
Video 1 - Demonstração de uso.



O Muiraquitino Quase 100% Metarreciclado

A Figura 4 é um slideshow que destaca os componentes do projeto. Na imagem 1 é retratada a visão geral do chassi (feito a partir de uma antiga caixa de disquetes de 5 1/4" - que também foi usada para fazer os suportes do eixo das rodas), onde pode ser também observado o módulo de controle microprogramado (Arduino), seus espaçadores (obtidos da capa isolante de um cabo de energia) e o suporte de pilhas (obtido de um antigo rádio portátil). O sistema motriz (imagem 2) é composto pelos motores (de unidades de CD) e pelas rodas e eixo (de impressora). Um detalhe importante deste sistema é redução das rotações feitas pelas engrenagens do motor e pela própria roda - para melhorar a tração pode ser adicionada à engrenagem, uma roda lateral de borracha. Na imagem 3 podem ser observados: o rodízio giratório (de malas ou de pequenos móveis), os módulos relés (de projetos antigos ou até mesmo construídos de componentes metarreciclados), os fios e conectores (de cabos de rede e caixas elétricas) e os parafusos e outros elementos de fixação (de produtos antigos e filamentos de alumínio de cabos elétricos).

Figura 4 - Muiraquitino 100% Meta.



Ressalta-se ainda que apenas o módulo de controle microprogramado não é metarreciclado. No entanto, com exceção do micro controlador (com um custo aproximado de R\$10,00), todos os outros componentes poderiam ser facilmente obtidos por metarreciclagem. Um exemplo disso é o projeto [Paperduino](#).

Para Fazer e Saber Mais

- [Projetos Integrando Scratch e Arduino.](#)
- [Usando o Scratch \(S4A\) para programar o Arduino.](#)
- [Como utilizar o XBEE com Arduino.](#)
- [Acionando 110/220V com sinais de 5V.](#)
- Relé: [Wikipédia](#), UOL [Educação](#).
- [Sobre S4A.](#)
- [Calimaro: Un Robot "Old Style" - Primer Parte.](#)
- [Calimaro: Un Robot "Old Style" - Segunda Parte.](#)

Software para Download.

- [Arduino.](#)
- [S4A.](#)
- [Firmware.](#)
- [Programa para Controle do Muiraquitino.](#)

[Fábrica](#) >

10 - Micro Laboratório de Prototipagem

postado em 13 de abr de 2016 10:18 por Cássio Pinheiro [7 de dez de 2016 07:18 atualizado(s)]

O μ e-Lab

Este micro laboratório de prototipagem eletrônica (μ e-Lab) pode ser usado para executar algumas dezenas de pequenos experimentos, que podem ir desde simples controles de luminosidade para LEDs (Vídeo 1), até testadores de controle remoto e outros circuitos. Nesta proposta de implementação os componentes eletrônicos já estão fixados na placa de prototipagem, necessitando apenas que sejam feitas as conexões entre os terminais dos componentes.

Vídeo 1 - Exemplo de uso do μ e-Lab.

Video 1 - Exemplo de uso do μ e-Lab.

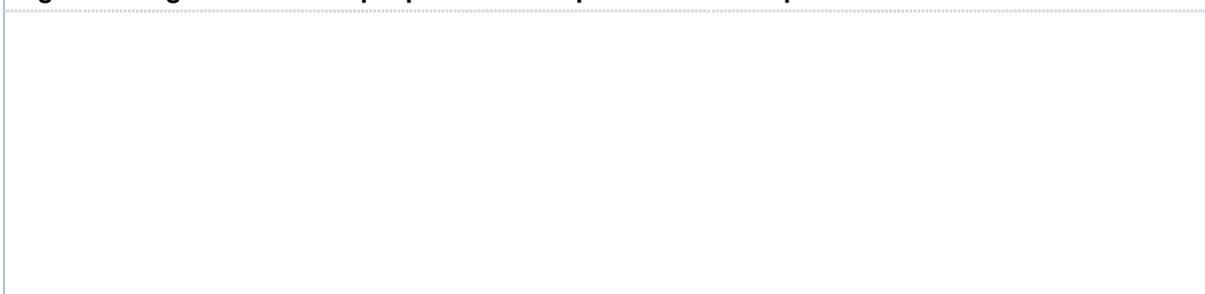


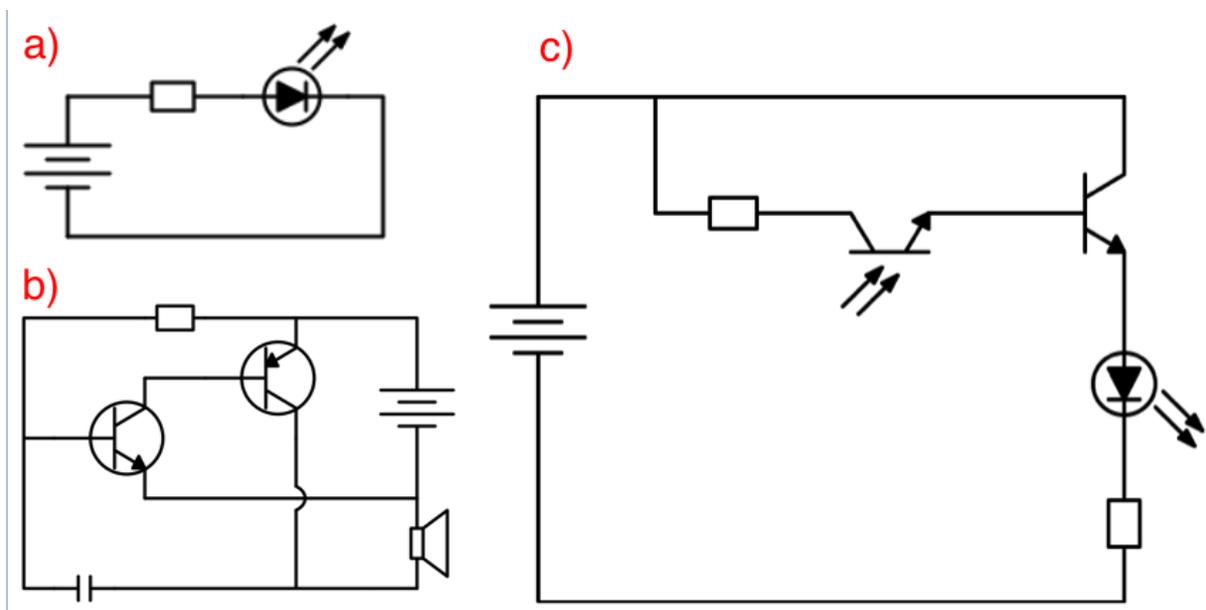
Como já destacado em outras postagens, a integração da prática com o conteúdo teórico é de extrema importância para o processo de ensino e aprendizado, fazendo com que este produto esteja diretamente ligado a este propósito pois:

- Não requer infraestrutura de laboratório, ou seja, é portátil e pode ser usado em qualquer ambiente (inclusive a própria sala de aula);
- Tem baixo custo, permitindo ao aluno que adquira o material necessário e use o produto em atividades de ensino continuado na sua própria casa;
- É fácil de ser usado, pois o aprendiz somente se preocupa com as conexões entre os componentes (melhor explicado no próximo parágrafo);
- Permite a implementação rápida de experimentos, podendo ser usado como introdução práticas em quase todas as aulas teóricas de eletrônica básica.

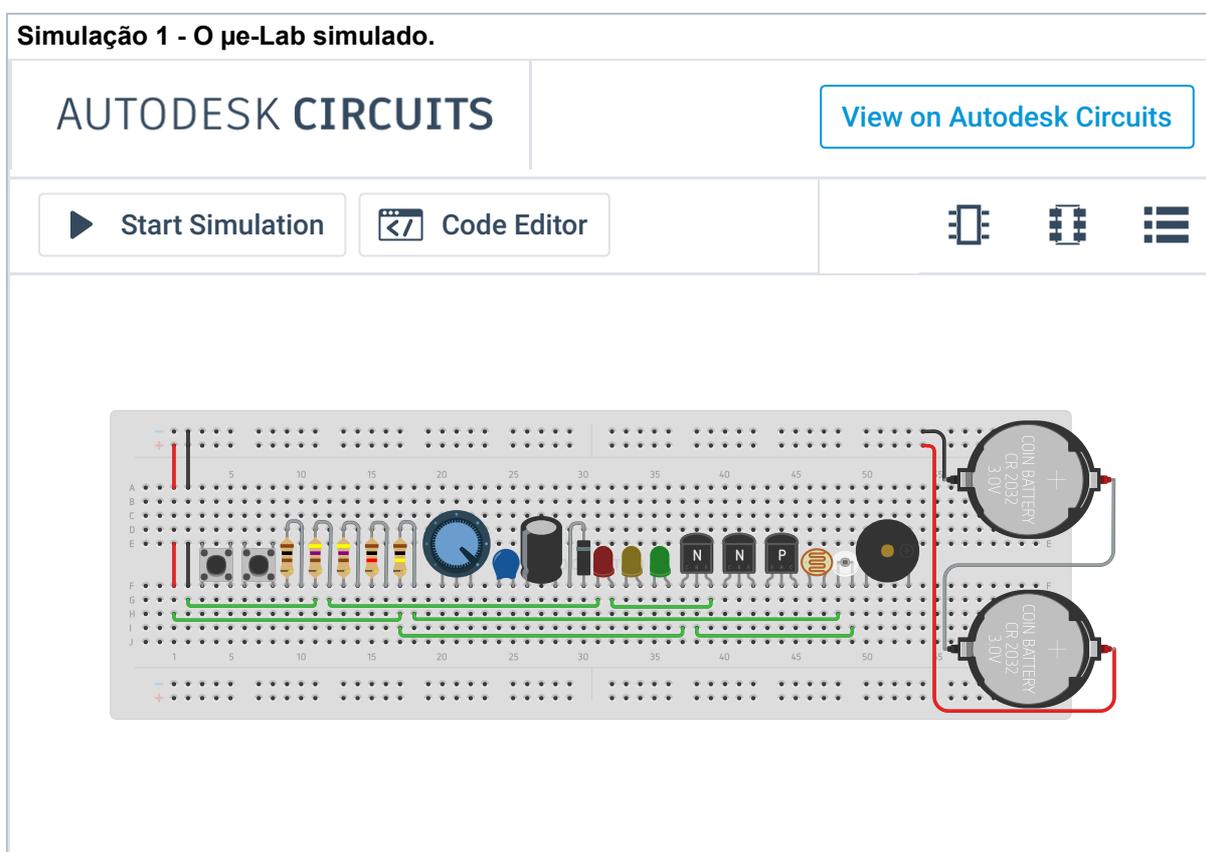
O μ e-Lab é uma evolução do simples uso de placas de prototipagem e componentes eletrônicos. A proposta inicial para o uso destas placas era distribuir os componentes e os fios, especificando um procedimento para interligação dos componentes (ver [Prototipagem de Circuitos Eletrônicos](#)). Usando o procedimento citado os aprendizes comumente perdiam o foco no aprendizado do circuito, pois também estavam preocupados com as regras de inserção e interligação dos componentes. Como no μ e-Lab os componentes já estão pré-inseridos, a única preocupação é com a conexão entre os terminais destes. Alguns exemplos de circuitos podem ser visualizados na Figura 1, onde podem ser observados circuitos para o acendimento de um LED (a), para geração de sinal para um auto-falante (b) e para testar um controle remoto (c).

Figura 1 - Alguns circuitos que podem ser implementados no μ e-Lab.





Como citado anteriormente, o μ -Lab pode ser usado em quase todas as aulas introdutórias de eletrônica básica. No entanto o seu uso é aconselhado apenas para as primeiras aulas, onde este atua mais como um dispositivo motivacional, onde o aprendiz executa as atividades de maneira tangível. Para as outras aulas (ou atividades) é sugerido o uso de simuladores como o [123D Circuit](#), pois é gratuito, suas conexões são mais facilmente visualizadas, permite desenvolvimento colaborativo e normalmente apresenta um número muito maior de componentes e possibilidades. A Simulação 1 mostra o próprio μ -Lab implementado em simulador. Inicie a simulação e selecione o fototransistor para ajustar a luminosidade.



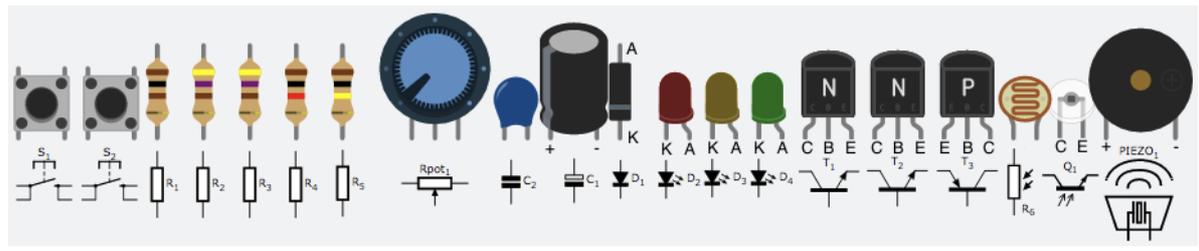
Material Necessário

Com exceção da placa de prototipagem, todos os componentes do μ -Lab podem ser obtidos por metarreciclagem. A Figura 2 mostra a relação entre os símbolos e os componentes usados no μ -Lab, destacando a identificação dos terminais dos dispositivos que necessitam desta. Sendo assim, os seguintes componentes são usados:

- 1 Placa de prototipagem (Protoboard);
- 1 Suporte para 4 pilhas e pilhas (ou um antigo carregador de celular de 6 volts);
- 2 Chaves de pressão (push-button);
- 5 Resistores: 100, 470, 470, 1K e 100K Ω ;

- 1 Potenciômetro de 10K a 50K Ω ;
- 2 Capacitores: 100n e 220 μ F;
- 1 Diodo de silício (uso geral);
- 3 LEDs: Vermelho, Amarelo e Verde;
- 3 Transistores de uso geral: NPN, NPN e PNP;
- 2 Sensores de luminosidade: LDR e Fototransistor;
- 1 Auto Falante (buzzer).

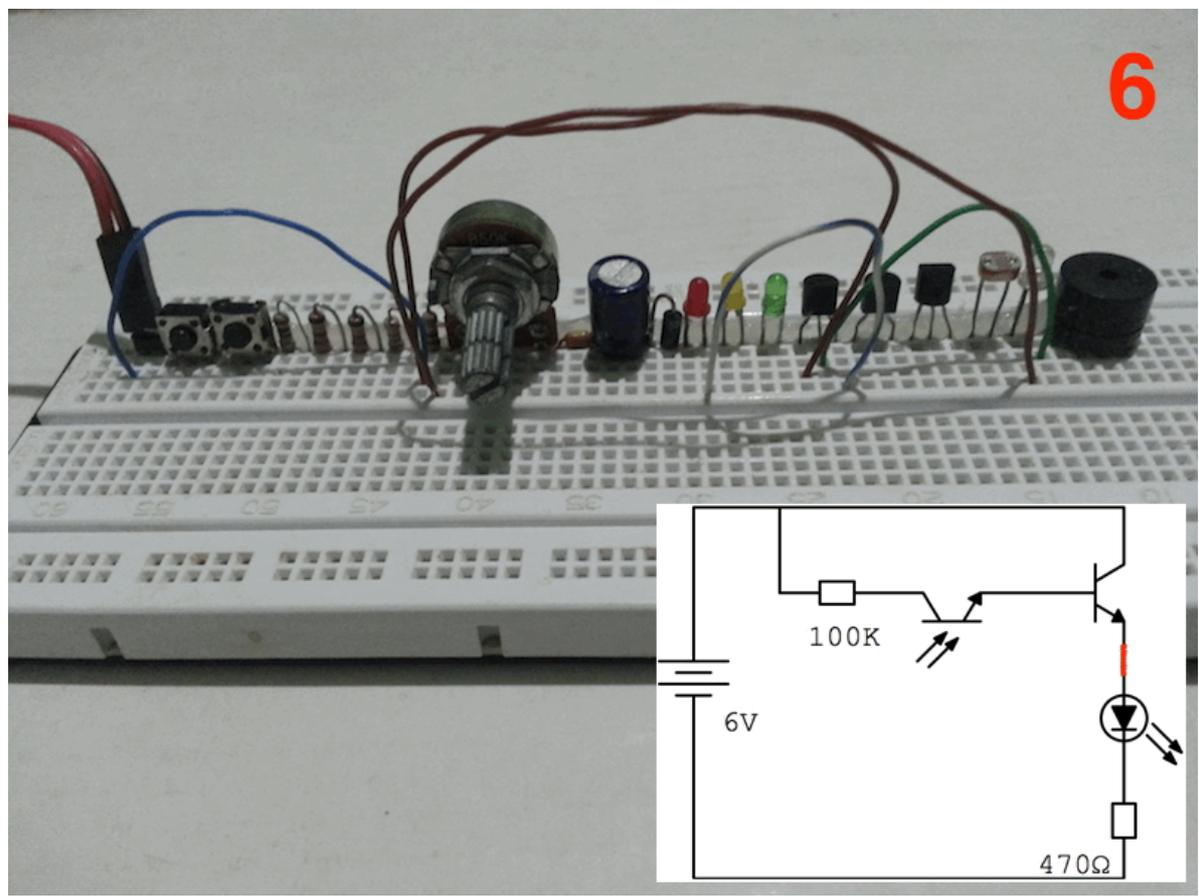
Figura 2 - Identificação de terminais e diagrama esquemático dos componentes.



Montagem e Uso

A montagem é bastante simples, bastando inserir os componentes obedecendo a ordem descrita na Figura 2. Aconselha-se que os componentes sejam fixados permanentemente na placa usando algum tipo de cola (é sugerido o uso de cola quente). Um exemplo de uso do ambiente é apresentado na Figura 3, que demonstra a montagem de um simples testador de controle remoto.

Figura 3 - Demonstração de uso do μ -Lab.



O Vídeo 2 mostra o uso do μ -Lab implementando o testador de controle remoto. Observe que ao pressionar um botão qualquer do controle remoto, um LED (no controle) irá pulsar e esta sequência de pulsos será observada também no LED do testador, constatando assim o funcionamento correto do controle testado.

Vídeo 2 - Usando o testador de controle remoto.

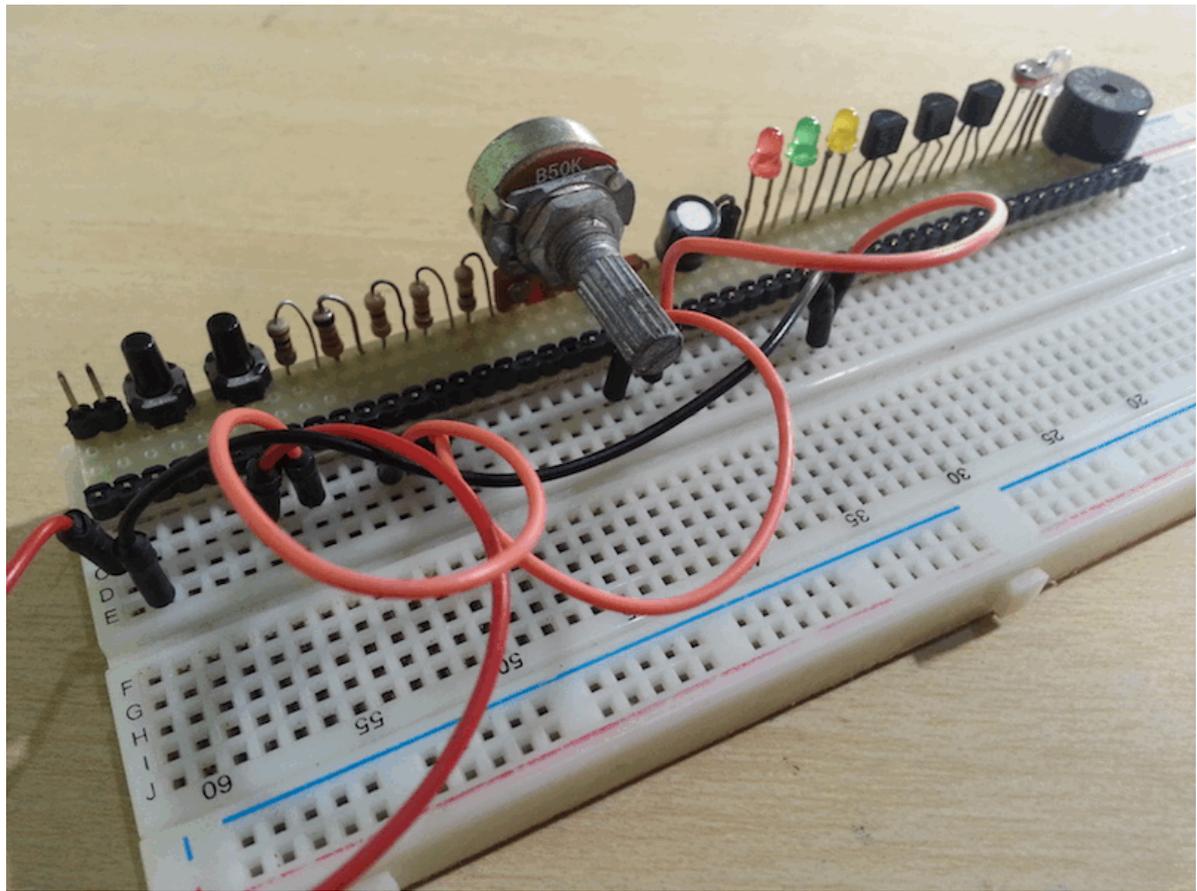
Vídeo 2 - Usando o testador de controle remoto.



O μ e-Lab Versão 2

A nova versão deste laboratório portátil se torna mais robusta. Na versão anterior os componentes poderiam ser retirados, ou até acidentalmente sair da placa, com uma certa facilidade. Nesta versão (Figura 4) os componentes foram soldados em uma placa de circuito, onde também foram soldados conectores para fazer a ligação entre a placa de circuito e a placa de prototipagem.

Figura 4 - O μ e-Lab v2.



Para Fazer e Saber Mais

- [Meta Protoboard.](#)
- [Luz Noturna.](#)
- [Inversor.](#)

- [Temporizador Simples.](#)
- [Alarme Simples.](#)
- [Circuitos Eletrônicos Simples.](#)
- [Circuitos Eletrônicos Simples e Grátis para Montar.](#)
- [Montando Circuitos Eletrônicos.](#)
- [Circuitos Eletrônicos e Projetos.](#)
- [Como Montar Circuitos.](#)
- [Curso Rápido de Eletrônica Básica.](#)

Base Robótica Educacional Acessível e Tangível

A Proposta do Projeto

A [robótica](#), assim como outras atividades relacionadas à [mecatrônica](#), normalmente são ensinadas tendo a montagem de [bases](#), e/ou braços, robóticos como principal componente de prática. Obviamente a execução desta atividade por pessoas com algum tipo de deficiência (visual ou auditiva), ou até mesmo para crianças, torna-se complicada, pois estes dispositivos normalmente são compostos por dezenas de componentes, muitos deles são pequenos e de difícil manuseio.

Este projeto tem como resultado esperado, o desenvolvimento de uma base robótica educacional acessível e tangível. Acessível pois pretende-se desenvolver um produto com menor quantidade de componentes, os quais também devem ser de fácil: manuseio, conectividade e identificação (por braille, ou algo similar). Tangível, pois além da facilidade de manuseio dos componentes, a sua programação deverá ser feita através da técnica de [programação tangível](#), que usa de componentes táteis (semelhantes a blocos de montagem ou peças de quebra-cabeça) para a definição das instruções ações executadas pelo componente robótico.

No geral e de maneira sucinta, as características desejadas ao produto final são as seguintes:

- Facilmente Montável - Conjunto reduzido de peças e encaixes simples;
- Montagem Acessível - Manual, peças e blocos de programação com identificação/leitura tátil (braille ou similar);
- Uso Acessível - Movimentos e outros eventos identificados por sons (para deficientes visuais) e luzes (para deficientes auditivos);
- Programável Tangivelmente - Instruções e ações programadas através de blocos tangíveis;
- Baixo Custo - Uso de componentes comuns adaptados aos resultados esperados do projeto.

Metodologia Geral de Desenvolvimento

Obviamente, um produto com as características descrita, dependendo da experiência e do número de integrantes da equipe, pode durar de meses a anos de trabalho. A proposta de desenvolvimento usada neste projeto é de desenvolvimento incremental, delimitando requisitos em versões iniciais e adicionando-os a cada uma das versões testadas. O primeiro protótipo deve ser desenvolvido em 4 meses (iniciando em maio de 2017), terá a seguinte lista de tarefas:

- **Linguagem de Programação** - Definir comandos mínimos, especificar modelo de tangibilidade e de leitura dos comandos, implementar blocos de programação e formato de leitura tátil, escrever leitor e interpretador/tradutor de comandos;
- **Robô e Aporte Eletrônico** - Especificar os principais componentes e funcionalidades, encapsular (definir e simplificar encaixes) os componentes comuns, definir o formato da identificação tátil mínima, montar protótipo, preparar manual de montagem - português e braille.
- **Acessibilidade** - Definição dos eventos fundamentais e da programação sonora e visual dos eventos;
- **Avaliação e Testes** - Socializar o projeto e seus resultados com professores que atualmente tenham trabalhos com o público alvo deste projetos e, definir e executar procedimentos de teste com deficientes visuais (cegos e baixa visão) e auditivos.

Este projeto terá uma abordagem de desenvolvimento predominantemente prática, no entanto tem como base os seguintes componentes teóricos: [Programação Tangível](#), [Linguagens de Programação e Tradutores](#), [Mecatrônica e Microcontroladores](#), [Acessibilidade no Ensino](#) e [Objetos de aprendizagem](#).

Finalmente, deve ser ressaltado que este projeto surgiu de uma necessidades ou problemas, mas sua solução não necessariamente emergiu destas necessidades, sendo em parte inspirada em produtos como: [Kibo](#), [LittleBits](#), [Arduino](#), [Scratch Jr](#), [BlocklyDuino](#) e outros.

Equipe de Desenvolvimento

A equipe de desenvolvimento conta com um professor ([Cássio Pinheiro](#)) da Universidade Federal do Oeste do Pará e de três alunos do curso de Ciências da Computação, a saber: Isai Alcântara Ferreira, Luiz Henrique Cardoso Nunes e Rita de Cássia Vilhena Vasconcelos. Estes alunos atuam voluntariamente neste projeto e eventualmente deverão usá-lo como componente prático de seus trabalhos de conclusão de curso.

Fase 1 - A Prova de Conceito

Nesta fase, com duração aproximada de dois meses, será desenvolvido um protótipo com requisitos mínimos - em resumo: programável e usável por deficientes visuais. Espera-se como resultado comprovar a viabilidade do desenvolvimento de um produto acessível. Neste contexto, os seguintes requisitos são desejados à plataforma robótica:

- Eventos - Parar; mover para frente e para trás; girar para direita e para esquerda; e obter a distância para qualquer obstáculo a frente. Para cada um desses eventos deve ser emitido um som específico, melhorando

assim a percepção para pessoas com deficiência visual.

- Programação - Para facilitar o manuseio por pessoas com deficiência visual a programação será tangível, usando de cartas - semelhantes a de baralhos, relacionadas às instruções. As cartas terão identificação visual da instrução, assim como em braille e QR Code.
- Instruções - Tempo; parar; mover para frente e para traz; girar para direita e para esquerda; obter distância e; condicional simples.

A Tabela 1, a seguir, traz um resumo dos tópicos das reuniões de trabalho desta fase do projeto. Observa-se nesta tabela a descrição do assunto tratado e produto (resultado efetivo) do reunião.

Tabela 1 - Reuniões de Trabalho

Data	Assunto	Produto
22/05/2017	Especificação dos requisitos e diretrizes gerais do projeto.	Diretrizes gerais do produto (base robótica) e dados iniciais para o desenvolvimento da Web Page do projeto.
30/05/2017	Definição dos requisitos.	Documento de especificação de requisitos.
05/06/2017	Definição dos requisitos mínimos.	Documento de especificação de requisitos mínimos.
12/06/2017	Aprovação dos requisitos e definição da primeira tarefa.	Leitor QR Code.
19/06/2017	Pauta para a próxima reunião.	Tutorial do leitor QR e Cartas de Programação.

<input type="checkbox"/>	 QRScanner.apk Download	Isai, Luiz e Rita - Leitor de QR Code para dispositivos Android desenvolvido no ambiente APP Inventor.	1699k	versão 1	18 de jun de 2017 09:0	Cássio Pinheiro
<input type="checkbox"/>	 Requisitos Básicos Fase 1.pdf Visualizar Download	Isai - Documento resumo da reunião de trabalho contendo os requisitos funcionais e não funcionais básicos do sistema.	284k	versão 2	18 de jun de 2017 08:3	Cássio Pinheiro
<input type="checkbox"/>	 Requisitos Mínimos Fase 1.pdf Visualizar Download	Luiz - Documento resumo da reunião de trabalho contendo os requisitos funcionais e não funcionais mínimos para o desenvolvimento da base robótica acessível à deficientes visuais.	128k	versão 1	18 de jun de 2017 08:3	Cássio Pinheiro

Apêndice C - Projeto "Promovendo o ensino da Programação, da Robótica e da Eletrônica no coração da Amazônia Brasileira através de experimentos recicláveis"



Proposta de projeto Chamada para Programa de Micro-Grants SciBr Foundation em parceria com Fundação Lemann

Sinta-se livre para editar o documento, adicionar imagens e textos. Porém há 4 regras que você deve seguir:

- 1 - Não alterar margens do documento;
- 2 - Não alterar fonte, tanto tamanho (11) quanto tipo (calibri);
- 3 - Não ultrapassar um total de 8 páginas;
- 4 - Não deletar enunciados e essas regras para ter mais espaço.

Título do projeto: **Promovendo o ensino da Programação, da Robótica e da Eletrônica no coração da Amazônia Brasileira através de experimentos recicláveis**

Componentes da equipe (Nome e email): **Marialina Correa Sobrinho (linasobrinho@gmail.com); Cássio David Borralho Pinheiro (cdbpinheiro@gmail.com); Celson Pantoja Lima (celson.ufopa@gmail.com);**
<https://br.linkedin.com/in/celson-lima-005269>

1. Resumo

A educação, como um element chave no processo de criação de conhecimento, é atualmente um dos bens mais preciosos de qualquer nação. Na realidade, uma análise mais detalhada vai provavelmente apontar que a educação tem sido considerada desta forma desde a gênese da escola, quando o conhecimento servia para que os trabalhadores fossem capazes de conduzir a revolução industrial. No entanto, como muitos pensadores e pesquisadores da área argumentam, a educação e todos os seus componentes mudaram pouco (ou quase nada, em alguns casos) em uma sociedade que mudou praticamente tudo. Claramente o modelo original da escola não cabe mais no mundo do século 21.

Por um lado, transformar a educação é um processo que pode durar uma vida inteira e depender do envolvimento de muitos *stakeholders* (e.g. no Brasil isto significa envolver vários ministérios, agências regulatórias, estados, secretarias municipais, a própria sociedade e mais outros agentes). Por outro lado, considerando que não dispomos de muitas vidas para gastar esperando essa grande convergência de esforços, pequenas iniciativas de impacto reduzido podem ser concebidas e executadas, produzindo resultados concretos e motivadores. É isto que move esta proposta: pensar, conceber, criar, testar e validar os resultados de pequenos experimentos que carregam uma mensagem simples de transformação. Felizmente não somos os únicos a trilhar este caminho e existe um movimento mundial de experimentos, alguns com mais amplitude e visibilidade, outros tão pequenos quanto o nosso, mas todos marchando em busca do mesmo objetivo e, acima de tudo, partilhando experiências que podem ser replicadas em qualquer lugar do planeta.

A mensagem final da proposta é: queremos ajudar a mudar a realidade das crianças do Oeste do Pará, no que tange o acesso ao mundo da tecnologia, através de 3 portas: (i) programação de computadores usando conceitos e elementos da programação tangível; (ii) construção e programação de robôs usando material reciclado; e (iii) introdução aos conceitos básicos da eletrônica. Ajudando a mudar a realidade das crianças, queremos no final do percurso, ajudar a mudar a qualidade de vida desta região.

2. Introdução

Justificativa da proposta: apresentar o problema, seus impactos e desafios no Brasil.

Um fato conhecido e comentado por muitos é que, mesmo com todo o avanço tecnológico nas mais diversas áreas, o processo educacional implementado nos dias atuais ainda é muito semelhante ao processo criado pós revolução industrial, com conteúdos fixos e voltados ao mercado, apoiado por um modelo formal e estrutura organizacional rígida.

Modelos educacionais que priorizem a aprendizagem pela aprendizagem, a curiosidade, a criatividade e a motivação do aluno em aprender; a cada dia estão sendo criados. No entanto, o ensino voltado às perspectivas e necessidades do mercado, e à competitividade (com base em avaliações) ainda é o mais implementado.

Além do já citado, avaliações nacionais e internacionais apontam que no Brasil, um dos maiores problemas da educação está no aprendizado das ciências. Obviamente, professores com mais recursos (laboratórios) e melhor capacitação poderiam criar melhores condições de aprendizado. Porém, na maioria das escolas do país os laboratórios não existem (falta recurso financeiro), muito menos os professores tem tempo para capacitação (baixos salários versus carga de trabalho).

O grande desafio aqui apontado é promover ações educacionais voltadas ao ensino das ciências que exija poucos recursos, seja fácil de implementar e que envolva e motive os alunos no processo.

3. Descrição do projeto

3.1. Como a proposta endereça criativamente o problema apresentado.

Atualmente é difícil encontrar projetos educacionais inovadores, com implementação de aprendizado suportado por tecnologia, que não envolvam grandes investimentos em novas metodologias, infraestrutura moderna e capacitação eficiente de professores. Na Amazônia brasileira, uma região historicamente desfavorecida em termos de investimentos na educação, alguns projetos piloto desta proposta foram implementados. Os experimentos nas escolas, que acontecem há dois anos, têm apoio da universidade (UFOPA) através dos desenvolvimento do modelo, tanto nas atividades em sala de aula, quanto nos trabalhos de conclusão de curso, culminando até com a proposição de modelo específicos, em duas teses de doutorado atualmente em curso.

A proposta aqui apresentada explora duas premissas básicas: qualquer espaço pode ser usado como ambiente de aprendizado e o uso de material reciclado reduz o custo dos experimentos. Além do mais, um portfólio de experimentos simples e de baixo custo tem sido construído e utilizado nas escolas. O portfólio caracteriza-se por: i) ser orientado a produtos que o aluno tenha contato em seu cotidiano, permitindo a fácil compreensão do seu funcionamento e uso; ii) oferecer produtos simples e desafiadores - o aluno deve poder montar em poucos minutos, assim como verificar os elementos integrantes e suas funções no funcionamento do produto; iii) produtos tangíveis: devem priorizar a manipulação de seus elementos componentes, facilitando assim a compreensão da importância do elemento no todo; iv) produtos robustos: devem ter facilidade de desmontar e remontar, onde o aluno já inicia o aprendizado na montagem; v) Baratos: sempre que possível, usar de materiais metarreciclados, priorizando o custo zero e permitindo ao aluno que construa e leve para casa o seu próprio experimento/produto; vi) Ligação com o conteúdo: deve ter forte ligação com um conteúdo a ser aplicado em sala de aula, permitindo que o aluno facilmente observe as relações entre o produto e o conteúdo.

3.2. Equipe: como as competências e expertises dos membros da equipe suportam as demandas do projeto proposto.

A equipe é formada por 3 professores, com formação em áreas que gravitam em torno de computação e engenharia (elétrica, eletrônica e mecânica). Cássio e Celson são professores do programa de computação da Universidade Federal do Oeste do Pará (UFOPA) e Marialina é professora do Colégio Dom Amando, que oferece os ensinamentos fundamental e médio para a cidade de Santarém. Além do mais, Cássio e Marialina são doutorandos do programa Sociedade, Natureza e Desenvolvimento (PPGSND) da UFOPA, trabalhando sob a orientação de Celson. Ambas as teses focam-se na temática apresentada nesta proposta: propor uma ponte (teórica e prática) que permita aproximar a Universidade dos dois outros níveis de ensino (fundamental e médio). Esta ponte tem sido trabalhada de maneira teórica desde 2013 quando Cássio iniciou seu doutoramento, mas na realidade a prática de construir artefatos para auxiliar o processo de aprendizagem para os alunos do curso de graduação em Ciências da Computação vem sendo trabalhada há mais tempo, por mote próprio.

Assim sendo, a equipe possui o conhecimento necessário para propor e criar os experimentos, além de possuir um espaço privilegiado de experimentação na UFOPA e também nas escolas da região. Somam-se mais de 10 eventos realizados e a ambição é chegarmos a uma centena deles, preferencialmente nas comunidades ditas “Ribeirinhas”, que são aquelas que existem às margens dos afluentes dos rios Amazonas e Tapajós.

Importa ainda dizer que temos sempre o apoio de voluntários, principalmente alunos do curso de computação, que usam o projeto como base para o desenvolvimento dos seus Trabalhos de Conclusão de Curso (TCC).

3.3. Benchmarking: quais outros projetos semelhantes já existem, e como o seu projeto se diferencia deles.

A ideia de usar produtos para envolver e motivar os alunos não é nova e conta com muitas iniciativas de sucesso. Exemplos como o LittleBits (uma biblioteca de código aberto de componentes eletrônicos modulares que se encaixam com ímãs, permitindo assim a fácil e intuitiva montagem dos mais diversos produtos eletrônicos) e o Kibo (uma base robótica tangivelmente programada, projetado especificamente para crianças com entre 4 e 7 anos, que permite personalização de seu uso adicionada a facilidade de programação), impulsionaram a ideia por detrás desta proposta.

Em Santarém, assim como na Amazônia, dificilmente são encontrados modelos de ensino que usem de produtos para apoio ao aprendizado. Quando estes produtos estão disponíveis nas escolas, dificilmente alcançam a flexibilidade e o poder motivador dos produtos citados no parágrafo anterior.

Nesta perspectiva, este projeto pretende disponibilizar uma biblioteca (repositório, portfólio, experimentoteca, ...) de produtos que tenham, em conjunto com uma metodologia específica, a capacidade de motivar e envolver o aluno com o conteúdo apresentado em sala de aula.

O diferencial desta proposta está principalmente nas características de acesso (desenvolvimento) aos produtos e no modelo de uso desses produtos em sala de aula. A ideia básica é disponibilizar os guias de desenvolvimento e uso dos produtos através de uma plataforma Web, assim como promover seu uso através de palestras e ações de capacitação de professores.

3.4. Resultados preliminares já alcançados, se houver, e/ou experiências e recursos do candidato/grupo que demonstram viabilidade do projeto.

Desde de 2013, integrantes deste grupo de trabalho (professores da Universidade Federal do Oeste do Pará) dão apoio às atividades na área de computação e eletrônica, em algumas escolas da cidade de Santarém-PA. O grupo também conta com a participação de alunos desta universidade. De modo geral os professores incentivam seus alunos no desenvolvimento de produtos educacionais e no desenvolvimento de trabalhos de conclusão de curso que usem destes produtos. Como resposta a estas experiências e produtos surgiu o website Meta Eletrônica (<http://sites.google.com/site/metaeletronica>), que tem como objetivo dar suporte principalmente a atividade de aprendizado continuado na área de eletrônica, através da disponibilização de tutoriais para experimentos, produtos e projetos que usem, em sua maior parte, de materiais obtidos a partir do lixo eletrônico (metarreciclagem). O website tem como principais conteúdos a fábrica (portfólio de produtos), os eventos (relato de algumas ações) e os projetos (experimentos e modelos resultantes da proposta). Na área de programação e desenvolvimento de software a iniciativa Hora do Código em Santarém, também tem seu website (<http://hdcstm.blogspot.com.br>). O modelo ainda está em desenvolvimento e desta forma, atualmente apenas algumas ações pontuais estão sendo implementadas. Estas ações tem como objetivo principal o aprimoramento do modelo de ensino e dos produtos usados em ações futuras. Quanto aos desenvolvimentos de produtos, muito já foi alcançado, principalmente quanto ao desenvolvimentos de alguns produtos âncora do projeto. Alguns dos produtos desenvolvidos são: (i) Muiraquitino (base móvel microprogramada (<http://sites.google.com/site/metaeletronica/fabrica/09-muiraquitino>)) desenvolvida para ser usada na introdução aos conceitos da robótica, principalmente no que se refere a programação dos seus dispositivos controladores); (ii) μ -Lab (micro laboratório de prototipagem eletrônica que pode ser usado para executar (desenvolver) algumas dezenas de pequenos experimentos ou produtos) ; e (iii) Jogo da Programação (ambiente que simula, através de um jogo de tabuleiro (<http://hdcstm.blogspot.com.br>), o processo de programação de um robô, sendo indicado como elemento lúdico tangível em aulas e/ou atividade de introdução à programação de computadores).

Observa-se que o modelo vem sendo implementada lentamente, fortalecendo o desenvolvimento e o aprimoramento dos produtos âncora, em um processo incremental, definido pela metodologia conhecida como Pesquisa Ação - método de pesquisa com base empírica, concebido para associar a ação com a solução de um problema, onde pesquisador e participantes estão envolvidos de modo cooperativo e participativo, oportunizando a aquisição de novo conhecimento teórico.

É importante ressaltar que parte das experiências e dos modelos aqui descritos já estão sendo úteis não apenas para as escolas do ensino fundamental e médio de Santarém. Os preceitos do modelo já estão sendo absorvidos em disciplinas da Universidade (<http://sites.google.com/site/pwscassio/atividades/eletronica-digital>), assim como no desenvolvimentos de projetos educacionais como o por exemplo o Master Business Innovation (MBI) em Educação, promovido pela FIESC/SENAI-SC. Com a duração de 18 meses, este curso de especialização que iniciou sua primeira turma em Setembro de 2016, visa unicamente promover uma inovação nas escolas e faculdades do SENAI de Santa Catarina.

3.5. Potenciais desafios para o desenvolvimento do projeto e como planeja superá-los.

O principal desafio é a motivação dos professores das escolas alvo para usarem o modelo e os produtos propostos. As ações já executadas mostraram claramente que os professores gostam do apoio recebido, no entanto, ficam pouco interessados em participar do processo produtivo, ou seja, no desenvolvimento dos produtos. Obviamente se não desenvolvem, dificilmente irão motivar seus alunos. A conjuntura atual do país provê baixos salários aos professores, fazendo com que estes passem a maior parte do seu tempo em sala de aula (aumentando o salário) e menos tempo se preparando para estas, sendo assim um dos eventuais fatores para o fortalecimento da situação descrita.

No intuito de motivar os professores, para que estes se insiram no processo produtivo e conseqüentemente inspirem seus alunos, este projeto pretende:

- Oferecer capacitação gratuita na modalidade a distância, planejado para exigir pouca disponibilidade de tempo e com um apenas encontro mensal para troca de experiências);
- Usar a capacitação para introduzir o método de ensino proposto e os produtos, assim como incentivar o uso dos produtos nas atividades diárias do professor;
- Incentivar a criação de Clubes de Ciências do Professor, onde eles construam seus próprios produtos e naturalmente se tornem parte do processo

3.6. Recursos necessários, etapas e cronograma. Favor incluir detalhamento do apoio solicitado (até 2.500 dólares) e justificativa.

O projeto em si já especifica baixo custo para o desenvolvimento de suas atividades. No entanto uma infraestrutura melhor poderia ajudar a acelerar algumas fases do projeto. Exemplificando: muito dos materiais para o desenvolvimento dos produtos são obtidos por metarreciclagem, no entanto, para alguns componentes, como engrenagens e suportes, estes é um processo mais demorado. Se pudéssemos produzir algumas peças, o tempo de desenvolvimento seria bem menor. Sendo assim, com a aquisição de impressora 3D, CNC, micro retifica, guilhotina de corte e kits de ferramentas e acessórios, melhorariamos em muito a qualidade do nosso processo produtivo. Desta forma segue tabela de custos. Fazendo a conversão do valor total em reais (7610,44) para dólar (cotado em 27/10/2016 - R\$3,132), tem-se aproximadamente US\$ 2430.

Produto	Qtde	Val Unit (R\$)	Val Tot (R\$)
Impressora 3d - Kit Completo Para Montagem - Prusa I3	1	3,710.84	3710.84
Kit Micro Retifica Dremel 4000 c/ 36 Acessórios + 3 acoplamentos	2	539.90	1079.8
Kit Acessórios Para Mini Micro Retifica Com 24 Peças	2	49.99	99.98
Guilhotina Menno Gpm 420 Capacidade De Corte 8 Folhas	1	205.44	205.44
Furadeira Impacto Parafusadeira 500w + Kit Ferramentas Completo Brocas E Maleta 102 Peças	2	180.19	360.38
Bancada de Trabalho Multifuncional Dobrável TBTMP Tander	4	89.00	356
Kit Jogo Completa Maleta Ferramentas Profissional 113 Peças	4	235.00	940
Cartucho Abs Cartridge P/Impressora 3d Preto	1	429.00	429
Cartucho Abs Cartridge P/Impressora 3d Branco	1	429.00	429
			7610.44

3.7. Como o micro-grant viabilizará o projeto. Qual o impacto do programa de micro-grant para o desenvolvimento do projeto.

Com o suplemento financeiro do micro-grant, além dos benefícios obtidos com a aquisição de equipamentos (ver tópico anterior), o projeto pode ter os seguintes benefícios:

- Calendário de ações: como já explicado, com os equipamentos poderemos produzir com maior precisão temporal, e sendo assim, o projeto poderá ter maior controle sobre a previsão para obtenção dos produtos, e conseqüentemente permitindo que as ações tenham maior previsibilidade de implementação;
- Cobertura dos experimentos: além da previsibilidade, também poderemos contar com o aumento da produção, e conseqüentemente poderemos atingir um número maior de escolas atingidas pelo projeto.

No geral, com o suporte do micro-grant o projeto poderá sair da fase de ações pontuais, podendo atingir um número maior de escolas, onde especificamos como meta a ser atingida, o número de cinco escolas em um período de um ano. Além disso, quanto mais professores e alunos puderem usar dos produtos, em um mesmo intervalo de tempo, maior será as possibilidades de troca de experiências e maior será o feedback.

3.8. Tipo de mentoria e conexões que vão trazer valor para o projeto e equipe

O modelo de capacitação de professores através da prática, eventualmente implicará na implementação direta dos resultados do projeto em seus planos de aula e nas ações pontuais planejadas. Esta mudança de paradigma poderá agir até como elemento motivacional, tanto para os professores quanto para os alunos.

Outra conexão importante é a aproximação da universidade com os níveis de ensino fundamental e médio. Esta aproximação poderá contribuir para que os atores destas áreas possam melhor conhecer os problemas uns dos outros, fornecendo assim um maior conjunto de dados e conexões para detectar, enfrentar e minimizar estes problemas.

A longo prazo, estas conexões entre o ensino superior e os outros níveis de ensino, poderá trazer conseqüências quanto a forma como o aluno se insere nas atividades do ensino superior. Atualmente a escola (níveis fundamentais e médio) prepara o aluno para entrar na universidade. No entanto, esta preparação está mais relacionada ao processo seletivo, dando pouca experiência sobre como o aluno deve, ou pode, aprender mais e melhor - quesito necessário para um bom rendimento universitário. Em suma, com a implementa das funcionalidades básicas do modelo proposto, espera-se que o aluno possa estar melhor preparado para enfrentar as particularidades do ensino superior.

Apêndice D - Website “Hora do Código em Santarém”

<http://hdcstm.blogspot.com.br>

A figura a seguir ilustra uma parte da página inicial do site com endereço especificado acima. As páginas seguintes deste apêndice foram impressas diretamente do site, apresentando assim as partes mais relevantes do conteúdo do mesmo.

The screenshot shows the homepage of the 'Hora do Código em Santarém' website. At the top, there is a navigation menu with links for 'Principal', 'Fórum', 'Tutoriais', 'Oficinas', 'Blog', and 'Colaboradores'. Below the menu, the date 'sábado, 28 de novembro de 2015' is displayed. The main content area features a title 'A Hora do Código em Santarém' in red, followed by a paragraph describing the project's goal to introduce computer science to children and young people in Santarém-PA. Below the text is a video player with the title 'The Hour of Code is here' and a play button. To the right of the main content, there are three sidebar widgets: 'Alguma Pergunta?' with a link to a FAQ page, 'Pesquisar neste blog' with a search input field and a 'Pesquisar' button, and 'Siga por e-mail' with an email input field and a 'Submit' button. At the bottom of the sidebar, there is a 'Curso de Programação' section listing 'Aprendendo a Programar com o Scratch', 'Programação Sequencial', and 'Dados e Variáveis'.

Figura D.1 - Página inicial do *website* Hora do Código em Santarém.

Hora do Código em Santarém

[Principal](#)[Fórum](#)[Tutoriais](#)[Oficinas](#)[Blog](#)[Colaboradores](#)

sábado, 28 de novembro de 2015

A Hora do Código em Santarém

A Hora do Código em Santarém é um projeto que pretende, de maneira semelhante ao projeto internacional **Hour of Code**, aproximar as crianças e jovens da cidade de Santarém-PA das fontes de conhecimento destinadas à introdução à ciência da computação, principalmente para a área de programação de computadores. O projeto tem como principal objetivo a ampliação das opções do público-alvo quanto a uma futura atividade profissional. Obviamente não se pode afirmar que os alunos participantes futuramente escolham uma profissão na área da computação, no entanto, os que assim o fizerem, carregarão consigo um carga prévia de competências e habilidades que eventualmente os ajudarão no seu percurso acadêmico e profissional.

The Hour of Code is here



A Ideia Geral do Projeto

O projeto *Hour of Code* "é uma introdução de uma hora à ciência da computação, criada para desmistificar a programação e mostrar que qualquer pessoa pode aprender os fundamentos básicos desta ciência". Tem seu objetivo básico é fazer com que "dezenas de milhões de estudantes participem da Hora do Código na segunda semana de dezembro, quando será celebrada a Semana da Educação em Ciência da Computação".

No contexto apresentado, a Hora do Código em Santarém a ser realizada, em qualquer período do ano, pretende promover em algumas escolas, associações de bairros, igrejas e outras instituições da cidade, uma oficina da *Hour of Code* e, nos dois meses subsequentes, os organizadores do projeto deverão realizar mais dois eventos complementares, onde estes, poderão usar outros tutoriais da *Hour of Code*, ou de aplicativos de desenvolvimento de programas por blocos de programação visual, como o **Turtle Blocks** e o **Scratch**.

Os Eventos

Este projeto está relacionada ao conjunto de ações do projeto de doutoramento denominado "Um Modelo de Integração Universidade - Ensino Fundamental", do PPGSND da UFOPA. O responsável pelo projeto, em conjunto com um grupo de alunos dos cursos de Ciência da Computação e de Sistemas de Informação da UFOPA, decidiram dar apoio técnico aos professores e outros responsáveis por instituições que promovem ações educacionais, para implementar inicialmente um tutorial da Hour of Code chamado **Blockly-Games**. Este tutorial foi especialmente selecionado por apresentar um conjunto de atividades que introduzem à programação de computadores de maneira fácil, intuitiva e progressiva.

Na oficina da Hora do Código em Santarém, apenas as duas primeiras atividades do *Blockly-Games* deverão ser executadas, deixando as outras cinco, para execução solo dos alunos, durante o mês subsequente. As eventuais dúvidas dos alunos poderão ser dirimidas pelos acadêmicos da UFOPA participantes do projeto, via ferramentas de comunicação digital como *e-mail* e/ou *chat*, ou pelos **fóruns** deste *website*.

Postado por **Cássio D. B. Pinheiro** às 14:12

Recomende isto no Google

Marcadores: [Home](#), [Informações](#)Local: [Santarém](#), [Santarém - PA](#), [Brazil](#)

Alguma Pergunta?

Se tiver alguma dúvida ou questionamento a fazer, [clique aqui](#).

Pesquisar neste blog

Siga por e-mail

Curso de Programação

[Aprendendo a Programar com o Scratch](#)[Programação Sequencial](#)[Dados e Variáveis](#)

Marcadores

[Colaboradores](#)[Fóruns](#)[Home](#)[Informações](#)[Oficinas](#)[Programação](#)[Scratch](#)[Tutoriais](#)

Arquivo do blog

[▶ 2017 \(1\)](#)[▶ 2016 \(4\)](#)[▼ 2015 \(6\)](#)[▼ Novembro \(6\)](#)[Oficinas](#)[Tutoriais](#)[Cássio D. B. Pinheiro](#)[Alguma Pergunta?](#)[Fóruns](#)[A Hora do Código em Santarém](#)

Hora do Código em Santarém

[Principal](#)[Fórum](#)[Tutoriais](#)[Oficinas](#)[Blog](#)[Colaboradores](#)Mostrando postagens com marcador **Fóruns**. [Mostrar todas as postagens](#)

domingo, 29 de novembro de 2015

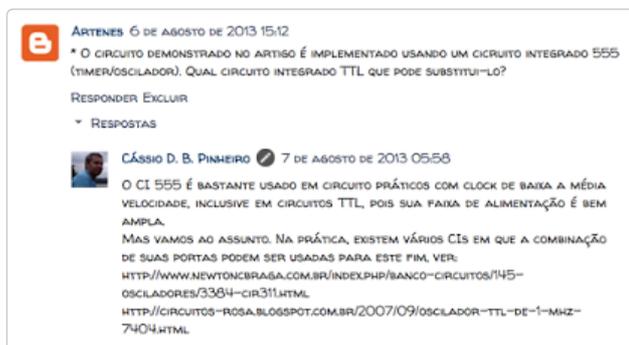
Alguma Pergunta?

Caso tenha alguma pergunta ou sugestão a fazer, vá até o final desta página e clique na área de texto denominada "Digite seu comentário..." e assim o faça. Para as perguntas, você pode observar na lista a seguir, se ela já não foi feita por outro usuário.

Postado por **Cássio D. B. Pinheiro** às **04:13** [2 comentários:](#) Recomece isto no GoogleMarcadores: [Fóruns](#), [Informações](#)

Fóruns

No âmbito da comunicação digital, os fóruns são caracterizados pela interação de usuários via blocos de perguntas e respostas (ver figura abaixo). Neste site o fórum será a principal forma de comunicação entre os colaboradores e o público-alvo do projeto, onde este público poderá fazer seus questionamentos e esperar pelas respostas.



De forma geral, quando alguém tem alguma dúvida sobre um assunto, ele pode proceder de duas maneiras ao usar um fórum. Na primeira o usuário pode buscar, em um site que discuta o assunto, por um fórum criado por alguém que já tenha tido a mesma dúvida. Na segunda maneira, o usuário pode criar a sua própria pergunta e esperar as respostas. Obviamente é recomendável que se busque um fórum com a sua pergunta antes de criar um novo fórum.

Como este *website* não permite que os seus leitores criem diretamente seus fóruns de perguntas e respostas, um recurso foi criado para que os leitores possam, através de comentários à uma postagem, enviar os seus questionamentos aos administradores do *website*. As respostas às perguntas serão normalmente inseridas na sequência destas. Caso as perguntas possam encadear uma discussão sobre o assunto e ainda não existam na lista de já criados, um fórum novo será criado e o processo de respostas e novos questionamentos será iniciado.

Postado por **Cássio D. B. Pinheiro** às **03:39** Recomece isto no GoogleMarcadores: [Fóruns](#), [Informações](#)

Alguma Pergunta?

Se tiver alguma dúvida ou questionamento a fazer, [clique aqui](#).

Pesquisar neste blog

Siga por e-mail

Curso de Programação

[Aprendendo a Programar com o Scratch](#)[Programação Sequencial](#)[Dados e Variáveis](#)

Marcadores

[Colaboradores](#)[Fóruns](#)[Home](#)[Informações](#)[Oficinas](#)[Programação](#)[Scratch](#)[Tutoriais](#)

Arquivo do blog

▼ [2017](#) (1)▼ [Abril](#) (1)[Curso de Programação -
Dados e Variáveis](#)▶ [2016](#) (4)▶ [2015](#) (6)[Página inicial](#)[Postagens mais antigas](#)Assinar: [Postagens \(Atom\)](#)

Hora do Código em Santarém

[Principal](#)[Fórum](#)[Tutoriais](#)[Oficinas](#)[Blog](#)[Colaboradores](#)Mostrando postagens com marcador **Tutoriais**. [Mostrar todas as postagens](#)

quinta-feira, 14 de abril de 2016

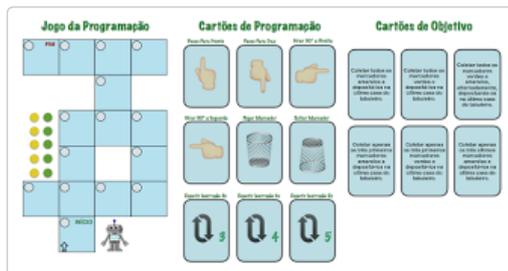
Jogo da Programação

Visão Geral e Objetivo

O ambiente simula, através de um jogo de tabuleiro, o processo de programação de um robô, sendo indicado como elemento lúdico tangível em aulas e/ou atividade de introdução à programação de computadores. O jogo tem como objetivo conduzir um robô pela trilha, do quadro inicial até o quadro final, executando um dos objetivos pré-determinado ou até mesmo criando novos objetivos.

Elementos do Jogo

- **Tabuleiro** - contém a trilha composta por quinze casas, observando-se que o caminho a ser percorrido dependerá do objetivo selecionado;
- **Jogadores** - três a cinco aprendizes, que serão divididos em programadores e controlador programável;
- **Peças** - robô e marcadores amarelos e verdes (cinco de cada cor e podem ser substituídas por grãos ou moedas);
- **Cartões de Objetivo** - descrevem qual objetivo deve ser alcançado em cada uma das rodadas do jogo;
- **Cartões de Programação** - individualmente descrevem uma ação específica e logicamente agrupados descrevem como alcançar o objetivo.



O Jogo

1. Inicialmente o instrutor (professor ou organizador da atividade) distribui aleatoriamente os marcadores pelo tabuleiro e organiza os jogadores em dois grupos, os programadores e o controlador programável, doravante chamado apenas de controlador;
2. Sendo o controlador isolado do grupo de programadores, estes últimos devem receber um cartão de objetivo (selecionado ou sorteado pelo instrutor);
3. Com base no cartão recebido, os programadores deverão traçar a melhor estratégia (caminho a ser percorrido) para alcançar o objetivo;
4. Definido o caminho a ser percorrido, os programadores deverão selecionar ordenadamente os cartões de programação que orientarão o controlador quanto ao caminho a ser percorrido e como selecionar ou descartar os marcadores;
5. O controlador deve ser trazido ao tabuleiro e a ele também devem ser passados os cartões de programação ordenados e empilhados, onde apenas a primeira instrução deve estar visível ao controlador;
6. O robô deve ser posicionado pelo controlador na primeira casa do tabuleiro, com sua frete posicionada na mesma direção da seta ali encontrada;
7. O controlador deve observar a carta visível da pilha, interpretar o seu conteúdo, executar a ação descrita e descartar a carta de programação, de maneira a poder visualizar a próxima instrução, podendo assim continuar a execução do programa.

O jogo será encerrado quando o robô alcançar a casa final, cumprindo com as determinação da carta de objetivo. Destaca-se que erros no programa, ou na execução das instruções, poderão fazer com que o controlador erre a trajetória e nunca chegue a casa final, sendo assim necessário definir um tempo máximo para execução da partida.

Alguma Pergunta?

Se tiver alguma dúvida ou questionamento a fazer, [clique aqui](#).

Pesquisar neste blog

Siga por e-mail

Curso de Programação

[Aprendendo a Programar com o Scratch](#)[Programação Sequencial](#)[Dados e Variáveis](#)

Marcadores

[Colaboradores](#)[Fóruns](#)[Home](#)[Informações](#)[Oficinas](#)[Programação](#)[Scratch](#)[Tutoriais](#)

Arquivo do blog

[▼ 2017 \(1\)](#)[▼ Abril \(1\)](#)[Curso de Programação -
Dados e Variáveis](#)[▶ 2016 \(4\)](#)[▶ 2015 \(6\)](#)

Observações

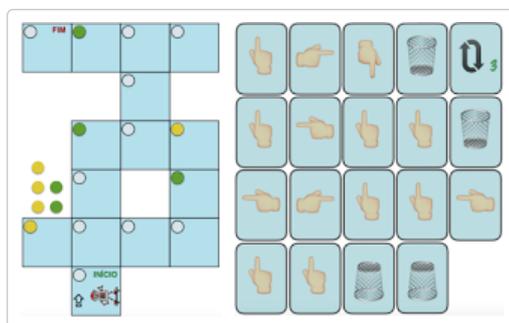
- Este jogo exige dois tipos de habilidades para alcançar o objetivo: i) a lógica dos programadores para selecionar o caminho e para ordenar os cartões de programação e, ii) a destreza e precisão do controlador para executar as instruções;
- Em ambientes com muitos aprendizes, estes devem ser divididos em grupos menores, de no máximo três aprendizes por grupo. Podendo haver uma competição, contabilizando o tempo de programação e o tempo de execução.

Possíveis Variações no Jogo

- Mais de um controlador pode ser usado, onde as tarefas podem ser divididas;
- Assim como podem ser personalizados os objetivos, os instrutores e aprendizes podem criar novas opções de tabuleiros;
- Em ambientes amplos, o tabuleiro pode ser desenhado no chão, em tamanho suficiente para que o controlador programável personifique o robô.

Um Exemplo de Programa

Usando a distribuição mostrada à esquerda da figura a seguir, com o objetivo de "Coletar todos os marcadores amarelos e depositá-los na última casa do tabuleiro", uma das opções para programação é mostrada à direita da figura.



O vídeo a seguir apresenta uma demonstração das características e do uso da nova versão do Jogo. No vídeo são destacadas as principais funcionalidades do Jogo, assim como seus elementos e fases.



Download do Jogo

- [Tabuleiro](#);
- [Cartões de Objetivo](#);
- [Cartões de Programação](#).

Postado por [Cássio D. B. Pinheiro](#) às 16:46

Recomende isto no Google

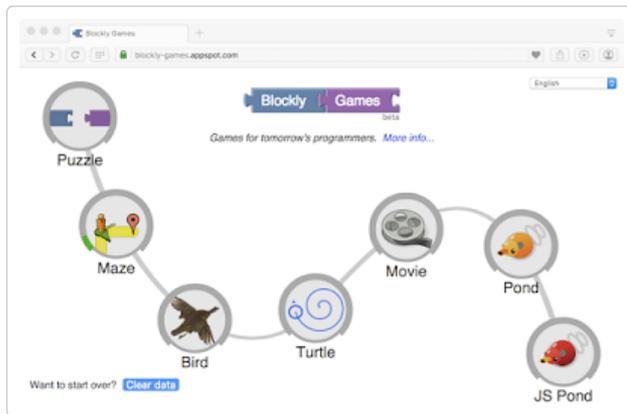
Marcadores: [Tutoriais](#)

domingo, 24 de janeiro de 2016

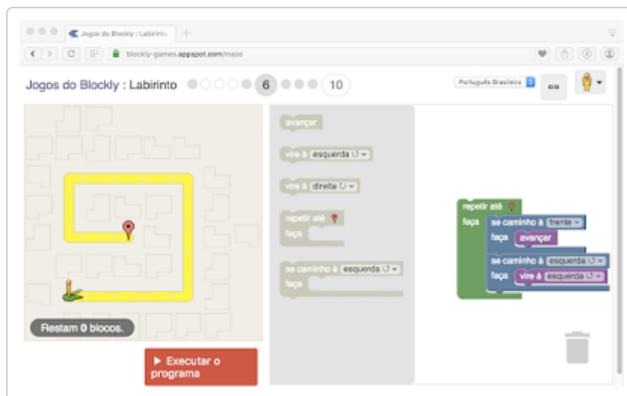
Blockly-Games

O Blockly-Games é uma série de jogos educacionais voltados ao ensino da programação. Desenvolvido pela [Google for Education](#) implementa tutoriais de programação visual por blocos

lógicos, de maneira semelhante a aplicações profissionais como o **ApplInventor**, ou educacionais como o **Scratch**.



Ao todo são sete tutoriais (jogos) que ao serem usados, progressivamente vão apresentando os fundamentos da programação e da ciência dos computadores. O Blockly-Games pode ser acessado via internet em <https://blockly-games.appspot.com/>, ou baixado de <https://github.com/google/blockly-games/wiki/Offline>.



Postado por **Cássio D. B. Pinheiro** às **04:53** Nenhum comentário:

Recomeinde isto no Google

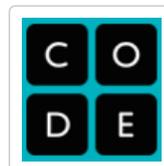
Marcadores: **Tutoriais**

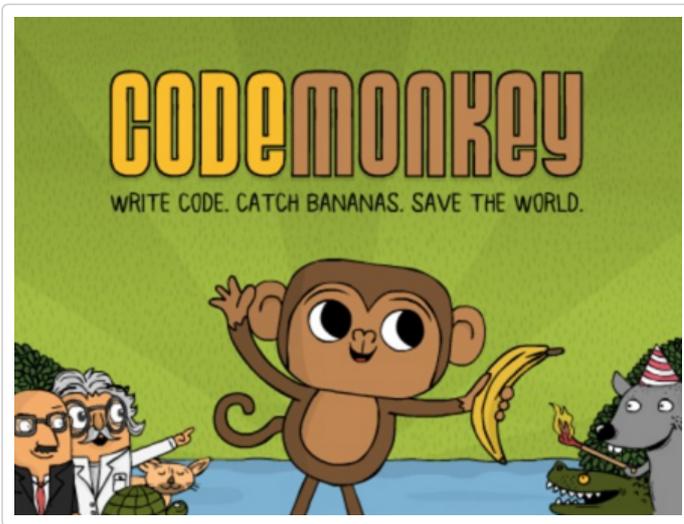
domingo, 29 de novembro de 2015

Tutoriais

Um Tutorial pode ser definido como uma ferramenta de ensino/aprendizagem que auxilia este processo através da apresentação passo a passo do funcionamento de algo, orientando o aprendiz na compreensão deste algo ou na execução de uma tarefa. Pode ser tanto um programa de computador quanto um texto, contendo ou não imagens. Observa-se ainda que não é necessariamente obrigatória a presença ou a moderação de um especialista (professor ou tutor), de maneira que o próprio aprendiz, auxiliado pelas instruções, participa ativamente no processo de aprendizagem.

Os tutoriais usados neste projeto, em sua grande parte, foram obtidos dos websites da iniciativa **Hour of Code**, que disponibiliza uma grande variedade de aplicações computacionais voltadas ao aprendizado da programação de computadores. A lista completa pode ser acessada clicando na imagem com o ícone da Code Org. Alguns tutoriais também estão diretamente disponíveis clicando em suas imagens.





Postado por [Cássio D. B. Pinheiro](#) às [05:26](#)

 Recomende isto no Google

Marcadores: [Tutoriais](#)

[Página inicial](#)

[Postagens mais antigas](#)

Assinar: [Postagens \(Atom\)](#)

Apêndice E - Preparação para os Experimentos

No que tange especificamente as experiências prévias envolvendo a visão geral sustentada por esta tese, podem ser destacadas as atividades iniciadas no segundo semestre de 2013, na Universidade Federal do Oeste do Pará, nas disciplinas de “Eletricidade e Eletrônica”, do curso de ciências da computação. No modelo de atividades adotado para estas disciplinas, os preceitos do *Maker for Education* (M4E) e do DTE foram implementados em grande parte das aulas, de maneira que a teoria seja sempre precedida por um breve experimento prático, que além de aguçar a curiosidade do aluno, o insere de forma concreta no universo do conteúdo teórico programado para a aula.

Dentro desta perspectiva, durante as atividades práticas, sempre que possível, foram definidas condições semelhantes aos das escolas do ensino fundamental - sem o ambiente de laboratório e com recursos mínimos, como mostrado na Figura E.1. Esta característica permite que alunos e professor interajam de maneira mais real possível com o problema, especificando assim propostas de experimentos mais adequadas a realidade do público-alvo. Observa-se no destaque da figura o produto desenvolvido, usando de poucos componentes, normalmente metarrecicladados.



Figura E.1 - Ambiente de execução das atividade prática na universidade.

No que tange aos materiais para os experimentos, a Figura E.2 mostra componentes reciclados comuns (todos eles), os quais compõem os kits utilizados nas oficinas de eletrônica, bem como nas disciplinas de fundamentos de eletrônica. Estes componentes são obtidos de computadores de mesa, de antigos aparelhos de vídeo cassete, de amplificadores ou de qualquer outro dispositivo eletrônicos em desuso e/ou defeituoso. Componentes de

cabeamento de redes e conectores de cabos flat de unidades de disco também se apresentam como uma boa fonte de componentes, dos quais podem ser construídas *protoboards*¹⁸ rudimentares, porém perfeitamente operacionais, como mostrado no destaque da figura em questão.



Figura E.2 - Componentes metarreciclados e exemplo de uso em protoboard rudimentar.

Observando o contexto apresentado nos parágrafos anteriores, ao final de cada aula os alunos são constantemente incentivados e desafiados a contribuir de forma colaborativa com idéias para novos experimentos, os quais são concebidos para ter: i) fácil compreensão de seus conceitos; ii) implementação rápida; e iii) facilidade de obtenção dos materiais necessários. Ao seguirem estas diretrizes, os experimentos e seus produtos tornam-se viáveis para uso em outros níveis de ensino - mais especificamente no ensino fundamental. Os resultados práticos dos experimentos definidos nas aulas são tratados como produtos e desta forma são documentados, catalogados e disponibilizados para os mais diversos usos. Com os produtos devidamente preparados, estes podem ser encaminhados ao público-alvo através dos seguintes veículos:

- *Palestras e Oficinas*: organizadas como eventos independentes ou inseridas em eventos maiores, estas tem caráter informativo e prático, voltadas principalmente para, respectivamente, divulgar a ideia geral do projeto e treinar o público-alvo em uma prática específica;
- *Oficinas Interativas*: visam minimizar o problema da falta de tempo para capacitação e preparação dos professores, no que diz respeito a preparação das atividades práticas a

¹⁸ Uma *protoboard*, ou *breadboard*, pode ser definida como uma matriz de contatos usada para prototipagem de circuitos eletrônicos, tendo como maior vantagem a facilidade de inserção e retirada de componentes, o que permite a reutilização futura, tanto da placa como dos componentes (BRAGA, 1989).

serem implementadas. Estas oficinas são materializadas através de tutoriais auxiliados por computador, tendo como principal alvo a representação de conhecimento e conteúdos de maneira simples e auto-explicativa, onde os professores que eventualmente implementam a atividade, possam aprender juntamente com os seus alunos;

- *Feiras Maker*: sendo fundamentada no caráter motivacional, estas devem contar com características de implementação que as diferenciem das demais feiras, nomeadamente a interatividade. Desta maneira, os experimentos não devem ser simplesmente apresentados, mas construídos. Outra característica especificada para os produtos é a robustez, a qual deve permitir que estes sejam levados ao público-alvo que irá, seguindo um conjunto de instruções que os acompanham, montar estes experimentos e devidamente verificar o seu funcionamento, o qual deve, devido a robustez do produto, ser mais facilmente compreendido; e
- *Website*: este serve principalmente como repositório de informação sobre os produtos desenvolvidos. Seguindo alguns dos preceitos da Gestão de Conhecimento, este repositório objetiva organizar informações e conhecimento, identificando-os e catalogando-os, de maneira que possam ser facilmente recuperados e usados.

Apêndice F - Primeiro Experimento

Classificada como proposta motivacional desta tese, esta ação foi aplicada a alunos de 10 a 12 anos de idade, da escola da rede pública de ensino fundamental Professora Sofia Imbiriba, localizada na periferia da cidade de Santarém.

Esta iniciativa ocorreu em sua maior parte de acordo com as especificações de um profissional representante da escola, que optou por um processo no qual um dos colaboradores do projeto (neste caso uma aluna concluinte do curso de Sistemas de Informação da UFOPA - orientada de TCC do responsável por esta pesquisa) conduziu o experimento. Observa-se que esta aluna sempre esteve acompanhada por uma professora da escola.

Esta atividade é composta por cinco oficinas de três horas cada e versa sobre programação visual em ambiente *Scratch*, tendo como resultado esperado o desenvolvimento gradativo do raciocínio lógico e da lógica matemática, implementados através das interações dos alunos com as aplicações do ambiente de programação e com atividades que motivem estas áreas do conhecimento.

O planejamento da ação foi iniciado com a apresentação da proposta de trabalho para a professora representante da escola, onde após a autorização da diretoria, foi discutido o projeto com a professora responsável do laboratório de informática, por sua vez graduada em ciências sociais e com especialização em informática na educação. Após estas reuniões iniciais, foi selecionada a turma do quinto ano, para participação nas oficinas. Esta opção de faixa etária foi determinada pela: i) compatibilidade com a especificação de pré-requisitos da aplicação computacional utilizada, que é de 8 a 15 anos e; ii) principalmente pela necessidade educacional dos alunos, os quais estão em uma fase escolar em que o raciocínio lógico é de fundamental importância.

As oficinas aconteceram no período de 15 de setembro de 2014 a 13 de outubro de 2014, no laboratório de informática da escola, em três horas semanais durante cinco semanas, totalizando assim uma carga horária de quinze horas. Dez alunos participaram do evento, tendo sempre uma professora da escola acompanhando as atividades. Durante as oficinas foi utilizado o material disponibilizado na página web http://pt.slideshare.net/Scratch_TCC (Figura F.1), onde o seu conjunto de slides objetiva contemplar o assunto abordado de maneira clara e objetiva.

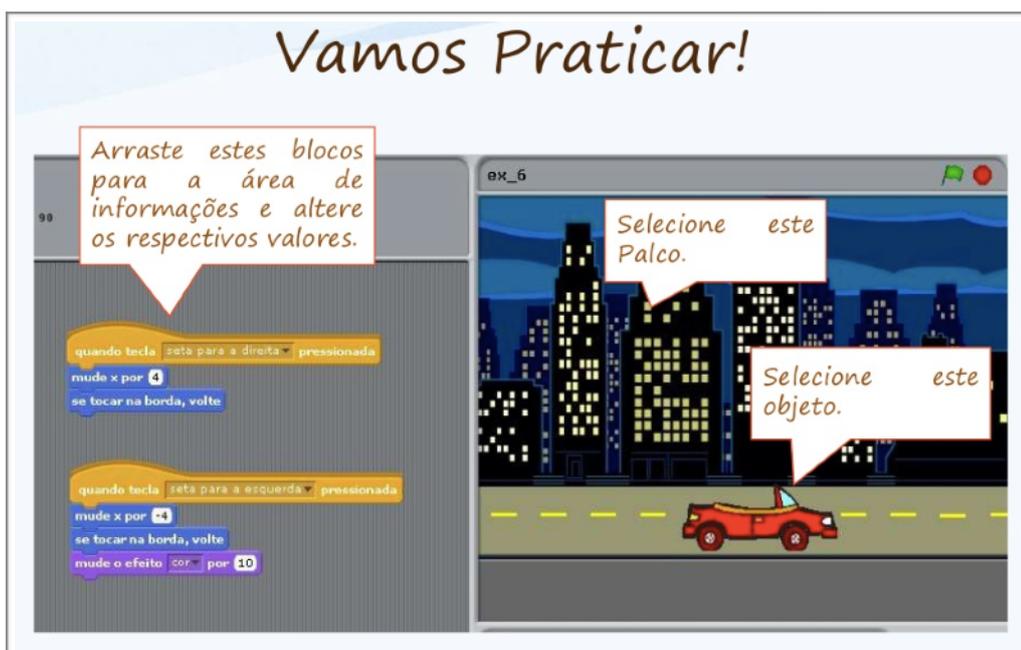


Figura F.1 - Um exemplo de slide do material usado nas oficinas de *Scratch*.

O material usado nesta fase da pesquisa é aqui reconhecido e identificado como fonte de conhecimento, de modo que suas características e especificações puderam ser usadas como referência inicial para o desenvolvimento dos materiais usados nas futuras oficinas. Como recurso de apoio, foi criado um *website* (<http://amandahferreir.wix.com/oficina-scratch>), com finalidade principal de disponibilizar todo o conteúdo abordado nas oficina, além de exercícios e informações adicionais (Figura F.2).



Figura F.2 - Página de fotos do *website* da oficina de *Scratch*.

As atividades de avaliação iniciaram com a coleta de dados e análise quantitativa dos resultados. No final do mini curso, os alunos e a professora receberam os questionário de avaliação das oficinas e do ambiente de programação *Scratch*, os quais tinham como objetivos: i) avaliar a aplicação das oficinas com relação aos resultados esperados; ii) avaliar o desempenho da responsável pela condução das oficinas; e iii) e catalogar as eventuais sugestões.

Para a avaliação das oficinas, principalmente no referido a aplicação computacional e seus benefícios, os estudantes responderam a um questionário com dez perguntas sobre: i) o nível de dificuldade ou facilidade de utilização do software (Figura F.3); ii) a adequação dos componentes e dos recursos quanto aos resultados esperados (Figura F.4); e iii) de forma geral, a capacidade de estímulo a criatividade. Observa-se que, devido à complexidade de alguns dos requisitos técnicos do software em relação à faixa etária dos alunos, as questões foram explicadas a fim de facilitar o entendimento dos alunos.

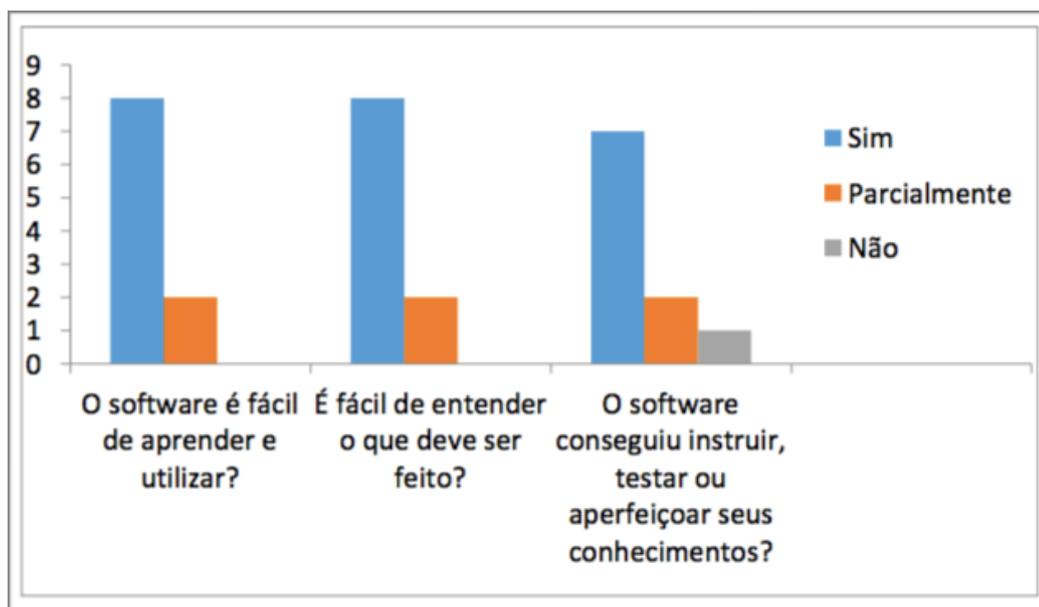


Figura F.3 - Gráfico sobre a usabilidade da aplicação computacional.

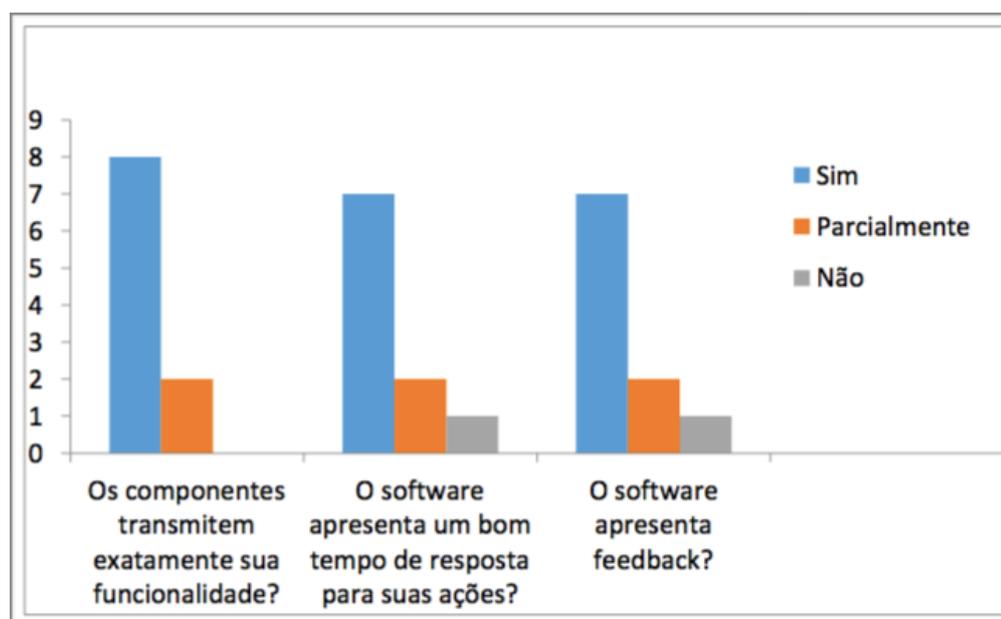


Figura F.4 - Gráfico sobre a adequação dos componentes e recursos.

O processo geral de avaliação da atividade evidenciou três aspectos, a saber: i) a visão da professora, expressada através de entrevista, ressaltou principalmente interesse dos alunos pela ferramenta e pelo formato das atividades, destacando ainda o caráter motivador da mesma; ii) o questionário de avaliação preenchido pelos alunos destacou, como mostrado nos gráficos das Figuras 6.5 e 6.6, a facilidade de compreensão do material, assim como as possibilidades de relação do conteúdo trabalhado em outras atividades curriculares; e iii) no relatório final da aluna responsável pelo evento, materializado em seu TCC, destaca-se a dificuldade inicial que esta teve em fazer com que os alunos compreendessem os enunciados das atividades práticas, fato este que já não acontecia ao final das oficinas, pois rapidamente os alunos se habituaram, tanto ao paradigma que envolve a teoria na prática, quanto ao formato e especificidades do material usado.

Esta instância do experimento, embora não tenha seguido plenamente todas as diretrizes determinadas nesta tese, teve fundamental importância para a pesquisa pois através dela muitos dos problemas aqui discutidos, foram efetivamente evidenciados, principalmente quando da opção por parte da escola em não capacitar professores para execução da ação, usando para isso a aluna da UFOPA. Um reflexo importante desta opção está na avaliação positiva por parte de professores e alunos, o que poderia resultar em novas instâncias das oficinas.

Os acertos e, principalmente, os erros cometidos durante a atividade, foram fundamentais para a avaliação da proposta de trabalho, ressaltando assim os quesitos relacionados a boa receptividade da ideia e a dificuldade para adaptação dos professores

quanto as características de interatividade e funcionalidade do material usado. Estes fatores possibilitam a definição das melhorias necessárias para os eventos subsequentes. Dentre as melhorias a serem implementadas, a necessidade de tornar o material mais auto-explicativo é a mais evidente, pois mesmo com todas as ações necessárias estando explicitadas nos slides, os professores da escola não se sentiram confortáveis em conduzir as oficinas.

Apêndice G - Experimento de Divulgação

Em dezembro de 2014 ocorreu a segunda instância em destaque neste capítulo, que foi a *Oficina de Eletrônica e Dispositivos Programáveis* realizada no Colégio Dom Amando. A escolha da temática se deu pelo atual sucesso dos dispositivos para desenvolvimento de aplicações embarcadas como *Arduino*¹⁹, *Galileo*²⁰ e outros, que estão tornando explícito para o público em geral, o forte relacionamento existente entre a computação e a eletrônica, o qual anteriormente era de acesso exclusivo aos engenheiros.

Os resultados esperados com a implementação deste experimento estão relacionados ao despertar de interesse dos alunos pelas ciências através de oficinas que usam das atuais mídias educacionais e dos produtos baseados em metarreciclagem eletrônica. O objetivo é mostrar que a ciência pode ser interessante, quando prioriza o efeito motivacional através do uso de produtos de cunho lúdico ou planejando alternativas de baixo custo para que os alunos possam manter um processo continuado do aprendizado.

Esta instância do experimento foi precedida por uma palestra destinada à diretoria e alguns professores da escola, na qual foram apresentadas a visão geral e a motivação da proposta, e onde discutiram-se detalhes de implementação, tais como público-alvo, formato, condução, tempo e outros. Esta palestra teve fundamental importância para o evento pois tanto a diretoria quanto professores, puderam discutir abertamente sobre a temática apresentada, externando seus pontos de vista, os quais contribuíram em muito com o sucesso do experimento.

Com público-alvo composto por vinte alunos do ensino fundamental e dez professores (observadores), o evento foi materializado através de uma oficina que apresentou uma noção geral do uso do *Arduino* através da linguagem de programação *Scratch*, onde este ambiente de programação, por ter a simplicidade como característica fundamental, contribuiu fundamentalmente para que o pouco tempo usado fosse suficiente para o cumprimento dos objetivos.

¹⁹ Arduino (<http://www.arduino.cc>) é uma plataforma de hardware livre usada para o aprendizado e a prototipagem de sistemas embarcados.

²⁰ Intel Galileo (<http://www.intel.com>) é um hardware de desenvolvimento com características semelhantes ao Arduino, baseado na arquitetura Intel x86 e projetado para as comunidades de Makers e de educadores.

A oficina teve a duração total de três horas, onde o tempo disponível foi escalonado para duas atividades, a saber: i) a prototipagem de circuitos eletrônicos simples; e ii) o uso de dispositivos eletrônicos programáveis. Cada uma das atividades teve como característica principal a abordagem prática, onde os conceitos fundamentais foram apresentados inicialmente, seguindo-se o desenvolvimento de um produto através da descrição dos componentes usados, da montagem e dos testes deste produto.

Outra característica relacionada à condução do experimento é a implementação de atividades em nível crescente de dificuldade. Contando com um material que implementa o passo-a-passo das atividades, a oficina em questão torna-se facilmente conduzida pois, como mostrado na Figura G.1, as ilustrações usadas indicam a sequência de passos necessários para a construção do objeto especificado.

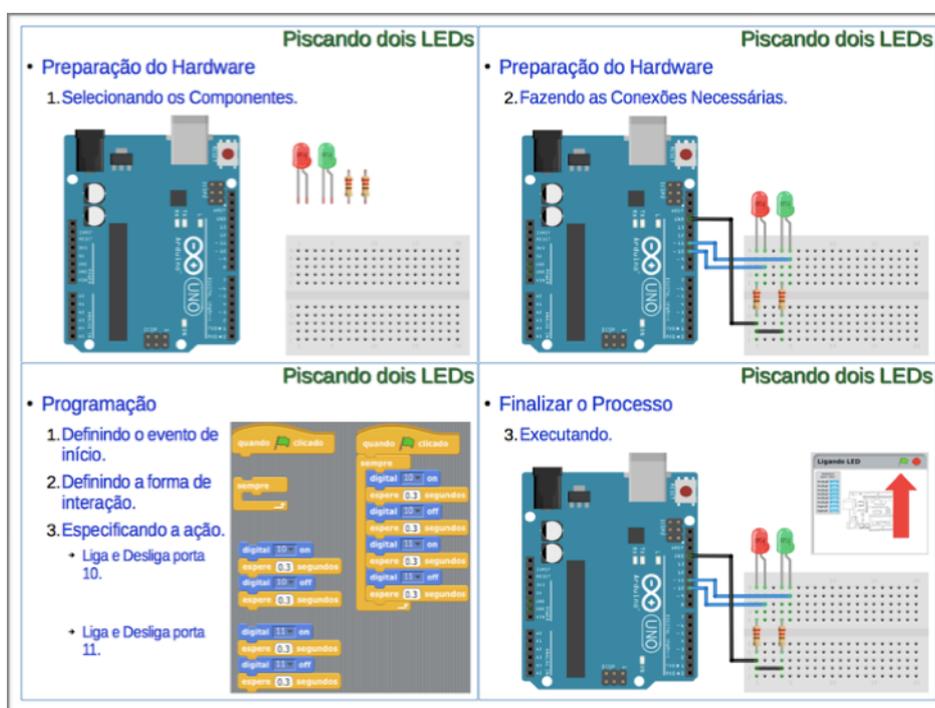


Figura G.1 - Sequência de montagem do piscador de dois LEDs.

A prototipagem dos circuitos tem como objetivo básico introduzir o conceito de circuito eletrônico e o uso da matriz de contato. Para facilitar a compreensão, dois produtos foram selecionados para o evento, um bastante simples (motivacional), que apenas acendia um LED e outro mais avançado, que fazia um LED piscar, usando de componentes ativos, como transistores e capacitores (Figura G.2). Observa-se também na figura em questão as características de apresentação do produto, onde em apenas um slide pode ser visualizado o circuito elétrico, a modelagem computacional e a implementação real (foto) do objeto. Este

tipo de representação foi idealizado principalmente para facilitar o acompanhamento do processo de desenvolvimento de um produto.

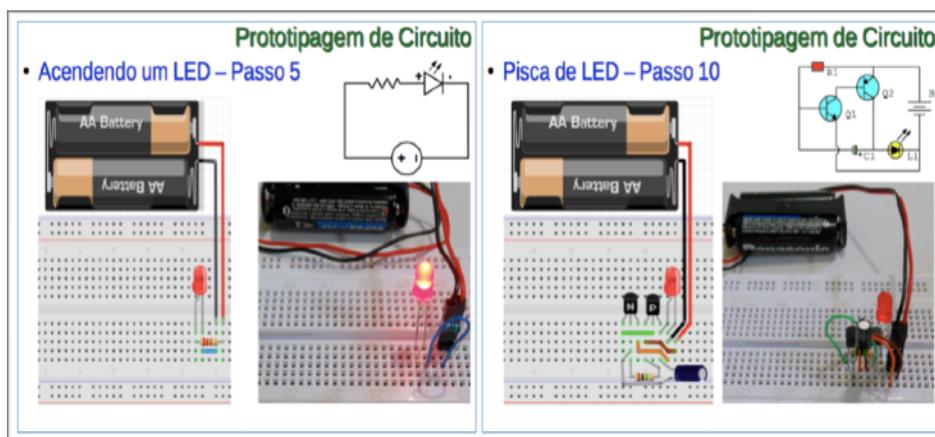


Figura G.2 - Condução usando exemplos de produtos em nível crescente de dificuldade.

Na parte destinada aos dispositivos programáveis, inicialmente foi introduzida a visão geral sobre os microcontroladores digitais, mais especificamente os usados nos produtos da linha *Arduino*. Além deste produto, também foi apresentada a linguagem de programação visual *Scratch* e sua variante para *Arduino*, o S4A²¹. Após esta breve introdução, atividades com níveis de dificuldade crescente foram implementadas, iniciando com a simples piscar de um LED, passando para o piscar alternado de dois LEDs, finalizando com o desenvolvimento de um semáforo simples e, propondo como um desafio, o desenvolvimento de um semáforo duplo (Figura G.3).

²¹ O S4A (http://s4a.cat/index_pt.html) é uma adaptação do ambiente de programação visual do *Scratch* que possibilita a integração e fácil programação da plataforma de hardware aberto *Arduino*.

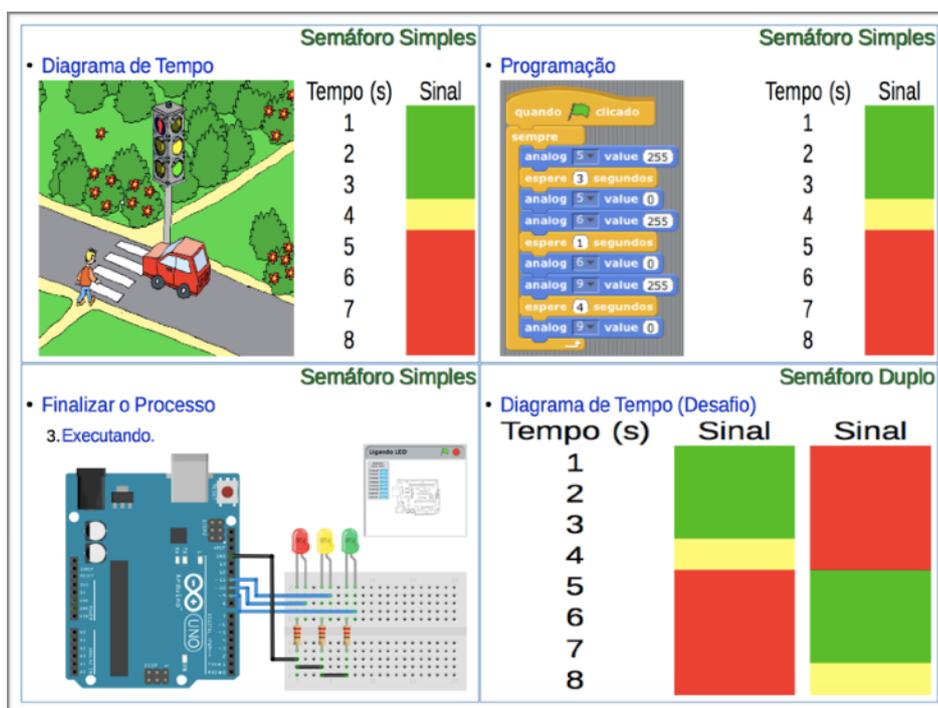


Figura G.3 - Sequência de passos até o desenvolvimento do produto (semáforo).

Como o evento não foi planejado para inserir um procedimento formal de avaliação, ao final da atividade os professores presentes e alguns alunos foram questionados quanto a validade e a caracterização da oficina. No geral, destacou-se a facilidade do desenvolvimento de produtos em nível progressivo de dificuldade e também a forma interativa de execução das etapas de desenvolvimento. No específico, os alunos destacaram a maneira prática de apresentação do conteúdo teórico e os professores apontaram para a interatividade e a facilidade de uso do material. Estas foram classificadas como de maior importância para o planejamento das próximas atividades, pois mesmo tendo sido destacadas como os pontos positivos deste experimento, foram também apontados elementos que ainda podem ser melhorados.

Apêndice H - Experimento Multiplicador

De se recordar que, inicialmente, experimentos destinados especialmente a capacitação de professores não faziam parte do escopo de avaliação desta tese. No entanto, uma atividade voltada para professores, foi planejada, executada e avaliada, tendo como público-alvo uma turma de alunos/professores do PARFOR. Os tópicos seguintes trazem o detalhamento desta atividade.

H.1 Motivação e Visão Geral da Proposta de Trabalho

O planejamento das atividades dos cursos do PARFOR na UFOPA prevê a sua execução presencial integral em períodos letivos intervalares, nos meses de janeiro/fevereiro e julho/agosto de cada ano. Esta forma de escalonamento das atividades de ensino por si só gera um grande problema, que é o pouco tempo para a absorção dos conhecimentos trabalhados durante as disciplinas distribuídas em, no máximo, quatro meses.

A disciplina foco desta ação é a de “Eletricidade e Magnetismo I” (EM-I), do curso de Licenciatura Integrada em Matemática e Física, que é escalonada em dois turnos diários, de quatro horas cada, de segunda a sábado, onde as atividades de ensino (teoria e prática) devem ser executadas diariamente, sendo as disciplinas ministradas sequencialmente. Ao lembrar que normalmente atividades extra classe também são implementadas, observa-se o evidente desconforto físico e mental do aluno/professor (doravante chamado apenas de aluno), que enfrenta de 6 a 8 disciplinas por período letivo. É obvio concluir que nesta “maratona” de atividades o processo de aprendizado seja prejudicado.

No intuito de minimizar os problemas apresentados, uma proposta metodológica que tenha como base as diretrizes do M4E, potencialmente pode trazer melhores resultados, pois a prática constante do fazer normalmente motiva o indivíduo, neste caso os alunos do PARFOR. Desta forma o planejamento desta disciplina foi embasado na premissa de que a atividade prática devia conduzir e não apenas complementar a aplicação do conteúdo teórico, assim motivando e orientando o aluno no processo de construção do conhecimento.

Como o tempo para a absorção do conhecimento é muito curto, espera-se que, com as melhores práticas implementadas para esta disciplina, os alunos construam uma base teórico/prática apoiada pela vivência do conteúdo, onde estes alunos não só interpretem enunciados e efetuem cálculos, mas vivam os problemas através da prática e interajam diretamente com as

fontes de conhecimento, materializadas através de produtos e informações relacionadas a estes.

Observa-se ainda que esta é apenas uma disciplina do curso e que o bom desempenho do aluno nesta, eventualmente fará com que este tenha um bom desempenho em disciplinas relacionadas. Neste sentido, mais um resultado esperado a ser destacado, relacionado a solidez da base teórico/prática, é a melhor preparação do aluno para as próximas etapas, fazendo ainda com que este possa ter fundamentos suficientes para o necessário aprofundamento teórico sobre o assunto, a ser externado através de leituras complementares executadas durante o intervalo entre os períodos letivos.

Em relação ao resultados da disciplina, espera-se que, em consonância com os objetivos do PARFOR, esta atividade curricular proporcione aos alunos a compreensão teórico-prática das características, fundamentos e aplicações práticas da Eletricidade e do Magnetismo, de modo que estes também possam aplicar os conhecimentos adquiridos, nas suas atividades profissionais - essencialmente na criação de conteúdos e experimentos.

Em relação a proposta de aproximação do ensino superior ao ensino fundamental, as práticas aqui apresentadas pretendem com a motivação e capacitação do público-alvo, formar multiplicadores do M4E, de forma que este público possa estabelecer em suas atividades de ensino, as diretrizes desta linha de ação.

H.2 Implementação e Avaliação do Experimento

A disciplina de EM-I faz parte do conjunto das disciplinas fundamentais do currículo de física de alguns dos cursos de nível superior na área das ciências exatas e naturais. Sendo assim, grande parte de seus postulados e teoremas são comprovados através de equações matemáticas, fazendo com que as disciplinas sejam normalmente conduzidas sob a perspectiva de que o aprendizado é obtido, em sua maior parte, por uma expressiva carga de exercícios e de cálculos. No entanto, o enfoque natural desta disciplina implica no conhecimento das características e dos inter-relacionamentos dos elementos da natureza. Sabendo-se que este tipo de conhecimento é objetivamente construído através da observação e da interação efetiva do aluno com estes elementos, detecta-se a necessidade de ressaltar o caráter construtivista da atividade como ponto fundamental no desenvolvimento e aplicação das melhores práticas de ensino destinadas a estas.

Neste contexto observa-se que desde instâncias anteriores da disciplina de EM-I, a temática que mantém um certo equilíbrio entre teoria e prática já tem sido usada por alguns professores. No entanto, a precariedade da infraestrutura (laboratórios), principalmente fora da cidade sede da universidade, faz com que a prática seja muito limitada. Como exemplo desta realidade pode ser destacado que, desde a instância de 2013, a teoria foi acompanhada de pequenos experimentos feitos com materiais encontrados no dia-a-dia dos alunos.

Para a instância de 2015 esta realidade foi sensivelmente modificada. Para isso a disciplina foi planejada em conformidade com as diretrizes do M4E e do DTE, de maneira que as aulas teóricas foram sempre precedidas por um ou mais experimentos práticos simples (no formato de oficinas) e relacionados ao conteúdo teórico a ser apresentado no dia. O objetivo principal do uso deste formato foi motivar e capacitar os alunos, que também são professores do ensino fundamental, quanto ao uso de experimentos práticos de eletrônica e de outras atividades relacionadas ao ensino das ciências.

Além da aplicação do conteúdo e da execução dos experimentos, os alunos também foram instruídos para obter materiais para os experimentos e os produtos, tendo sido orientados e incentivados a montar seus futuros "Kits de Aula" (Figura H.1), que são basicamente compostos de material metarreciclado e potencialmente podem ser usados nas atividades práticas nas escolas em que os alunos do PARFOR ministram suas disciplinas. Ainda quanto a condução das atividades prática, observa-se o uso de material de aula (slides) no estilo de tutoriais, onde o modelo usado na ação descrita anteriormente (colégio Dom Amando) foi aprimorado quanto aos detalhes de implementação dos produtos, além de serem estendidos a um número muito maior de produtos. Quanto as aulas expositivas, estas tiveram o formato de palestras, apoiadas por vídeos e textos, os quais foram analisados e comentados, individualmente ou em grupo.



Figura H.1 - Um dos kits usados no desenvolvimento dos produtos de eletrônica básica.

Uma das principais vantagens do uso das diretrizes expostas nesta proposta de trabalho está relacionada ao destino final do conjunto de conhecimentos adquiridos na disciplina de EM-I. Desta maneira, os alunos poderão levar uma parte da disciplina diretamente para as suas escolas. Isto é possível, pois o conteúdo foi organizado em dois cursos distintos, que correram em paralelo, com execução alternada de seus módulos. Os cursos são o de "Eletricidade e Magnetismo" (EM) e o de "Eletrônica Básica" (EB), onde este último foi especialmente formatado para ser levado (juntamente com o Kit metarreciclado) para as salas de aula do ensino fundamental.

Cada curso foi composto por cinco módulos, descritos na especificação dos resumos dos planos de ensino, apresentados nos Quadros H.2 e H.3. Observa-se na coluna "Atividades" que, em cada módulo há a definição um conjunto de produtos. Estes produtos devem em sua maior parte ser devidamente construídos pelos alunos, fazendo parte assim de uma "experimentoteca". Observa-se ainda que os itens marcados com asterisco são produtos adquiridos de terceiros e usados basicamente para motivar e mostrar até onde podem chegar os aplicações desta área do conhecimento.

Quadro H.2 - Tópicos do Plano de Ensino do Curso de EM.

Módulo	Conteúdo	Atividades
1	Magnetismo e Carga Elétrica	Experimentos: Eletroímã, eletrização dos corpos (canudinho, cabelo, papel, ...). Produtos: Relé e Eletroscópio.

Quadro H.2 - Tópicos do Plano de Ensino do Curso de EM.

Módulo	Conteúdo	Atividades
2	Carga, Matéria e Campo Elétrico	Experimentos: Bússola de copo d'água, Fio Cria Campo Magnético. Produtos: Campainha e martelo eletromagnético. Lista de Exercícios 1.
3	Energia Potencial	Experimentos: Principais grandezas elétricas (usando um multímetro), Associação de Pilhas. Produtos: Motor e gerador elétrico. Lista de Exercícios 1 (conclusão).
4	Corrente e Resistência Elétrica	Experimentos: Associações de Resistores. Produtos: Arduino e Scratch*. Lista de Exercícios 2.
5	Capacitores e Circuitos RC	Experimentos: Carga e descarga de capacitores. Produtos: LittleBits*, MaKey MaKey*. Lista de Exercícios 2 (conclusão). Avaliação individual e da Disciplina.

Quadro H.3 - Tópicos do Plano de Ensino do Curso de EB.

Módulo	Conteúdo	Atividades
1	O Que é Eletrônica, Corrente Elétrica, Resistência Elétrica, Lei de Ohm, Descobrimo o Resistor.	Experimento: Protoboard e seu uso para ligar um LED. Produtos: Controle de Luminosidade com Potenciômetro e Controle de Luminosidade com LDR.
2	Descobrimo o Capacitor, Diodos, Transistores.	Experimento: Inversor (Procedimentos para Prototipagem). Produtos: Piscando um LED e Pisca Duplo.
3	Esquema Eletrônico, Datasheets, Diodo Emissor de Luz e Infravermelho.	Experimento: Teste de Controle Remoto (Descobrimo o Infravermelho). Produtos: Alarme com Sensor de Luz.
4	Simuladores de Circuitos (Falstad Circuit Simulator e 123D-Circuits).	Experimento: Interruptor de Toque. Produtos: Eletroscópio Eletrônico, LED Temporizado (123D).
5	Circuito Integrado e Osciladores.	Experimento: Sinal Sonoro Eletrônico. Produtos: Contador digital (123D).

Quanto ao processo de avaliação do aluno, os seguintes instrumentos foram usados: trabalhos em grupo, listas de exercícios (resolvidas em sala de aula) e avaliação final individual. Os trabalhos em grupo tiveram como principal objetivo a construção de uma "experimentoteca", com atividades práticas diversas, onde cada grupo pôde apresentar um seminário sobre os produtos desenvolvidos. No melhor exemplo do uso das premissas do M4E

os alunos também foram orientados a organizar uma Feira *Maker* (Figura H.2), onde os visitantes deveriam montar e testar os produtos. Desta forma os produtos deveriam ser acompanhados por um roteiro de montagem e uso semelhante aos usados nas oficinas da disciplina, os quais, juntamente com a exposição e seus instrumentos, seriam usados na avaliação de cada grupo.

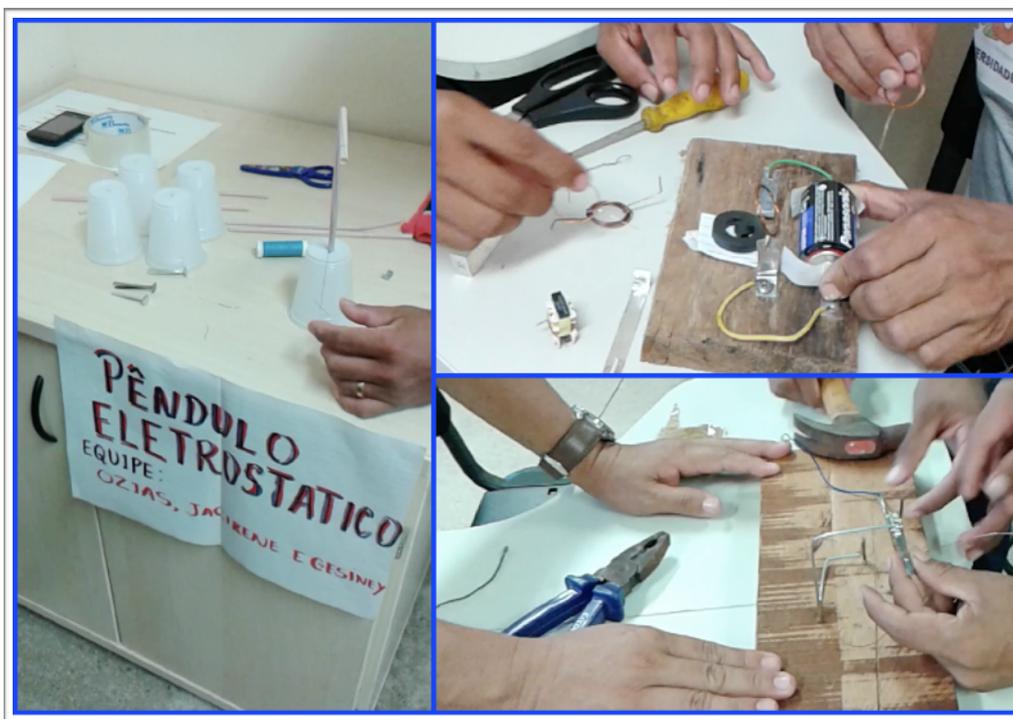


Figura H.2 - Produtos da Feira Maker da turma de EM-I.

Na avaliação da atividade o instrumento mais importante foi o questionário de avaliação da metodologia (Apêndice A²²), onde o objetivo principal deste foi verificar a opinião do público-alvo sobre o desenvolvimento da disciplina, principalmente quanto aos quesitos proposta metodológica e qualidade do aprendizado. Sendo assim, o conjunto de questões foi organizado em quatro seções, a saber: i) Questões necessárias à contabilidade e comparações futuras (buscando informações sobre disciplinas cursadas, conhecimento prévio e atividade de trabalho); ii) Relação entre o Conteúdo e sua Aplicabilidade (verificar a real utilidade do conhecimento adquirido); iii) Quanto ao Diferencial Metodológico (avaliando aspectos relacionados a qualidade da dinâmica usada em relação a metodologia da disciplina, comparando-a às outras disciplinas do mesmo semestre letivo); e iv) Quanto aos Resultados (relacionada ao aprendizado propriamente dito, esta parte do questionário pretende verificar o nível de compreensão do conhecimentos adquiridos).

²² Este questionário também pode ser acessado no endereço eletrônico: <<https://docs.google.com/forms/d/1OrUHNEQO4tAhAn8SDD93eFw-WGhLYdr3ldncR724me8/viewform>>.

Através da tabulação dos dados foi possível, selecionando algumas perguntas do questionário para criar quatro gráficos que apresentam as visões sobre os quesitos apresentados no parágrafo anterior. A Figura H.3 demonstra que os alunos já tinham um conhecimento prévio razoável sobre o conteúdo ou seus pré-requisitos, o que eventualmente devida facilitar a compreensão dos conceitos apresentados no decorrer do curso.

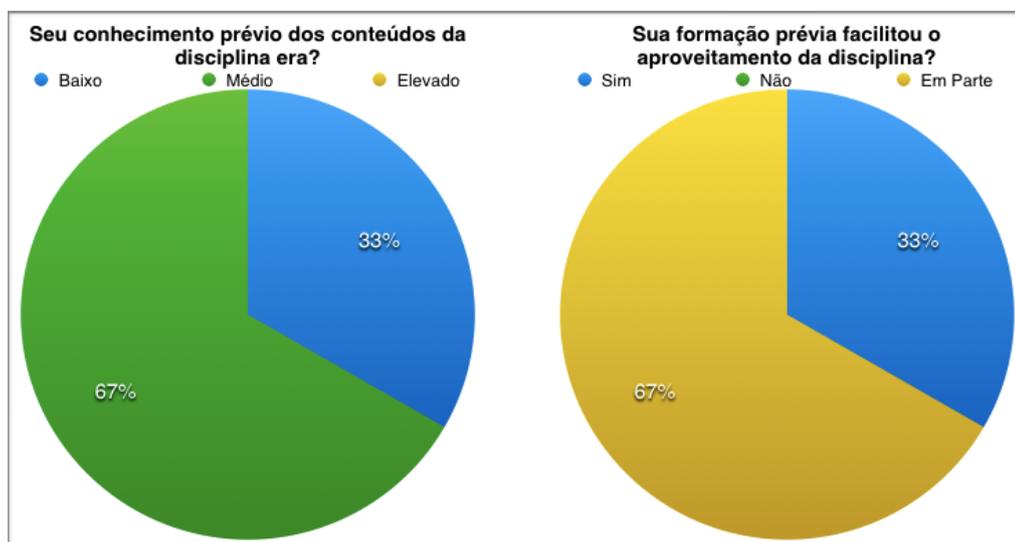


Figura H.3 - Requisitos do público-alvo em relação ao conteúdo da disciplina.

Quanto à aplicabilidade do conteúdo, este apresenta forte relação com o campo de trabalho da maioria dos alunos, assim como a sua forma de aplicação conseguiu relacionar este conteúdo a um contexto social, estando assim em conformidade com as práticas diárias dos alunos, o que é importante para o fortalecimento da interação entre os objetos e o público-alvo (Figura H.4).

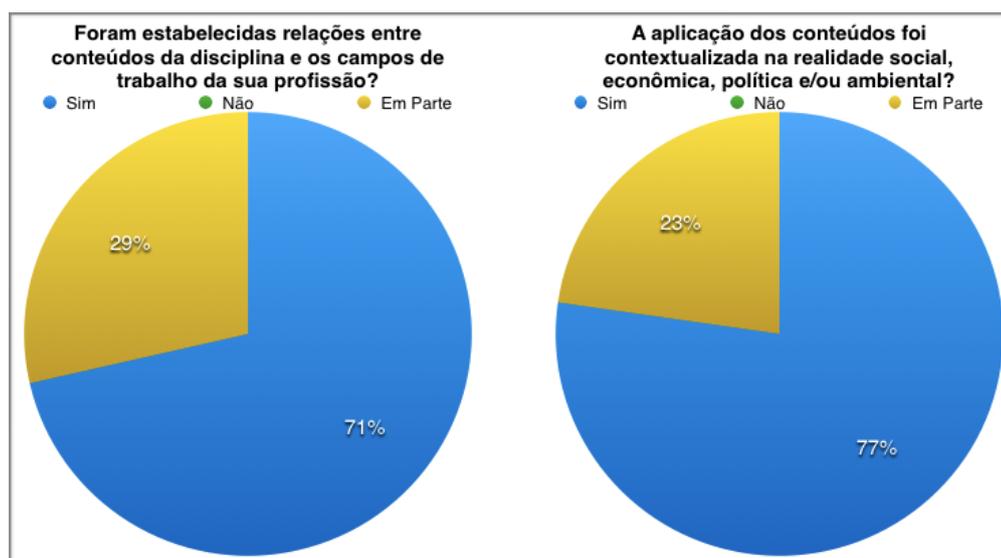


Figura H.4 - Relação entre o conteúdo e sua aplicabilidade.

Os resultados observados na Figura H.5 corroboram a visão desta tese quanto ao uso de modelos, conceitos e ferramentas, como os instrumentos condutores do conhecimento entre a academia e o ensino fundamental. Como observado na figura em questão, a dinâmica não somente favoreceu a compreensão dos conceitos, de forma que estes pudessem ser relacionados com outras disciplinas do curso, como também motivou a participação dos alunos nas aulas, fazendo com que estes aprendessem mais e melhor.

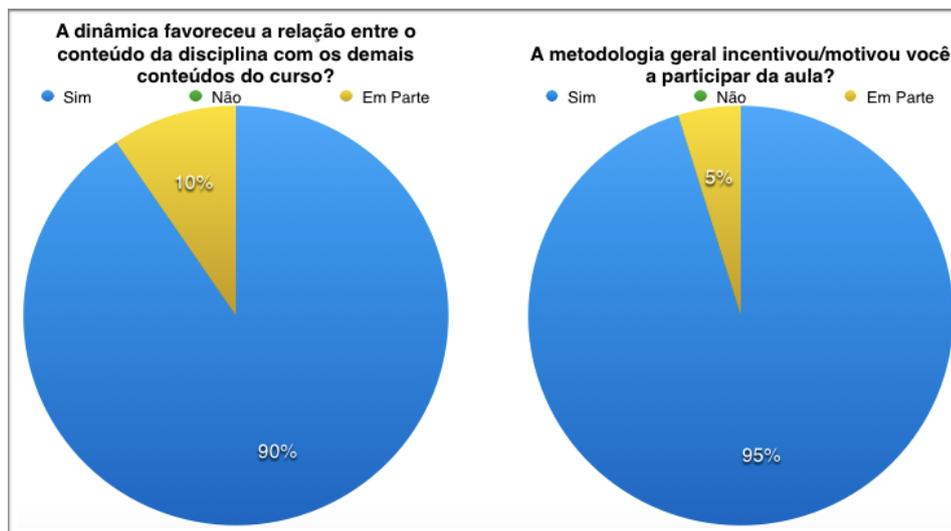


Figura H.5 - Qualidade da dinâmica usada e em relação a metodologia usada.

Em complemento ao observado na figura anterior, mais especificamente quanto ao uso das premissas do MM como instrumento de transporte do conhecimento, a Figura H.6 retrata que, no geral, o modelo prático implementado, permitiu que o nível de compreensão dos experimentos práticos desenvolvidos, fosse suficiente para preparar os alunos para a compreensão dos conceitos teóricos, desenvolvendo assim a capacidade intelectual não restrita a simples memorização (vulgarmente conhecido como “decoreba”) destes conceitos.

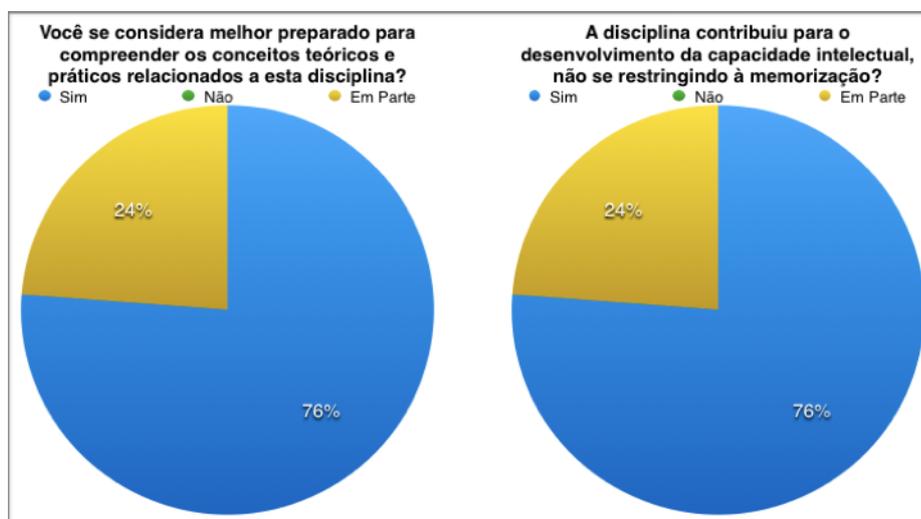


Figura H.6 - Nível de compreensão do conhecimentos adquiridos.

Para concluir este tópico será feito um resumo do que mudou, ou não, entre a disciplina ministrada em 2013 e a de 2015. Inicialmente deve ser salientado que o conteúdo programático, as atividades práticas básicas e as atividades relacionadas à ementa oficial não sofreram alterações quanto a forma de aplicação, mas tiveram alterados os seus tempos de execução, de forma que as novas ações pudessem ser inseridas. As novas ações implementadas foram as seguintes:

- Como principal mudança pode ser destacado o uso das diretrizes do M4E e do DTE para o planejamento e execução da disciplina, de forma que toda aula teórica foi conduzida por uma atividade prática (oficina);
- Destaca-se também a transformação do conhecimento executada em parte da disciplina (curso de EB), onde o assunto relacionado à eletrônica básica, foi totalmente adaptado, de forma que este pudesse também ser levado aos alunos do ensino fundamental; e
- Em 2013 a disciplina foi ministrada no Campus de Alenquer, onde não existe laboratório de física. Na instância de 2015, mesmo com a possibilidade do uso de laboratórios para algumas das atividades, optou-se por experimentos simples, com uso de material metarreciclado. Desta maneira, os experimentos puderam ser executados em sala de aula e foram levados pelos alunos do PARFOR, para os seus respectivos alunos nas escolas públicas de ensino fundamental.

H.3 Discussões e Ações Futuras sobre este Experimento

A avaliação da disciplina não só demonstrou a satisfação do aluno com o processo metodológico, mas também conseguiu evidenciar que estes se consideram mais bem preparados para as próximas etapas do curso e para as suas atividades profissionais. As principais vantagens da aplicação deste modelo, que levaram aos resultados apresentados, estão relacionadas principalmente ao planejamento das atividades curriculares tendo como base as atuais iniciativas construtivistas e construcionistas, nomeadamente, M4E e DTE.

Em complemento aos resultados da avaliação, um elemento observado durante a execução da disciplina foi o entusiasmo demonstrado quando da execução das atividades práticas, além da consequente facilidade da aplicação do conteúdo teórico seguido. Também pode ser ressaltada a motivação de alguns dos alunos quanto ao uso futuro dos materiais e

métodos usados nesta disciplina, em suas atividades profissionais nas escolas de ensino fundamental.

Os quesitos relacionados à avaliação de desempenho do professor, auto-avaliação do aluno, e outras destas categorias, propositadamente não foram inseridos no questionário de avaliação. O principal motivo está relacionado a não duplicidade de coleta de dados, pois os quesitos citados são normalmente encontrados na avaliação institucional da UFOPA.

Finalmente, quanto ao material usado observa-se que este foi bastante elogiado, tanto no que se refere aos slides usados na condução das atividades práticas, quanto nos usados na apresentação do conteúdo teórico. No entanto, observa-se que mesmo bem avaliado, o material pode ser melhorado, onde para as próximas etapas pretende-se usar dos recursos de infográficos interativos, implementados nos atuais softwares de desenvolvimento de e-books, os quais podem tanto ser usados nas apresentações em sala de aula ou laboratório, quanto podem ser acessados por dispositivos de comunicação móvel, como *tablets* e *smartphones*.

Apêndice I - Portfólio “123D Circuits”

<https://circuits.io/users/124973/designs>

A figura a seguir ilustra uma parte da página inicial do site com endereço especificado acima. As quatro páginas seguintes deste apêndice foram impressas diretamente do site, e graficamente listam os produtos implementados neste simulador.

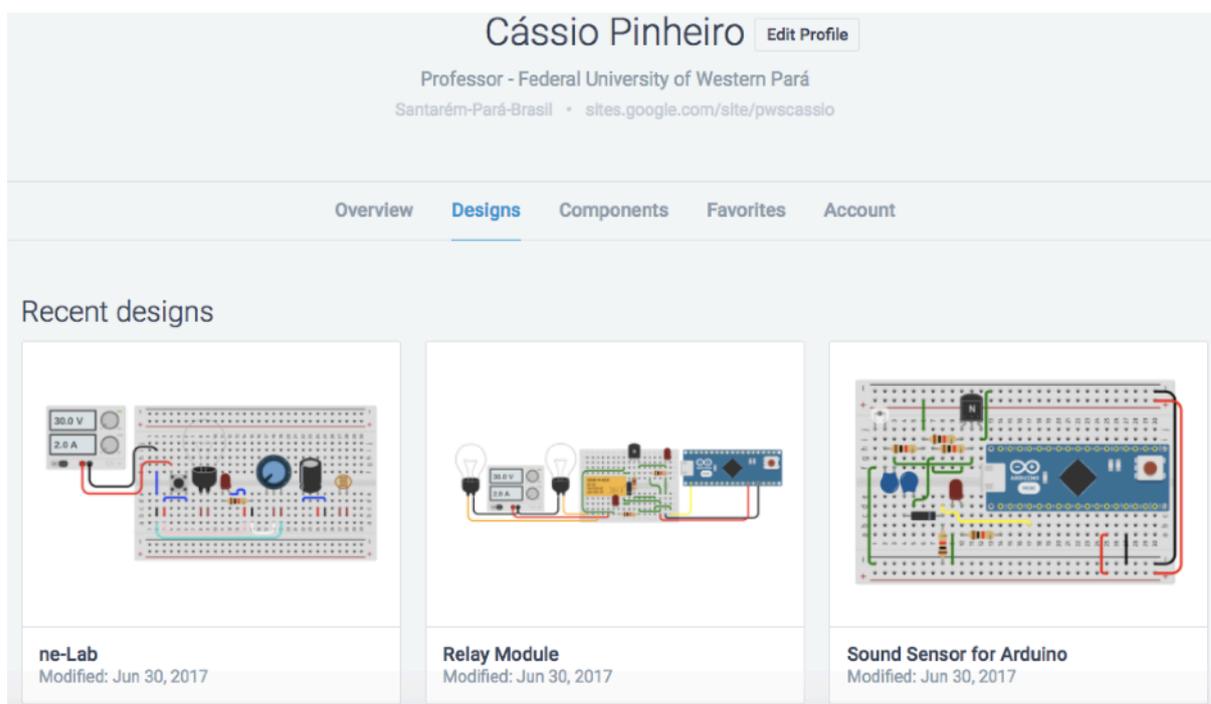
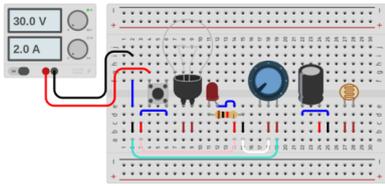
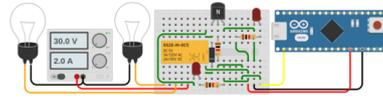


Figura I.1 - Página inicial do portfólio no website 123D Circuits.



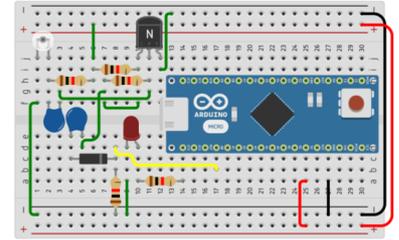
ne-Lab

Modified: Jun 30, 2017



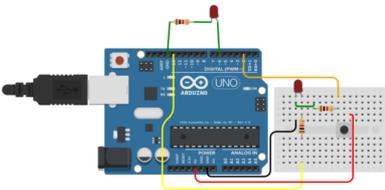
Relay Module

Modified: Jun 30, 2017



Sound Sensor for Ardui...

Modified: Jun 30, 2017



The Unnamed Circuit

Modified: Jun 30, 2017

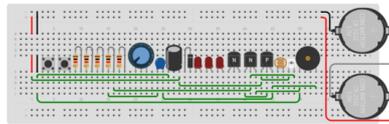
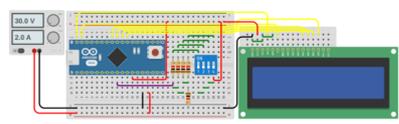


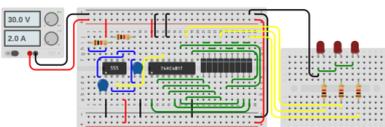
Photo Controlled Oscill...

Modified: Jun 30, 2017



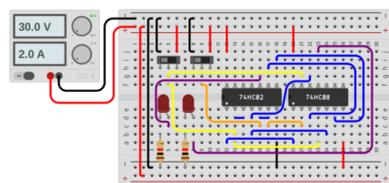
Ohmmeter

Modified: Jun 30, 2017



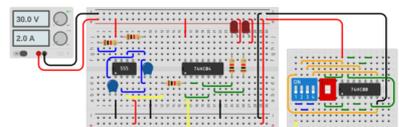
Digital Traffic Light

Modified: Jun 30, 2017



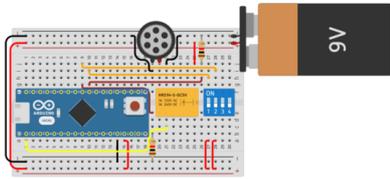
Bottling Line

Modified: Jun 30, 2017

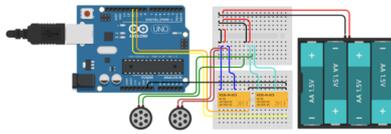


TTL Logical Level Tester

Modified: Jun 30, 2017



Water Pump Controller
Modified: Jun 30, 2017



Muirquitino Circuit
Modified: Jun 30, 2017

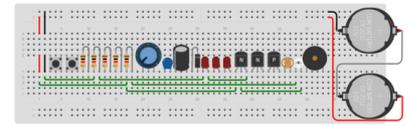
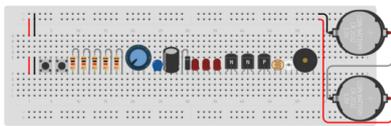
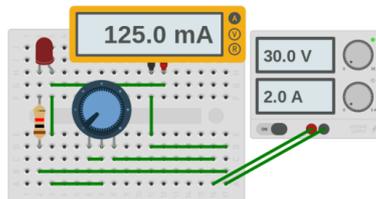


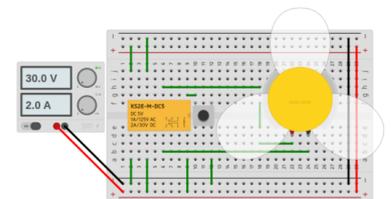
Photo Controlled LED o...
Modified: Jun 30, 2017



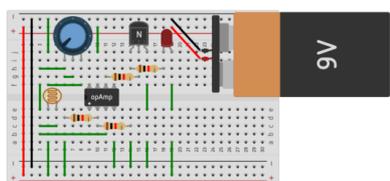
 **µe-Lab**
cdbpinheiro cdbpin...



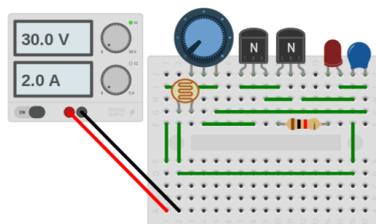
 **Led Controlled**
cdbpinheiro cdbpin...



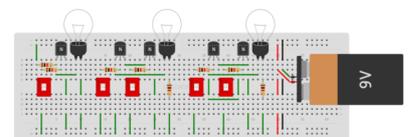
 **Polarity Inverter**
cdbpinheiro cdbpin...



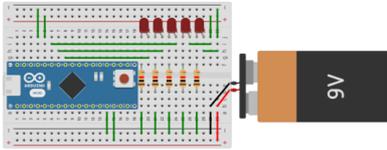
 **Automatic Light ...**
cdbpinheiro cdbpin...



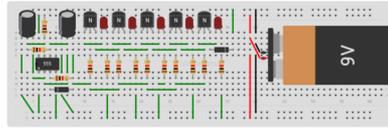
 **Automatic Night ...**
cdbpinheiro cdbpin...



 **Logic NOT AND ...**
cdbpinheiro cdbpin...



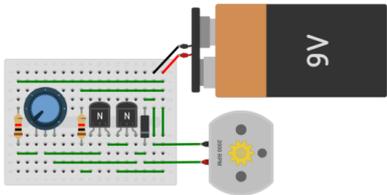
 **LED Sequential ...**
cdbpinheiro cdbpin...



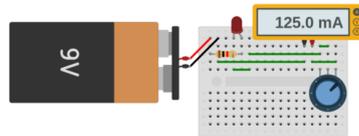
 **LED Sequential ...**
cdbpinheiro cdbpin...



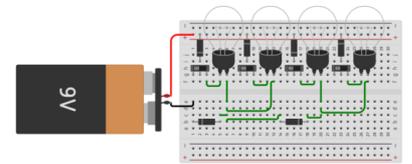
 **Remote Control ...**
cdbpinheiro cdbpin...



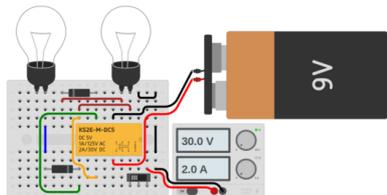
 **Motor Controler**
cdbpinheiro cdbpin...



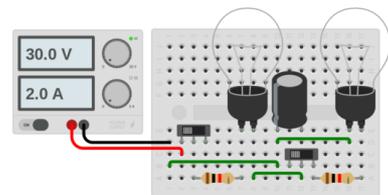
 **Connecting a LED**
cdbpinheiro cdbpin...



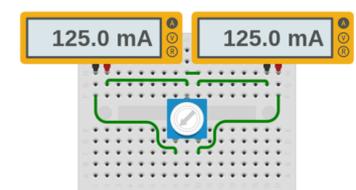
 **Polarizing Diodes**
cdbpinheiro cdbpin...



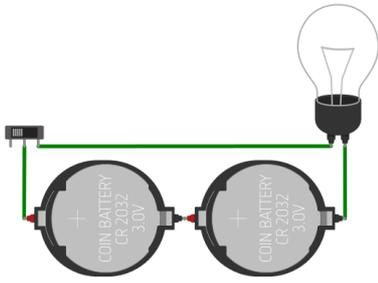
 **Source Inverter**
cdbpinheiro cdbpin...



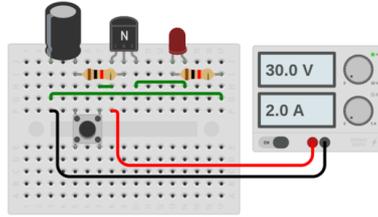
 **RC Circuit Tester**
cdbpinheiro cdbpin...



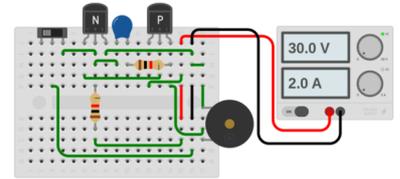
 **Resistance of a ...**
cdbpinheiro cdbpin...



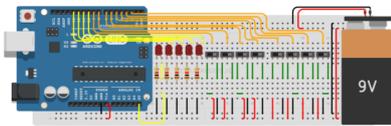
Lighting a Lamp
cdbpinheiro cdbpin...



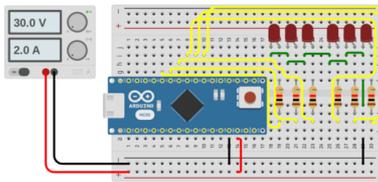
A Simple LED Ti...
cdbpinheiro cdbpin...



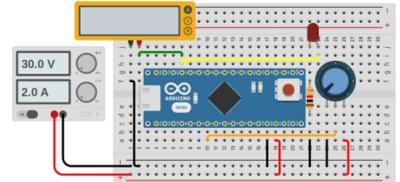
Single Reed-Swit...
cdbpinheiro cdbpin...



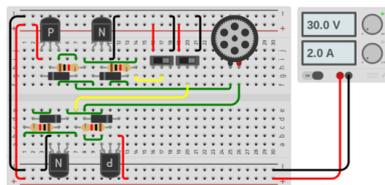
Full Adder
cdbpinheiro cdbpin...



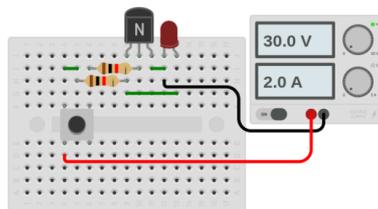
Traffic Light
cdbpinheiro cdbpin...



LED Controlled - ...
cdbpinheiro cdbpin...



H Bridge
cdbpinheiro cdbpin...



Inverter
cdbpinheiro cdbpin...