

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
INSTITUTO DE FÍSICA – PPG EM ENSINO DE FÍSICA
MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA

**TEIAS DE APRENDIZAGEM: UMA PROPOSTA DE ENSINO COM
RECURSOS EDUCACIONAIS ABERTOS BASEADA NA PERSPECTIVA
DE IVAN ILLICH**

Ismael de Lima

Porto Alegre
2017

Ismael de Lima

**TEIAS DE APRENDIZAGEM: UMA PROPOSTA DE ENSINO COM
RECURSOS EDUCACIONAIS ABERTOS BASEADA NA PERSPECTIVA
DE IVAN ILLICH**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, sob orientação da prof. Dr. Paulo Lima Junior e co-orientação do prof. Dr. Rafael Pezzi como requisito parcial à obtenção do título de mestre em Ensino de Física.

Porto Alegre

2017

AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, aos meus pais, Cecília Maria Mazzochini e José Carlos Cardoso de Lima, e à minha irmã, Patrícia de Lima, por me mostrarem desde cedo o real valor da educação e do conhecimento. Obrigado por todo o investimento cultural e financeiro sobre mim depositado.

À minha companheira, Kelen Cristina do Santos, por toda a assistência e paciência prestada nesta jornada, sem as quais não me seria possível cumprir os compromissos desse mestrado.

Aos meus filhos, Moisés de Lima e Caetano de Lima, por serem meus mais novos professores diários. Amo-os incondicionalmente.

Ao meu irmão, por escolha, Gabriel Abreu Mussatto, que sempre me serviu de inspiração e com quem pude prostrar sobre os mais copiosos assuntos.

Aos meus colegas de mestrado, Jênifer, Douglas, Luciano Mentz, Glauco, Luciano Slovinsky, Jader e Lisiane, por toda a parceria e incentivo nestes anos de mestrado.

Ao Colégio La Salle Carmo, pela confiança em meu trabalho e pelo apoio oferecido no desenvolver dos projetos dentro da escola.

Ao meu co-orientador, Rafael Pezzi, por me mostrar novas possibilidades dentro daquilo que acredito e por encorajar-me a continuar acreditando em minhas utopias.

Ao meu orientador, Paulo Lima Junior, por toda a paciência e pela mente-aberta para considerar e lapidar minhas propostas. Obrigado por todos os ensinamentos.

À Universidade Federal do Rio Grande do Sul, à quem devo toda a minha formação acadêmica superior.

A todos os meus alunos, envolvidos ou não no projetos deste trabalho, o meu muito obrigado.

RESUMO

Esta dissertação descreve uma intervenção desescolarizada efetivada dentro da escola. Desescolarizada no sentido de que há na intervenção um desprendimento das coisas tipicamente escolares como currículo, regras temporais e recompensas. Para Ivan Illich, autor do qual as ideias apresentadas no livro *Desescolarização da Sociedade* (1973) serviram como principal referencial teórico para este trabalho, os já exaustivamente discutidos problemas escolares são, na verdade, características intrínsecas dessa instituição. Ademais a escola seria um ritual de entrada para o mundo do consumo e um mecanismo que colabora com a reprodução das diferenças sociais. Uma alternativa à instituição escolar para o papel de mediador no processo de aprendizagem, seria a de fomentar o nascimento das “*Teias de Aprendizagem*” – redes autônomas de trocas de habilidades. A atmosfera propícia para o surgimento da nossa teia se constituiu no Colégio La Salle Carmo em Caxias do Sul, em dois semestres de 2014 e 2015. A plataforma escolhida para o nascimento dessa rede foi ancorada nos Recursos Educacionais Abertos (REA). Tais recursos favorecem o ciclo pesquisa-criação-documentação-compartilhamento que, em nosso entendimento, é fundamental para desenvolver a autonomia dos alunos e para a abertura do conhecimento. Apresentamos aos alunos de ensino médio daquela escola a possibilidade de participarem de encontros semanais para que eles desenvolvessem seus projetos voltados, a princípio, para a mostra científica da escola. Nos encontros, os participantes tiveram disponíveis modelos de habilidades e ferramentas (como o Arduíno) para, de maneira autônoma, guiar seu aprendizado de acordo com o temática escolhida para seus projetos. Dividida em três momentos – (1) propiciar a formação da teia, (2) tornar os recursos disponíveis, (3) desenvolvimento de projetos, (4) documentação e compartilhamento – a intervenção desescolarizada mostrou-se uma sugestão eficaz para um projeto extra curricular.

Palavras-chave: desescolarização, Recursos Educacionais Abertos.

ABSTRACT

This dissertation describes a deschooling intervention performed inside a school. The deschooling was applied in a way that during the intervention there was a detachment from the typical school things, such as, curriculum, time rules and rewards. To Ivan Illich, author whose book “Deschooling society” presented ideas that served as the main theoretical reference for this paper, the exhaustively debated school problems are, actually, intrinsic characteristics of this institution. Moreover, the school would serve as an entrance ritual to a world of consumption and a mechanism that colaborates with the reproduction of the social differences. An alternative to the school institution, to perform the mediating role in the learning process, would be to stimulate the birth of “The Learning Webs” – an independent network of habilty exchanges. A favourable atmosphere to the advent of our web appeared at the La Salle Carmo School in Caxias do Sul, in two semesters in 2014 and 2015. The plataform chosen to the birth of our network was based on the Open Educational Resources (OER). Such resourses favors a cycle of research-creation-documentation-sharing that, in our understanding, is vital to develop the students’ autonomy and to unlock knowledge. We presented to the middle school students from that school the possibility to attend weekly gatherings so that they could develop their projects concerning, at first, the school’s scientific fair. In those gatherings, the participants had at their disposal habilty models and tools (such as Arduino) so that, in an independent way, they could guide their own learning according to the theme chosen for their projects. It was divided in three moments - (1) To enable the web formation, (2) to provide the avaiable resources, (3) Project development, (4) documentation and sharing – the deschooling intervention showed to be an effective suggestion for an extracurricular project.

Key-Words: Deschooling, Open Educational Resources.

LISTA DE FIGURAS

Quadro 1 - Artigos sobre ensino baseado em projetos publicados entre 2000 e 2015 nos periódicos selecionados	15
Quadro 2 – Projetos desenvolvidos no Clube de Ciências	69
Figura 1 – Logo do Clube de Ciências	64
Figura 2 - Participantes em um dos encontros do Clube de Ciências.....	67
Figura 3 - Primeiro protótipo do blinduíno com sensor de ultrassom controlando LEDs de diferentes cores, cada uma relacionada com um intervalo de distâncias..	73
Figura 4 - Protótipo final do blinduíno com sensor de ultrassom controlando motores de <i>vibra call</i> de celulares antigos	74
Figura 5 - Foto do suporte móvel para o painel construído pelos alunos desenvolvedores do projeto	78
Figura 6- Visão inferior do <i>shield</i> construído pelos alunos desenvolvedores.....	79
Figura 7- Visão superior do shield construído pelos alunos desenvolvedores.....	79
Figura 8- Painéis solares e circuito do data logger para salvar dados de leitura	80
Figura 9 - base móvel, painel solar e placa de circuito impresso.....	81

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	9
1.1 IVAN ILLICH E A ESCOLA.....	10
1.2 RECURSOS EDUCACIONAIS ABERTOS.....	12
2 REVISÃO DA LITERATURA	15
2.1 UMA VISÃO GERAL SOBRE OS ARTIGOS REVISADOS.....	17
2.2 PROBLEMATIZAÇÃO E METODOLOGIAS NÃO-DIRETIVAS	22
2.3 INTERDISCIPLINARIDADE E CONTEXTUALIZAÇÃO	30
2.4 AUTONOMIA E AVALIAÇÃO	34
2.5 SÍNTESE E CONTRIBUIÇÕES DA REVISÃO	38
3 REFERENCIAL TEÓRICO.....	41
3.1 POR QUE IVAN ILLICH?.....	41
3.2 O CURRÍCULO OCULTO E A CORRIDA POR TÍTULOS	42
3.3 UMA NOVA INSTITUIÇÃO EDUCACIONAL.....	45
3.4 ENSINO ABERTO E REA	51
3.5 ARDUÍNO	53
3.6 DOCUMENTAÇÃO.....	54
4 METODOLOGIA DAS TEIAS DE APRENDIZAGEM	57
4.1 1º MOMENTO – PROPICIAR A FORMAÇÃO DA TEIA.....	58
4.2 2º MOMENTO – TORNAR OS RECURSOS DISPONÍVEIS	59
4.3 3º MOMENTO – DESENVOLVIMENTO DOS PROJETOS.....	60
4.4 4º MOMENTO – DOCUMENTAÇÃO E COMPARTILHAMENTO	62
5 APLICAÇÃO E RESULTADOS	64
5.1 ENCONTRO INAUGURAL	64
5.2 SEGUNDO ENCONTRO: WIKIA.....	67
5.3 DEMAIS ENCONTROS	68
5.4 DESCRIÇÃO DOS PROJETOS DESENVOLVIDOS	69
5.4.1 <i>Blinduino</i>	70
5.4.2 <i>Girarduino</i>	76
5.4.3 LED automatizado	81

5.5 VISÃO GERAL DOS PROJETOS DESENVOLVIDO PELOS PARTICIPANTES	83
6 CONCLUSÃO.....	85
REFERÊNCIAS	88
APÊNDICE – PRODUTO EDUCACIONAL.....	91

1 INTRODUÇÃO

Vícios são hábitos repetitivos que degeneram ou causam algum prejuízo ao viciado e aos seus próximos. Talvez, a escola – parte física e humana – esteja, de certa forma, viciada em alguns padrões de solução para seus problemas. Por exemplo, suponha que os alunos estejam desinteressados na aula. Uma solução para essa situação seria tentar tornar a aula mais atrativa, utilizando recursos inovadores, capazes de despertar o interesse de dezenas de pessoas simultaneamente pelo conteúdo previsto. Existem inúmeros artigos em revistas especializadas que tratam de projetos alternativos no que se refere a tornar um conteúdo mais atrativo para o estudante na hora de aprendê-lo (RINALDI; GUERRA, 2011; SOUZA; VIANNA, 2014; SILVA et al., 2004).

O olhar da escola não consegue se afastar muito desse paradigma como alternativa para o desinteresse dos seus alunos. A tentativa paradigmática é tentar tornar o conteúdo mais atrativo e simpático por meio de aulas mais divertidas e tecnológicas. Os profissionais da educação investem horas de trabalho a planejar atividades que deem conta de driblar um obstáculo que é criado pela própria instituição na qual trabalham. *A tentativa de se solucionar a não identificação do aluno pelos conteúdos programáticos escolares talvez seja uma prática sem fim enquanto a escola estiver presa às burocracias de um currículo pouco flexível e que, em sua grande parte, pouco se relaciona com os interesses do seu público.*

Para o polímata austríaco Ivan Illich, esses problemas escolares são características intrínsecas da própria instituição e toda sua burocracia – estrutura composta por regras e procedimentos preestabelecidos. O núcleo duro da burocracia escolar é o currículo, que prende o professor a uma âncora, dificultando ou impedido que ele exerça a docência com autonomia. O currículo disciplinar é também uma ferramenta de controle do ensino escolar. Tudo pode ser controlado: o que, como e com que velocidade o aluno aprende. Tudo pode ser avaliado e metrificado: os desempenhos dos alunos, do professor e dos materiais didáticos (GALLO, 2000).

E se o currículo fosse alterado? Ou readaptado? Nosso país passa agora pela implementação da Base Nacional Comum Curricular, e uma das

preocupações que vêm à tona diz respeito às “razões ocultas do currículo hegemônico, que é explícito em seu conteúdo, mas vem envolto por discursos que não esclarecem a sua verdadeira intencionalidade” (PONCE, 2016). E se aquilo a ser aprendido, ao menos em partes, fosse escolhido pelos próprios alunos?

1.1 IVAN ILLICH E A ESCOLA

Por meio de um olhar de quem está fora da escola, mas que já passou por ela, Ivan Illich enxerga questões geralmente invisíveis para o profissional da educação. A *Teia de Aprendizagem* seria a alternativa sugerida na obra *Desescolarização da Sociedade* (1973) ao método de ensino diretivo. Uma *teia de aprendizagem* fomentaria o encontro dos elementos necessários para o fenômeno da aprendizagem: *coisas, modelos, pessoas com vontade de ensinar e pessoas com vontade de aprender*. O autor defende que a aprendizagem é a atividade humana que menos necessita de manipulação por outros, sendo ela resultado de participação aberta em situações significativas. Será que a escola propicia esse tipo de participação aos seus frequentadores?

A explosiva ingenuidade de Ivan Illich ao abordar diretamente a instituição escolar leva-o a direcionar atenção ao fato de que a transmissão de conhecimentos e cultura transcorreu espontaneamente por séculos fora da escola - ou sem a necessidade dela - colocando em xeque a necessidade da escolarização (GOMEZ, 2006). Assim sendo, se a aprendizagem pode ocorrer apesar da escola (e não em virtude dela), por que razão o sistema escolar se mantém? Quais pessoas e interesses são favorecidos pelo ensino institucionalizado?

A institucionalização do ensino contribui para a divisão da cultura humana em dois domínios: o popular e o erudito. Assim, ao reproduzir uma cultura socialmente marcada, a escola contribui também para a reprodução social (BOURDIEU, 2007). Por essa razão, a instituição escolar costuma atender aos interesses das classes dominantes. Na medida em que a escola contribui para a reprodução social, podemos esperar dois tipos de resultado da atividade escolar: (1) a consagração daqueles que, de alguma maneira,

dominam e reconhecem o valor da cultura erudita; (2) a segregação dos demais, seja na forma de fracasso escolar ou de auto-eliminação.

Além de contribuir para classificar pessoas, a escolarização prepara o sujeito para a sociedade consumista, como se fosse um *rito de iniciação* para a sociedade de consumo progressivo. Para Illich (1973), uma vez que aprendemos a necessitar da escola, acreditando que a aprendizagem depende dela, nossas outras atividades tendem a assumir a mesma forma de relação de clientela. Desta forma, nos tornamos dependentes das mais variadas instituições para satisfazer a grande maioria das nossas necessidades e toda atividade não profissional passa a ser suspeita. Sendo assim, a escola contribui para o fortalecimento do que Illich denomina *monopólio radical* – um duplo controle por parte das instituições sobre a vida humana, criando falsas necessidades e, ao mesmo tempo) dispondo de meios para satisfazê-las. No caso da educação, a escolarização leva ao fato de que o direito de aprender só poder ser realizado por intermédio da escola (BÁDUE, 2012).

Já há algumas décadas, tornou-se bastante popular a ideia de que a escola teria um *currículo oculto* por de trás do currículo visível. Podemos definir o currículo oculto escolar como o conjunto daquilo que não está explícito no currículo escolar: “as normas, os valores e as práticas transmitidos pelo tipo de conteúdo ensinado e pelos padrões de interação, procedimentos de avaliação e estruturas de participação utilizados” (PHILLIPS, 1983). Como exemplo, podemos citar “a necessidade de respeitar as regras temporais, preferencialmente de forma acrítica” (VIEIRA, 2016, p. 529) ou atividades como compras, discussões e convivências (RANGEL, 2015).

Na visão de Illich, o currículo oculto tem como principal função convencer os alunos, clientes da escola, de que o conhecimento valioso só poderá vir por meio da instrução institucionalizada, efetivada e comprovada por meio de títulos escolares, que passam a funcionar no mercado como uma forma de *capital*. Nasce daí uma corrida por títulos que tende a reforçar a educação como mercadoria e a escola, por sua vez, como uma produtora de diferenças sociais (BOURDIEU, 2007). A evolução previsível dessa corrida é a inflação dos certificados que, quando não acompanhada de um aumento do

número de cargos no mercado de trabalho, leva à desvalorização dos certificados. Desta forma, aqueles cargos que, num estado anterior de valoração dos diplomas, eram garantidos por títulos de graduação passam a exigir maior titulação dos concorrentes à mesma vaga.

O cenário da corrida por títulos é fundamental para apreendermos a complexa relação de mercado que se estabelece entre família, escola e o mundo do trabalho. Inspirada nas reflexões de Illich sobre a escola, esta dissertação busca descrever uma intervenção efetivada dentro da escola com desprendimento do currículo visível e oculto e que preze por maior autonomia e protagonismo dos alunos no desenvolver de seu próprio aprendizado. Uma intervenção, por assim dizer, *desescolarizada*, que não estimule o fazer e aprender do participante por meio de certificados ou outras recompensas tipicamente escolares. Uma atividade que permita ao participante mudar sua relação com as coisas educacionais ou não educacionais, e que consiga transformar diversos momentos da sua vivência potencialmente educativos. Uma prática que crie a atmosfera ideal àqueles que querem aprender e aos que querem ensinar alguma habilidade, fomentando o surgimento de uma rede de compartilhamento e trocas educativas.

Mas qual seria a plataforma para o nascimento de uma *teia de aprendizagem* com as características defendidas por Ivan Illich? Nosso autor sugere que os aprendizes tenham fácil acesso a objetos educacionais e a educadores em geral bem como a possibilidade de intercâmbio de habilidades através de uma rede de comunicações. Vislumbramos essa plataforma nos Recursos Educacionais Abertos.

1.2 RECURSOS EDUCACIONAIS ABERTOS

O uso de Recursos Educacionais Abertos (REA) vai ao encontro de um dos ideais de educação de Ivan Illich em busca da criação de *Teias de Aprendizagem*. O termo REA foi adotado pela UNESCO desde o início dos anos 2000 para indicar os:

materiais de ensino, aprendizado e pesquisa, em qualquer suporte ou mídia, que estão sob domínio público, ou estão licenciados de maneira aberta, permitindo que sejam utilizados ou adaptados por

terceiros. O uso de formatos técnicos abertos facilita o acesso e reuso potencial dos recursos publicados digitalmente. Recursos educacionais abertos podem incluir cursos completos, partes de cursos, módulos, livros didáticos, artigos de pesquisa, vídeos, testes, software, e qualquer outra ferramenta, material ou técnica que possa apoiar o acesso ao conhecimento (SANTANA; ROSSINI; PRETTO, 2012, p. 10).

Para Ivan Illich, as *coisas* são recursos básicos para a aprendizagem e a educação formal requer acesso especial, fácil e seguro a coisas comuns e a coisas especiais (feitas para fins educativos). Os REA's permitem fácil acesso ao que Illich chama de coisas especiais. Além disso, uma breve reflexão sobre o uso das tecnologias na atualidade por parte dos profissionais da educação e dos aprendizes assemelha-se à interação com uma "caixa preta": jogamos alguns valores de entrada e tiramos a resposta pronta, sem nos darmos conta do processo envolvido em seu funcionamento.

Acreditamos que, com nossa intervenção desescolarizada, os participantes poderão desenvolver uma relação menos mercadológica com as coisas educacionais e, por consequência, com as outras necessidades do cotidiano. O ciclo pesquisa-criação-documentação-compartilhamento poderá trazer aos aprendizes novas perspectivas de como as pessoas podem ter acesso ao conhecimento.

Como o número de produções com o tema da desescolarização é insignificante nos periódicos brasileiros especializados em educação e ensino, escolhemos realizar uma revisão da literatura sobre o “ensino baseado em projetos pedagógicos” dada a semelhança que este tipo de metodologia apresenta com nosso ideal de ensino não diretivo. Um total de dez artigos foram selecionados e estarão apresentados na próxima seção dessa dissertação.

Em seguida, apresentamos ao leitor os principais aspectos das ideias de Ivan Illich, os quais servirão de suporte teórico para a dissertação. A análise trata basicamente do livro *Sociedade Desescolarizada* escrito pelo autor em 1973, na qual critica duramente a instituição escolar. Enfatizaremos nessa seção da dissertação a crítica feita ao currículo e as burocracias escolares que levam à uma corrida por títulos. Merecerá destaque também a solução sugerida pelo autor de se propiciar o surgimento das teias de

aprendizagem que servirá de inspiração para o planejamento da nossa intervenção desescolarizada.

Na quarta seção dessa dissertação, discorreremos sobre nossa sugestão de intervenção. A seção apresentará a proposta da intervenção desescolarizada dividida em quatro momentos que não devem ser tomados necessariamente como etapas sequenciais. Na seção seguinte, teremos o relato e análise da intervenção realizada por dois anos consecutivos em uma escola da rede particular de Caxias do Sul. Alguns projetos desenvolvidos por alunos participantes da intervenção serão brevemente apresentados.

Acreditamos que a escola, ancorada em um currículo fragmentado, perde inúmeras oportunidades de estimular o aluno a ter vontade de aprender; de querer ampliar seu conhecimento pelo simples prazer de saber e de poder fazer algo com o que sabe. A corrida por títulos inflacionados corrompe o real sentido de se aprender. Assim, o escolarizado estuda para um exame escolar e não mais por perceber a finalidade própria do estudo. Faz o exame para avançar nas etapas escolares. Avança de etapa para adquirir um certificado escolar. E assim seguem aqueles que não são desclassificados no transcorrer da corrida. A distância que a pessoa conseguirá atingir nessa corrida e o efeito que seus certificados trarão à sua vida não estão relacionados somente às habilidades adquiridas devido ao desempenho escolar, mas sobretudo aos investimentos de capital(ais) feitos pela família da concorrente.

O olhar de Illich pode ser considerado crítico, anárquico, utópico. Illich acredita que as relações humanas devem ser horizontalizadas e que o conhecimento é algo dinâmico, em contínua transformação. Além de apoiar o fim das instituições escolares, que, segundo ele, representam o rito de entrada das pessoas para todas a dependência de outras instituições, Illich defende o fim e/ou a troca de diversas instituições modernas por outras. Com isso em mente, poderia surgir a seguinte questão: porque se valer das ideias de um autor utópico para se repensar a educação? Bem, como dizia Eduardo Galeano, a utopia serve para nos manter caminhando.

2 REVISÃO DA LITERATURA

A presente revisão de literatura tem como propósito analisar publicações em revistas nacionais especializadas em pesquisa em ensino de ciências. Escolheu-se realizar uma revisão de trabalhos que tratem sobre “ensino baseado em projetos”, preferencialmente aqueles voltados ao ensino básico. Tal escolha deu-se por dois motivos: em primeiro lugar, a quase inexistência de literatura voltada ao ensino com base nas ideias de desescolarização; e em segundo, a semelhança de alguns aspectos da pedagogia de projetos com a nossa abordagem, em destaque, a defesa de um conhecimento desfragmentado e a busca por autonomia na aprendizagem. Os periódicos considerados para a revisão da literatura foram:

- a) Caderno Brasileiro de Ensino de Física
- b) Ciência & Educação
- c) Ensaio – Pesquisa em Educação em Ciências
- d) Experiências em Ensino de Ciências
- e) Investigações em Ensino de Ciências
- f) Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências

Foram selecionados artigos a partir do ano 2000 e que, de preferência, tratassem de projetos pedagógicos voltados ao contexto do ensino médio. Contudo, algumas publicações relacionadas à formação de professores de ciências também foram analisadas. Seguindo essa equação, chegou-se a um número reduzido de dez publicações as quais são apresentadas no Quadro 1 e descritas e analisadas nos parágrafos que seguem nesta seção.

Quadro 1 - Artigos sobre ensino baseado em projetos publicados entre 2000 e 2015 nos periódicos selecionados

Título	Autor(es)	Periódico	Ano
História e Filosofia da Ciência na Licenciatura em Física, uma proposta de ensino através da pedagogia de projetos	Washington Luiz Raposo	Caderno Brasileiro de Ensino de Física	2014
Pensando a natureza	Clarice Parreira Senra e	Caderno	2014

da ciência a partir de atividades experimentais investigativas numa escola de formação profissional	Marco Braga	Brasileiro de Ensino de Física	
Um higrômetro de vagem e a Física no Ensino Fundamental	Reinaldo Carvalho Silva, Maria Conceição Coppete, Annik Silva, Ricardo Pinheiro de Lima, Jessee Severo Azevedo Silva, Sandro da Silva Livramento Machado	Caderno Brasileiro de Ensino de Física	2004
Quando o cotidiano pede espaço na escola, o projeto da Feira de Ciências "Vida em Sociedade" se concretiza	Nora Ney Santos Barcelos, Giuliano Buzá Jacobucci e Daniela Franco Carvalho Jacobucci	Ciência & Educação	2010
Educação ambiental: que critérios adotar para avaliar a adequação pedagógica de seus projetos?	Maria Guiomar Carneiro Tomazelloe e Tereza Raquel das Chagas Ferreira	Ciência & Educação	2001
As ilhas de racionalidade e o saber significativo: o ensino de ciências através de projetos	Cátia Maria Nehring, Cibele Celestino Silva, José Análio de Oliveira Trindade, Maurício Pietrocola, Raquel Crosara Maia Leite, Terezinha de Fátima Pinheiro	Ensaio – Pesquisa em Educação e Ciências	2002
A pedagogia de projetos no ensino de Química. Relato de uma Experiência	Maria Salete Cordeiro da Silva e Carmem Lúcia Costa Amaral	Experiências em Ensino de Ciências	2012
Projeto Integrados na Educação Formal	Leandro Duso e Regina Maria Rabello Borges	Experiências em Ensino de Ciências	2009
A inserção da abordagem temática em cursos de Licenciatura em Física em instituições de Ensino Superior	Simoni Tormöhlen Gehlen, Roseline Beatriz Strieder, Giselle Watanabe-Caramello, Roseli Adriana Blümke Feistel e Karine Raquiel Halmenschlager	Investigações em Ensino de Ciências	2014
Interdisciplinaridade escolar no Ensino Médio por meio de trabalho com projetos pedagógicos	Irinéia de Lourdes Batista, Vanderlei Lavaqui e Rosana Figueiredo Salvi	Investigações em Ensino de Ciências	2008

A sequência deste capítulo de revisão estará estruturada em cinco seções. Primeiramente, apresenta-se uma visão geral dos dez trabalhos revisados. A seguir discutem-se as metodologias de ensino mais específicas empregadas em cada intervenção descrita. As duas próximas seções chamam-se *Interdisciplinaridade e Contextualização*, *Autonomia e Avaliação*, temáticas que aparecem, de alguma forma, em todos os artigos analisados. Ao fim, é apresentada uma síntese da revisão e possíveis contribuições da mesma para a Pedagogia de Projetos.

2.1 UMA VISÃO GERAL SOBRE OS ARTIGOS REVISADOS

Como já exposto, a chamada *pedagogia de projetos* converge em alguns aspectos com os ideais desta dissertação. Proposta inicialmente pelo filósofo norte-americano John Dewey (1859-1952), a metodologia trabalha em favor de uma escola ativa e em favor da cooperação entre alunos. O filósofo tem uma visão pragmática da educação. Defende que a sua finalidade é a de propiciar aos alunos condições para que resolvam por si próprios seus problemas. Partindo de um tema gerador, que pode ser um problema a ser resolvido, coloca-se o aluno no centro do processo educacional. Objetiva-se que o aluno participe de todo o processo de apropriação do conhecimento, que seja protagonista desse processo, delegando ao professor o papel de orientador no projeto ao delinear etapas (flexíveis) e mediar a aprendizagem. Esses aspectos da pedagogia de projetos contribuem para a formação de um ser mais autônomo em busca do conhecimento, um dos objetivos do presente trabalho.

Inseridos num contexto de cursos de licenciatura do ensino superior e pautados nas ideias de Paulo Freire, Simoni Tormöhlen Gehlen et al. (2014) defendem e aplicam Abordagens Temáticas em três diferentes cursos de licenciaturas em diferentes estados brasileiros. Os autores destacam no trabalho a importância de discussões entre os licenciados que busquem um olhar mais crítico tanto para as questões científico-tecnológicas quanto para a organização curricular. O texto expõe pesquisas que apontam a necessidade de se superar a formação inicial do futuro educador, caracterizada por uma

visão fragmentada e desvinculada dos problemas da realidade. Para eles, tal superação contribuiria com práticas didático-pedagógicas mais autônomas ao se propor trabalhos de reorganização curricular por meio de Abordagens Temáticas.

O histórico da implementação de projetos no ensino de ciências brasileiro, em especial, as famosas Feiras de Ciências, inicia-se nas traduções dos projetos norte-americanos na década de 60, seguido do treinamento dos professores e elaboração de materiais didáticos para estas atividades, pela mera repetição de experimentos por parte dos alunos em feiras de ciências como forma de viabilizar o tal método científico, até chegar aos projetos integrados ou interdisciplinares da atualidade. Ao realizarem uma investigação referente a uma Feira de Ciências de ensino básico, Nora Ney Santos Barcelos, Giuliano Buzá Jacobucci e Daniela Franco Carvalho Jacobucci (2010) contam que, mesmo ao utilizar uma prática simplesmente reprodutivista, as então inovadoras Feiras de Ciências eram oportunidade única para os alunos do ensino formal da década de 80 desempenharem a função de sujeito-falante. O entusiasmo dos participantes evidenciava o desejo e a necessidade por mudanças na forma de se ensinar e aprender.

No início da década de 90, outras áreas do conhecimento começaram a ser inseridas lentamente nas feiras, mas o processo de execução e avaliação da mesma permaneceu inalterado. Citando diversos autores defensores do ensino integrado e interdisciplinar, Barcelos, Jacobucci e Jacobucci (2010) exaltam a escolha da Pedagogia de Projetos dentro da escola como via de se superar o ensinar-e-aprender fragmentado, descontextualizado e disciplinar. Relatam que, raramente, os alunos conseguem vislumbrar por si só a integração dos conteúdos abordados nas diferentes disciplinas dos sistemas educacionais. Para Barcelos, Jacobucci e Jacobucci (2010), o ensino por projetos pode ser estruturado em três fases: (1) Problematização e Sensibilização, (2) Viabilização e Implementação e (3) Consolidação e Avaliação. A Feira de Ciências, portanto, constitui um lugar propício para um trabalho baseado na pedagogia de projetos visto que “envolve criatividade e investigação na busca de soluções para uma situação problematizadora” (BARCELOS, JACOBUCCI, JACOBUCCI, 2010, p. 219). Além disso, “a realização de uma feira científico-cultural requer um pré-

projeto, visto que um evento dessa natureza depende de uma série de medidas e providências que devem ser pré-programadas” (BARCELOS, JACOBUCCI, JACOBUCCI, 2010, p. 219). Mas, afinal, o que caracterizaria uma situação problematizadora?

Por meio da reflexão sobre o atual ensino de ciências brasileiro, Cátia Maria Nehring et al. (2002) propõem a construção de “ilhas de racionalidade” – conceito de Gerard Fourez (1994) – com intuito de transpor o tímido engajamento dos alunos junto a seu processo de aprendizagem, para o qual estes não veem muito significado. Numa crítica aos exemplares kunhianos utilizados em sala de aula, os autores colocam que estes, em geral, não são vistos pelos alunos como problemas a serem resolvidos, já que os problemas escolares propostos tratam-se de conteúdos com uma solução acessível a seu nível escolar. Resolver um problema consiste em encontrar um caminho onde previamente não se conhecia tal, encontrar uma saída para uma situação difícil, para vencer um obstáculo, para alcançar um objetivo desejado que não pode ser imediatamente alcançado por meios adequados.

Sendo assim, *os problemas escolares não são verdadeiros problemas* (nem para os alunos, nem mais para os cientistas) *mesmo que os professores e livros didáticos os tratem como tais*. Esta impressão fica reforçada quando os alunos não conseguem perceber a relação do conhecimento com seu cotidiano, fazendo com que não vislumbrem significado neste conhecimento.

Vindo ao encontro das nossas ideias, Nehring et al. (2002) concordam que uma das razões desse impasse seja a seleção dos conteúdos de forma disciplinar, o que faz parte do que chamamos nessa dissertação de *fragmentação curricular*. A tradição que orienta a seleção de conteúdos acredita na simplificação da ciência referida, o que, por si só, legitimaria o valor científico do conteúdo, sendo limitado apenas pela sua profundidade. Porém, a simplificação científica dificilmente leva ao envolvimento dos alunos de forma significativa. Citando pesquisas a respeito de concepções alternativas de alunos sobre problemáticas relacionadas ao mundo científico, o artigo traz o resultado surpreendente (ou nem tanto) de que os alunos não utilizam o conhecimento científico professado em sala de aula para construir suas soluções a estas problemáticas. Este conhecimento

escolarizado é utilizado pelos alunos, segundo as pesquisas citadas, estritamente para cumprir com as burocracias da escola. Para concluir, os autores e o referencial teórico por eles adotado concordam que o currículo não deveria ser composto somente de projetos. Mas a parte disciplinar do currículo do ensino de ciências deveria estar voltada à modelização de fenômenos/situações reais, mesmo que restrito a uma única disciplina. A realização de projetos atuaria como síntese e aplicação do conhecimento científico trabalhado disciplinarmente.

A escola deve propiciar as condições para a participação ativa dos alunos no seu processo de aprendizagem em busca do exercício pleno da cidadania. Com este objetivo, Maria Salete Cordeiro da Silva e Carmem Lúcia Costa Amaral (2012) relatam uma experiência em sala de aula, dentro do componente curricular Química, com uso da pedagogia de projetos. Apesar de o tema “água” ser bastante comum em projetos interdisciplinares, sua importância dificilmente poderia ser negada. A atual crise da água levará o planeta a um déficit de água de 40% a menos que a gestão desse recurso seja melhorada dramaticamente, segundo Relatório das Nações Unidas (2015).

Ancorando-se na perspectiva holística de contextualização de Humberto Maturana (2004), Leandro Duso e Regina Maria Rabello Borges (2009) relatam a adoção da pedagogia de projetos por parte de professores em uma escola de ensino técnico. Motivados pela ação da diretiva da instituição referida, preocupada em dar conta de avaliações externas ditas interdisciplinares, os profissionais da sala de aula viram-se instigados a repensar juntos a forma de avaliar seus alunos, levando-os a uma mudança na metodologia empregada em aula. No artigo, os autores descrevem o que seria uma articulação escolar interdisciplinar e integradora, desenvolvida de forma relativamente autônoma pelos participantes escolares em busca do conhecimento. Para os autores, a escola precisa ser pensada em sua totalidade. Desta forma, e partindo-se do conhecimento prévio dos participantes, direciona-se o ensino para a meta ausubeliana seguida pelos autores de uma Aprendizagem Significativa.

Sob outra perspectiva de ensino por projetos, Reinaldo Carvalho Silva et al. (2004) apresentam uma proposta de um projeto de um aparato

experimental simples (um higrômetro) que foi implementado na 3ª série (hoje 4º ano) do ensino fundamental da rede privada de Florianópolis, integrando as ciências físicas e biológicas. A justificativa principal do trabalho é a massiva presença no contexto das primeiras séries do ensino fundamental de professores de ciências com formação em ciências biológicas e que, na maioria das vezes, não se sentem à vontade em lecionar assuntos de física e química. Ocorre que física e química acabam sendo inseridas realmente apenas nas séries finais do ensino fundamental, tornando-se as grandes vilãs do ensino básico.

A partir da década de 90, houve um significativo crescimento da educação ambiental no contexto da educação brasileira. Em 1998, a área de meio ambiente foi incluída como um dos temas transversais dos PCNs. As preocupações de Maria Guiomar Carneiro Tomazelloe e Tereza Raquel das Chagas Ferreira (2001) posicionam-se em torno da avaliação dos projetos educacionais de cunho ambiental. Já que educar ambientalmente é educar a partir de uma realidade complexa, o processo avaliativo não deve ser feito de maneira simplista e quantitativa. Eles expõem que a avaliação escolar tradicional não se adequa à nova visão de realidade ambiental, sendo necessárias novas práticas educativas e avaliativas. Baseada na rápida evolução dos princípios de proteção ambiental ocorridas durante o século XX, a educação ambiental deve ser capaz de gerar propostas adequadas a um mundo em rápida evolução.

No artigo intitulado “Interdisciplinaridade escolar no ensino médio por meio de trabalho com projetos pedagógicos”, Irinéa de Lourdes Batista, Vanderlei Lavaqui e Rosana Figueiredo Salvi (2008) descrevem uma investigação teórica e uma análise de implementação da proposta de um trabalho interdisciplinar por meio da pedagogia de projetos em uma escola da rede estadual de educação do Paraná. Num primeiro momento, os autores realizam uma discussão para o entendimento da interdisciplinaridade, chamando atenção para dois enfoques que consideram merecer destaque: o primeiro, aquele relacionado ao saber, visando principalmente unificar o conhecimento científico; o segundo, ligado a uma perspectiva metodológica ou prática particular e específica, direcionado para abordagem de problemas relacionados à existência cotidiana.

Um projeto deve apresentar duas características fundamentais: (1) antecipação do futuro e (2) flexibilidade ou não determinação. Além disso, os autores citam uma das premissas básicas de um projeto, com a qual nosso ideal de *teia* se identifica: a *unicidade* da elaboração e da realização. Por meio da análise dos aspectos teóricos que fundamentam a elaboração de um trabalho por projetos, os autores explicitam os seguintes: projetos possibilitam o desenvolvimento de um trabalho coletivo, são movimentos únicos, requerem a presença de uma situação-problema, permitem o desenvolvimento de uma ação educativa que se processa considerando situações de complexidade e incerteza (BATISTA, LAVAQUI e SALVI, 2008, p. 214).

Apesar da literatura analisada tratar de uma prática pedagógica bastante difundida e bem fundamentada teoricamente, pôde-se perceber, nos textos averiguados, uma variedade de vertentes teóricas e as mais diversas ações metodológicas na implementação dos projetos. Entende-se que essa característica de diversidade metodológica naturalmente aflora pelo caráter flexível e contextual dos projetos voltados ao ensino. Nosso trabalho, apoiado nas ideias anarquistas de Ivan Illich, inova em construir uma *teia de aprendizagem* como projeto escolar. Porém, uma premissa para a construção destas redes educacionais é a disposição e interesse em comum dos participantes. Um projeto escolar tradicional, apesar de ser uma atividade diferenciada neste contexto, faz parte das ações obrigatórias e sequenciais da escola. Pelos motivos citados, nossa intervenção se enquadra mais como uma atividade extracurricular do que propriamente como um projeto.

2.2 PROBLEMATIZAÇÃO E METODOLOGIAS NÃO DIRETIVAS

O próprio ensino por projetos pode ser considerado uma metodologia de ensino. Contudo, dentro de cada intervenção de ensino baseado em projetos, permitem-se diferentes trajetórias para se atingir os objetivos planejados. Estes últimos, em geral, se assemelham a alguns dos objetivos do nosso trabalho. Podemos citar, por exemplo, como objetivos concordantes entre este trabalho e os analisados na presente revisão a autonomia e o protagonismo no processo de aprendizagem além da busca por um

conhecimento desfragmentado e significativo. Em contraponto, algumas das intervenções analisadas parecem se aproximar de práticas pedagógicas mais diretivas do que ao contrário. Com a presente análise pôde-se apontar algumas tendências nas metodologias seguidas em vias de se alcançar a finalidade de cada intervenção. Em geral, os trabalhos são planejados de forma colaborativa pelos educadores e desenvolvidos em grupos com os educandos. Outra tendência é a importância dada à problematização inicial e às concepções prévias ou intuitivas dos participantes. Assim sendo, pretende-se nesta seção identificar diferentes formas e propósitos cumpridos pela problematização dentro da metodologia empregada no ensino por projetos.

O trabalho de Barcelos, Jacobucci e Jacobucci (2010) baseou-se num estudo de caso em torno de uma Feira realizada em 1999, numa parceria Escola-Universidade. Ao mesmo tempo em que a pesquisa qualitativa era realizada por meio do acompanhamento e registro da construção coletiva do projeto, a pesquisadora também sugeria ideias sobre o mesmo. O desenvolvimento do projeto iniciou com a proposta da pesquisadora da Universidade Federal de Uberlândia, no papel de assessora pedagógica voluntária (APV) na referida escola, de construção coletiva e integradora de uma Feira de Ciências diferente, com fases bem definidas de planejamento, preparação, apresentação e avaliação, cujo desenvolvimento seria feito de forma conjunta com professores de todas as áreas do conhecimento e alunos. O tema integrador escolhido para o projeto foi “Vida em sociedade”. Apesar da APV propor que os alunos deveriam escolher os temas, os professores decidiram por indicar os temas aos grupos que orientariam, adotando como um dos critérios de escolha a relação do tema com os conteúdos de sua disciplina. Além disso, numa tentativa de respeitar o interesse de cada aluno, dividiu-se em três categorias o tipo de participação destes na Feira: expositores, assessores ou expectadores. A avaliação dos alunos foi feita uma semana após a apresentação através da elaboração de um relatório final com tópicos pré-definidos pelos professores.

A posição crítica às tradicionais feiras de ciências na qual se colocam os autores e apoiadores desta feira levou à construção, segundo os mesmos, de uma feira diferente pelos seguintes motivos: planejamento coletivo e

interdisciplinar; acompanhamento de perto oferecido pelos educadores orientadores de cada trabalho antes, durante e após a execução do projeto; poder de escolha quanto as possibilidades de tipo de participação dos educandos; e pela atenção dada a avaliação da feira. É válida a posição tomada de que o real potencial de um trabalho de feira de ciências não é explorado ao máximo. Os professores – exclusivamente os de ciências – assumem a função de organizar o evento, definir os temas, cobrar relatórios e escolher os avaliadores encarregados por determinar os melhores trabalhos da mostra. O evento termina no dia da apresentação. Erros cometidos pelos participantes e sugestões para melhora dos trabalhos não são discutidos após o término do evento. No dia seguinte, não se fala mais dos trabalhos. Volta-se à prática tradicional e passiva de sala de aula. Evidentemente, algumas feiras de ciências ainda são realizadas nesses moldes. Contudo, classificaremos a metodologia desse projeto como sendo diretiva já que os grupos participantes receberam dos organizadores a indicação tanto do tema integrador da feira como do próprio sub tema para o trabalho que o grupo deveria desenvolver. Em nossa intervenção desescolarizada, procuramos influenciar o mínimo possível – mesmo que às vezes isso parecesse arriscado – na escolha dos temas por parte dos participantes. Quanto à avaliação, acreditamos que exista uma certa tensão entre o processo avaliativo e a busca pela autonomia do participante do projeto. Retomaremos a este delicado assunto em uma próxima seção desta revisão dedicada a esta tensão entre avaliação e autonomia.

Duso e Borges (2009), em uma descrição de trabalho com projetos, contam que depois de alguns anos de um novo sistema de avaliação adotado em uma escola de ensino médio – considerado exitoso –, os professores sentiram a necessidade de mudança na sua prática escolar, adotando assim a metodologia de projetos. Para a primeira experiência com a metodologia de projetos realizada nesta escola foi escolhido o eixo temático “Transporte público e qualidade de vida”. Assim, em um primeiro momento, os alunos participantes tiveram que organizar uma coleta e fazer uma síntese de informações sobre o tema publicadas em artigos, revistas, jornais, entre outros meios de informação. Em um segundo momento, os participantes realizaram uma pesquisa nas empresas de transporte coletivo da cidade e na

Secretaria de Transportes, com o intuito de levantar dados sobre número de veículos utilizados, quilometragem diária da frota de ônibus, quantidade de combustíveis e óleo de motor utilizados, bem como seu destino, entre outras.

Esta primeira intervenção se enquadra, por um lado, numa metodologia diretiva ao que se refere ao eixo escolhido até o tipo de ação que os educandos deveriam realizar. Foram definidos pelos organizadores. Tal tipo de metodologia não agrega valor de autonomia durante a construção de conhecimento. Em contrapartida, as atividades de pesquisa as quais os educandos deveriam realizar neste projeto trazem à tona um maior protagonismo no processo de aprendizagem destes. Protagonismo este que a conhecida e amplamente difundida metodologia do “quadro negro e giz” impede que apareça.

Numa segunda experiência, no ano seguinte, o novo eixo temático da intervenção foi o “Aquecimento Global”, e iniciou com a exibição de um documentário a respeito do tema seguida de uma discussão junto aos professores das áreas das ciências da natureza e matemática daquela instituição. A partir do debate e dos apontamentos dos alunos, foi construído conjuntamente um mapa conceitual a fim de se reconhecer o conhecimento prévio dos estudantes, ação esta que vai ao encontro das Orientações Curriculares para o ensino médio na área das ciências da natureza em busca de um conhecimento com significância para os envolvidos. Assim sendo, nossas ideias se somam às dos autores no esforço por um educando mais protagonista ao desenvolver seu aprendizado, e que isso tem forte relação com os conhecimentos prévios – e do interesse prévio – dos aprendizes. Concorda-se com os autores no que tange o objetivo de se florescer uma cidadania crítica e ecologicamente responsável.

Batista, Lavaqui e Salvi (2008) apresentam sua proposta de trabalho no contexto do Ensino de Ciências e Matemática que, segundo os mesmos, diferencia-se notadamente da tradição da pedagogia de projetos bem como de propostas curriculares interdisciplinares. Diferenciam-se pelo fato de se poder enquadrar a ação defendida como um modelo didático interdisciplinar, a ser adotado e empregado em uma instituição de ensino, ou como um momento interdisciplinar, utilizado como metodologia alternativa dentro de uma instituição tradicional e disciplinar. Defendendo a necessidade do

trabalho conjunto dos professores das áreas envolvidas, ressaltam que a participação de outras disciplinas no projeto pode contribuir significativamente no aprofundamento do mesmo. O primeiro passo foi promover um trabalho conjunto com os professores para propor uma reorganização de conteúdos para se facilitar as práticas interdisciplinares, destacando pontos de confluência que possam futuramente colaborar nos projetos. O próximo passo consistiu no desenvolvimento dos projetos interdisciplinares em sala de aula, compreendendo as seguintes fases norteadoras: escolha de um tema; identificação do que se sabe sobre o assunto; determinação das questões centrais; definição de estratégias de trabalho; desenvolvimento das estratégias; sistematização e apresentação, divulgação e avaliação. Para os autores é necessário que os professores esclareçam todo o processo de maneira que os alunos sintam-se integrados e responsáveis pela execução do projeto. Por fim, foi feito um estudo junto ao corpo docente da escola para promover uma avaliação quanto à viabilidade de sua implementação através de entrevista com docentes das áreas em questão, diretores e coordenadores, buscando identificar seus entendimentos sobre interdisciplinaridade. Os pesquisadores identificaram que sua proposta foi considerada viável de implementação e bem vinda pelos docentes.

Mais uma vez nota-se ênfase da defesa de uma organização e desenvolvimento de forma colaborativa e da importância da problematização e avaliação. Chamamos atenção a um ponto que a maioria dos trabalhos descritos nessa revisão não atentam: a necessidade de uma etapa de identificação da viabilidade de um projeto proposto. Em nossa livre interpretação, isso poderia significar a seguinte pergunta: este projeto atrapalha ou não o andar das atividades escolares tradicionais? É embasado nisso que Illich chega a conclusão que a instituição escolar não teria potencial para ser reformada afim de se conseguir através dela uma melhora na educação. Diferente de Freire, com o qual teve algumas discussões intelectuais, que defende a reconstrução da escola, Ivan Illich defende o seu fim em favor nascimento uma nova forma ou instituição para se transmitir/construir/gerar conhecimento.

Nehring et al. (2002) aparecem com a ação mais não diretiva até aqui apresentada – a formação das ilhas de racionalidade. Talvez seja

também a proposta que mais se aproxima das ideias do nosso trabalho. Ainda em tempo, é o artigo analisado mais crítico ao currículo disciplinar utilizado no ensino formal. Segundo os autores, o currículo não têm significância para os alunos e os tornam dependentes dos professores. Os educandos não entendem que os conteúdos a que são confrontados são resultado de um processo que tem como objetivo a busca de respostas a problemas. As etapas sugeridas para a efetivação de uma ilha de racionalidade, um projeto que contornaria os obstáculos curriculares, seriam:

- (1) fazer um clichê da situação – é o ponto de partida da pesquisa; algo parecido com a problematização inicial de Freire; deve-se levar todo o tipo de questões abertas ao grupo a fim de se identificar as concepções cotidianas e intuitivas dos participantes.
- (2) elaborar o panorama espontâneo – é uma ampliação da primeira etapa; através da formulação de outras questões relacionadas com o projeto, do lançamento de dúvidas ao invés de responder e fornecer explicações; deve-se fazer um mapeamento dos fatores envolvidos: atores, técnicas, tensões, caixas-pretas, bifurcações, especialistas, etc.
- (3) consulta aos especialistas e às especialidades – definição de quais especialistas serão consultados para a abertura das caixas-pretas às quais deverão ser abertas e para as quais os envolvidos não estão aptos a solucionar.
- (4) Indo à prática – aprofundamento onde ocorre o confronto entre a própria experiência e as situações concretas.
- (5) abertura aprofundada de algumas caixas-pretas e descoberta de princípios disciplinares que são base de uma tecnologia.
- (6) Esquematização global da tecnologia – síntese geral da ilha produzida; pode ser feita através de uma figura ou um resumo.
- (7) abrir algumas caixas-pretas sem a ajuda de especialistas – explicitando-se o caráter provisório e limitados do conhecimento, propor aos alunos a construção autônoma de um modelo para o entendimento de uma determinada situação.
- (8) síntese da ilha de racionalidade produzida.

O artigo de Nehring et al. (2002) traz importantes colaborações ao nosso trabalho. A ilha de racionalidade tem muito em comum com as teias de aprendizagem. De maneira organizada, lança ideias de ações a serem feitas para atingir a interdisciplinaridade priorizando o fazer autônomo dos participantes. É o único texto que, ao propor a busca do conhecimento

desfragmentado, não defende a necessidade de uma equipe interdisciplinar. E, de maneira muito madura, trata com tranquilidade a questão dos pré-requisitos para a abordagem de determinado tema, tanto no que se refere aos aprendizes como dos educadores: as caixas-pretas não precisam todas, necessariamente, serem abertas. Além disso tudo, assim como em nosso ideal de intervenção desescolarizada, os autores preocupam-se com o entendimento da ciência de forma não ingênua, salientando seu caráter provisório através de modelos limitados. O conceito de caixa-preta merece destaque e servirá de referência para a construção da nossa teia de aprendizagem

A ideia da construção de um higrômetro (SILVA et al., 2004) surgiu em meio a execução de outro projeto na dita instituição que dizia respeito à água. Em meio a discussões sobre a evaporação, uma das práticas era a análise experimental do caso da clitoria fairchildiana, conhecida pelo nome de sombreiro em diversas regiões do país, sendo uma árvore que produz vagens de 30 a 40 cm de comprimento. Com a diminuição da umidade da vagem, ela executa um movimento de torção até partir-se, lançando suas sementes no solo para posterior germinação.

Inspirados pela teoria histórico-social de Vygotsky, os organizadores questionaram os alunos sobre a possibilidade de se utilizar essa propriedade das vagens para se construir um instrumento medidor de umidade e como seria então tal instrumento. O primeiro passo foi a demonstração pelo professor do princípio de alavancas para se amplificar a elongação da vagem. Em seguida, fez-se necessário realizar a calibração do mesmo, a qual foi feita de modo grosseiro, devido a falta de um higrômetro comercial para comparações, mas que mesmo assim teve um grande valor experimental e técnico. Passada esta etapa, era chegada a hora dos alunos realizarem medidas e fazerem registros por meio de seu higrômetro e testar algumas hipóteses feitas previamente.

Silva e Amaral (2012) relatam atividade realizada com 40 alunos da 2ª série do Ensino Médio reunidos em grupos, período noturno, de uma escola estadual. O projeto teve duração de quatro meses com duas aulas semanais. Freireanamente, preocuparam-se em escolher junto aos educandos um tema gerador que partisse da problematização da prática de

vida destes. Naturalmente, a diversidade de ideias dificultou a escolha de um tema gerador, já que tinham para um grupo grande e heterogêneo. Um documentário, então, foi utilizado para auxiliar na escolha de um tema que pudesse ser trabalhado por todo o grande grupo. Como já introduzido, a água serviu como o tema gerador escolhido. A partir dele e dos apontamentos e dúvidas do alunos, subtemas surgiram: Ciclo da água e as características físicas e químicas da água. Usos múltiplos da água: mineração, agricultura e indústria. Potabilidade e hábitos de uso e consumo. Os subtemas deveriam ser abordados pelos alunos de modo a se destacar as relações com os conteúdos curriculares de química.

Em outro contexto, uma experiência de abordagem histórico-filosófica da ciência foi levada a cabo com estudantes de licenciatura em física e alunos da 1ª série do ensino médio de uma escolar pública (RAPOSO, 2014). A partir do tema “Galileu Galilei, sua vida e obra”, e com auxílio da contextualização histórico-filosófica, a intervenção teve como objetivo contribuir para o aprendizado significativo de conceitos e equações. Durante as etapas da intervenção, os licenciandos foram levados a pesquisar, discutir e extrair de textos delineados pelo professor detalhes e aspectos históricos, filosóficos e experimentais do rastro deixado por Galileu. A intervenção termina com a elaboração e execução de um minicurso oferecido aos alunos de ensino médio o que, segundo o autor, contribuiu em muito para a prática pedagógica desses licenciados.

Apesar de o uso de Galileu como tema gerador gerar alguma desconfiança sobre a apropriação que está sendo feita do referencial freiriano no artigo em questão, observamos que o texto de Washington Luiz Raposo (2014) diferencia-se dos outros analisados por se preocupar com a formação de professores. Isso, de fato, é de suma importância já que, em geral, a formação dos educadores é tão ou mais formal do que sua futura prática em instituições de ensino. Além desse fato, a metodologia tem como objetivo que o professor consiga levar o aluno a um entendimento sobre a real natureza da ciência, fato este muito dificultado pela atual organização de conteúdos nos fechados recursos didáticos utilizados.

Podemos atentar a importância dada ao fator problematizador na perspectiva do ensino por projetos. Pôde-se identificar diferentes formas e

propósitos cumpridos pela problematização. Em algumas intervenções descritas, ela deixa a desejar no quesito de fazer o educando observar, por si só, a realidade em que vive. Em contrapartida, nas ações descritas por Nehring et al. (2002) e Batista, Lavaqui e Salvi (2008), cumpre propósitos como fazer com que o aluno indague o porquê das coisas e formule hipóteses para explicar a realidade e aprender com ela.

A problematização, porém, não é o único fator em comum dentro da metodologia de ensino por projetos. A contextualização do assuntos tratados, o ideal de autonomia defendido para as ações dos organizadores e/ou dos participantes e o esforço em busca da inter/trans/pluridisciplinaridade são preocupações partilhadas na maioria da literatura analisada neste trabalho. A avaliação, seja dos participantes ou do próprio projeto como ferramenta pedagógica, também é um tema transversal que merece destaque. Tendo dito isso, seguem seções dedicadas a cada um desses temas que permeiam a maioria dos textos analisados.

2.3 INTERDISCIPLINARIDADE E CONTEXTUALIZAÇÃO

Falar em interdisciplinaridade e contextualização dentro da sociedade do especialista pode soar, por vezes, utópico. A demasiada fragmentação e especialização do conhecimento levou a humanidade a problemas sociais que somente a adoção de um novo paradigma de pensamento holístico ou ecológico, o qual revele as interconexões entre as mais variadas áreas do conhecimento, será capaz de superar. Desequilíbrio ambiental e o consumismo excessivo são alguns dos problemas que precisam urgentemente serem superados pela sociedade moderna. Mas como os educadores conseguiriam superar os obstáculos criados durante sua própria formação compartimentada e ir em direção a uma prática pedagógica interdisciplinar e contextual? Como conseguiriam driblar a fragmentação curricular que é, em nosso entendimento, protegida pela mercantilização do conhecimento? Dentro da pedagogia por projetos, em geral, este tipo de prática é um dos principais objetivos. Nesta seção mostraremos os diferentes esforços feitos em cada trabalho para se alcançar a interdisciplinaridade e a contextualização do conhecimento no ensino.

Temos observado que a obra de Fourez (1994) cumpre uma função importante na orientação conceitual da interdisciplinaridade nos trabalhos analisados aqui. A saber, ele denomina *Ilha Interdisciplinar de Racionalidade* uma modelização adequada em vias de uma compreensão de uma situação específica e que possibilite ao indivíduo participante da intervenção o poder de ação diante desta situação. Seriam utilizados conhecimentos de diversas disciplinas e também dos saberes do cotidiano para a construção da ilha. Neste processo, naturalmente aparecerão questões específicas ligadas a determinada área de conhecimento. A estas questões dá-se o nome de caixas-pretas, as quais poderão ou não serem abertas, ou seja, respondidas ou não. Para a abertura de uma caixa-preta se faz necessário a obtenção de modelos que deem conta de resolver ou explicar a pergunta. A eficiência e o valor de uma ilha estariam ligadas a sua capacidade em oferecer representações – ou modelos – que contribuam para a solução de um problema em particular. Desta forma, a Alfabetização Científica e Técnica traria à tona uma nova maneira de se selecionar os saberes a serem desenvolvidos no ensino formal, sendo determinados pelo contexto do problema a ser resolvido, garantindo assim o seu potencial significativo e de autonomia prática.

Ainda em tempo, para Nehring et al. (2002), a fragmentação do conhecimento também seria superada com a implementação das ilhas de racionalidade já que não seria necessária uma verticalização dos conteúdos. Novamente o entendimento dos autores, bem como de Fourez, converge às ideias de Illich (1973) ao se referir a um *currículo oculto* existente no ensino formal escolar, “A ocultação sistemática dos contextos problemáticos presentes na produção do conhecimento científico ocasiona a perda de significado, tornando os alunos dependentes dos professores” (NEHRING et al., 2002, p. 7). Além disso, chamam atenção ao fato de as concepções prévias dos professores, assim como a dos alunos, caracterizarem-se como significativos obstáculos epistemológicos dentro de uma perspectiva de Alfabetização Científica e Tecnológica.

Na sequência do artigo “*As ilhas de racionalidade e o saber significativo: o ensino de ciências através de projetos*” (NEHRING et al., 2002), é feita uma descrição das etapas de construção – que apesar de

expostas linearmente, são flexíveis e abertas – de um exemplo de ilha de racionalidade, pensada para a disciplina de ciências da 8ª série (ou 9º ano) do ensino fundamental, em torno de um projeto com o seguinte tema: “Como tomar um banho saudável para o corpo e para o bolso”. O grupo de autores atenta o leitor para o fato de que o que determina os critérios sobre o corpo de conhecimento a ser trabalhado é o projeto, ou seja, sua finalidade, seu contexto, para quem ele se destina determinará a construção de um modelo teórico adequado. O próprio conhecimento disciplinar será limitado pelo projeto em questão. O artigo fala ainda que não há necessidade de uma equipe pluridisciplinar para se desenvolver um projeto interdisciplinar. Ainda em tempo, não obrigatoriamente deve-se ter uma equipe, podendo o projeto ser tocado por apenas um indivíduo se for o caso.

De fato, é grande o potencial que um projeto de Feira de Ciências – bem como outros tipos de projetos – bem planejado e bem desenvolvido pode ter em busca de uma aprendizagem integradora e contextualizada. Porém, o currículo fechado e disciplinar, somado a outras burocracias escolares, acaba por intrinchar eventuais esforços de professores e coordenação para este tipo de planejamento durante o ano letivo. Não obstante, a atividade da feira descrita no artigo de Barcelos, Jacobucci e Jacobucci (2010) parece ter perdido a oportunidade de explorar um pouco mais a autonomia dos participantes. Novamente, relatou-se no artigo a necessidade dos professores de enquadrar os temas a serem pesquisados para a feira aos conteúdos abordados disciplinarmente dentro do currículo previsto. Dentro de nossa óptica, isto diminui o potencial de desfragmentação e contextualização do conhecimento que uma feira de ciências poderia produzir.

Batista, Lavaqui e Salvi (2008) discutem e citam diversos autores e seus fundamentos para defender a introdução de práticas interdisciplinares no âmbito escolar. Modelos didáticos interdisciplinares, unidades didáticas interdisciplinares, ilhas interdisciplinares de racionalidade, momentos interdisciplinares são alguns dos conceitos citados na discussão teórica do trabalho. No fim, os autores assumem como mais adequado adotar uma ação interdisciplinar que contemple modelos didáticos que possam ser inseridos no

cotidiano escolar e, com isso, propõe atingir a interdisciplinaridade por meio do trabalho com projetos interdisciplinares.

No texto que analisa a implementação do higrômetro junto aos alunos do 4º ano do ensino fundamental, Silva et al. (2004) concluem que a construção de um simples dispositivo foi capaz de interligar conceitos de física e biologia, que transitam desde a reprodução de vegetais regulada pela alternância entre estações de seca e úmida até a instrumentação nas medidas de grandezas físicas. Para os autores, atividades como a da construção do Higrômetro não deveriam ser realizadas apenas como uma atividade prática em sala de aula de forma descontextualizada. Mas sugerem fortemente que estejam integradas a um projeto interdisciplinar maior, como no exemplo por eles relatado (projeto escolar integrado sobre a água), pois as relações com este projeto aumentaria a amplitude política e eco-social que o aparato tem como potencial, além do desenvolvimento de conceitos físicos, químicos e biológicos. A respeito da interdisciplinaridade, concluem que a construção do simples dispositivo foi capaz de interligar conceitos de física e biologia, que transitam desde a reprodução de vegetais regulada pela alternância entre estações de seca e úmida até a instrumentação nas medidas de grandezas físicas.

Clarice Parreira Senra e Marco Braga (2014) apostam em um projeto de atividade experimental aberto com alunos de um curso de formação profissional de nível médio afim de investigar as visões dos alunos sobre a natureza da ciência e da tecnologia. Concordam que o currículo escolar fragmenta a visão sobre a ciência:

O que se pode encontrar nos currículos sobre esse tema limita-se à apresentação de um suposto 'método científico', apresentado normalmente como um protocolo seguro para a obtenção de um conhecimento verdadeiro e objetivo... O ensino real, praticado nas escolas, centra-se muito mais na aprendizagem de conteúdos científicos prontos e acabados do que nos processos de sua construção. (SENRA; BRAGA, 2014, p. 9).

Entender superficialmente como a ciência funciona, conhecendo sua complexidade, é uma forma de contextualizar o ensino de ciências e desmistificar a visão ingênua que se tem do fazer científico.

Uma forma de contextualização muito importante é a de caráter histórico-filosófica como aquela descrita por Raposo (2014), com a obra e vida de Galileu como tema. Esse tipo de abordagem dentro de um curso de formação de professores, segundo o autor, pode ser útil para que os licenciados possam lidar com as concepções alternativas (as próprias e as dos alunos) e desmistificar a visão de que a ciência tem verdades absolutas, negando a importância da criatividade e imaginação na produção científica.

Nota-se que a contextualização é uma ferramenta muito utilizada e desejada pelos organizadores dos projetos. Este conceito, de importância unânime para um entendimento significativo, aparece na literatura analisada em diferentes formas: contextualização histórica (RAPOSO, 2014), contextualização cotidiana (SILVA et al., 2014; NEHRING et al., 2002; BARCELOS, JACOBUCCI e JACOBUCCI, 2010, contextualização à natureza da ciência (SENRA; BRAGA, 2014; NEHRING et al., 2002).

De maneira geral, percebe-se necessidade imbuída nos organizadores dos projetos aqui analisados de se estabelecer relações com os conteúdos curriculares – e dificilmente seria diferente dentro do contexto escolar vigente –, sendo a atividade uma forma de mostrar a relevância dos conteúdos estudados disciplinarmente. Parece-nos que os projetos são planejados e utilizados no ensino formal, na maioria das vezes, para se justificar o ensino de toda aquela carga de conteúdos prevista por um currículo engessado.

2.4 AUTONOMIA E AVALIAÇÃO

Talvez a avaliação seja uma das atividades mais complexas para o educador do ensino formal. Como podemos avaliar as atividades de ensino por projetos? Essa é uma pergunta que os autores dos artigos analisados nesta revisão, em geral, se esforçaram em responder. Ao mesmo tempo, os organizadores da maioria dos projetos – se não todos – defendem e buscam uma maior autonomia dos participantes. À nossa visão, há uma certa tensão entre a autonomia e a avaliação. Queremos um aluno autônomo, mas precisamos avaliá-lo devido às burocracias do sistema educacional. *Afinal,*

como os trabalhos se posicionam com respeito à contradição entre avaliar e promover a autonomia?

Em particular, no artigo de Tomazzelo e Ferreira (2001), os autores estão interessados em avaliar quais seriam os instrumentos adequados na avaliação dos projetos de educação ambiental. Há unanimidade na literatura especializada que a avaliação seja feita de forma contínua, ou seja, de se avaliar o processo de execução do projeto. Também majoritariamente apoia-se uma avaliação não somativa, mas qualitativa e, de preferência, participativa.

Um dos objetivos principais da avaliação seria conhecer a eficiência do projeto proposto sem a intenção de julgamento dos seus responsáveis. Para tal, o reconhecimento dos objetivos a se alcançar devem estar bem claros. Apesar de a literatura especializada mostrar proposições diferenciadas, um posicionamento é comum à maioria: a busca pela mudança de valores no contexto ambiental. Deve-se, segundo os autores, planejar no momento da elaboração do projeto atividades com características próprias que as mudanças de atitudes e comportamentos exigem. O importante não é apenas avaliar mas se superar a visão simplista da avaliação, avaliando-se inclusive capacidades como iniciativa e autonomia (TOMAZZELO; FERREIRA, 2001).

No decorrer da experiência didática narrada por Silva e Amaral (2012), a busca pela solução de algumas adversidades estruturais da escola – como a falta de uma biblioteca de qualidade e laboratório de informática defasado – obrigaram os participantes a atitudes mais autônomas durante a busca por informações para o desenvolvimento dos projetos. Outras dificuldades vieram à tona durante a fase inicial do trabalho, como a dificuldade por parte dos alunos em trabalhar em grupos e a superficialidade com que os subtemas eram tratados. A solução encontrada pelos organizadores foi a implantação de um sistema de pastas e arquivos como ferramenta de compartilhamento de informações entre grupos e que, ao mesmo tempo, funcionou como um meio de supervisão para que os orientadores pudessem interferir de maneira efetiva em busca de um maior aprofundamento. Alguns tópicos desta experiência convergem com nosso ideal para a formação das teias de aprendizagem. Como exemplo, a

flexibilidade das etapas desenvolvidas no projeto, se adaptando de acordo com a resposta do(s) grupo(s) frente às atividades. O incentivo à autonomia do aprendiz e a busca por parte das professoras em não serem meras transmissoras do conhecimento, também se aproximam muito das ideias do nosso referencial (ainda que práticas escolarizadas). Como crítica, este trabalho defende que a necessidade de se moldar o projeto dentro de conteúdos específicos de um currículo diminui o potencial do participante construir durante do seu aprendizado uma visão mais holística do que o cerca. Acreditamos que esse “encarceramento” curricular possa significativamente a criatividade e diminui o caráter interdisciplinar e transdisciplinar.

Não obstante, Nehring et al. (2002) defendem a ideia de uma educação na perspectiva da Alfabetização Científica e Técnica que, segundo Fourez (1994),

é definida por um contexto no qual os saberes científicos procuram gerar alguma autonomia, possibilitando que o aprendiz tenha capacidade para negociar suas decisões, alguma capacidade de comunicação (encontrar maneira de dizer) e algum domínio e responsabilização face a situações concretas. (NEHERING *et al.*, 2002, p. 6).

A avaliação do projeto de Feira de Ciências pesquisado por Barcelos, Jacobucci e Jacobucci (2010) se realizou através de um questionário respondido pelos alunos, de um segundo questionário respondido pelos professores, de um texto síntese escrito pelos estagiários universitários envolvidos e, por fim, de um registro no formato narrativo da própria pesquisadora. De forma geral, o projeto foi bem avaliado pelos alunos por ter um formato diferente do que estavam acostumados, apesar das dificuldades relatadas quanto ao constrangimento em apresentar o trabalho. Na avaliação dos professores quanto à participação dos alunos, alguns a consideraram boa enquanto outros, apenas satisfatória. O questionário relatou algumas reclamações como a falta de tempo para o desenvolvimento e contratempos com outras atividades curriculares como perda de foco devido às provas e ausência em aulas.

Os pesquisadores Barcelos, Jacobucci e Jacobucci (2010) ressaltam que nem sempre sua atividade como assessora pedagógica voluntária (APV) foi bem vista, mas que no geral, houve superação das expectativas no que se refere ao ambiente de recíproca colaboração entre os professores. Por sua vez, os estagiários destacaram a importância da reflexão por parte dos professores durante e logo após o evento, possibilitando modificações imediatas no trabalho dos alunos. Quanto à pesquisadora, naturalmente sua avaliação aproxima-se daquilo que foi avaliado pelos professores e alunos. Contudo, de maneira mais crítica, fala sobre o descontentamento dos alunos devido ao fato dos professores terem escolhido os temas. Também relata a dificuldade dos professores em trabalhar com mais de uma metodologia simultaneamente em aula – estes, em geral, substituíam algumas de suas tradicionais aulas expositivas pelas atividades do projeto e, frustrando-se por não conseguirem resultados imediatos e sem vislumbrar a relação do projeto com seus conteúdos curriculares e obrigatórios a que estão acostumados, acabavam por investir pouco tempo para o projeto.

Os motivos que promovem a busca pelo conhecimento por parte dos frequentadores da escola são distorcidos pelo processo avaliativo o qual deixa de ser uma verificação da aprendizagem e passa a ser o objetivo da aprendizagem.

O aluno estuda, não para aprender ou para refletir sobre questões relevantes, mas para fazer provas. O estudo acaba visando às questões das provas, o que acarreta numa deformação da aprendizagem em função daquilo que se espera encontrar nessas avaliações. (SENRA; BRAGA, 2014, p. 9).

Esse fato recorrente do ensino tradicional se enquadra no fenômeno da corrida por titulação (ILLICH, 1973). Outro aspecto que conversa diretamente com as ideias do nosso projeto é a crítica às práticas fechadas de ensino, em particular, às práticas experimentais. Estas vêm acompanhadas de um “receituário” de regras rígidas que impede os alunos de compreenderem e refletirem sobre o que estão fazendo, excluindo a possibilidade de utilizar a experimentação como fonte de problematização.

Paradoxalmente, durante a descrição do projeto desenvolvido por Duso e Borges (2009), chamou-nos a atenção o fato de o elemento

fomentador da ação dos professores por uma mudança em sua forma de agir em sala de aula ser uma nova forma de avaliação imposta pela escola – uma avaliação dita interdisciplinar. Ao final da sua análise, os autores concluem que conseguiram transpor o engessamento curricular por meio da implementação do projeto e melhorar o desempenho dos alunos na referida avaliação.

Defendemos que a avaliação tradicional é uma burocracia inerente ao ensino escolarizado. Além disso, o ensino formal torna o aluno deveras dependente do professor durante o desenvolver do conhecimento. Por outro lado, as novas concepções de ensino defendem o estímulo a autonomia do educando e que se deve avaliar o processo de ensino-aprendizagem. Porém, como salientado por Senra e Braga (2014), o próprio estímulo ao aprendizado é distorcido pela avaliação, que acaba se tornando, para os educandos, o propósito do mesmo. Em contrapartida, na ação descrita por Duso e Borges (2009), a avaliação acabou sendo o fator motivador de uma reflexão autônoma dos professores sobre uma nova forma de dar aula. Contudo, os autores Tomazzelo e Ferreira (2001), foram os únicos que chamam atenção à importância de se superar a forma simplista de se avaliar. Interessados na avaliação de projetos de educação ambiental, salientam a importância de se avaliar o desenvolvimento do espírito crítico do aluno e do o desenvolvimento de capacidades, tais como responsabilidades, iniciativa e autonomia, e o desenvolvimento de uma nova ética e valores, melhor adaptados à gestão dos recursos e a responsabilidade ante às gerações futuras (valores de solidariedade, tolerância, cooperação) (TOMAZZELO; FERREIRA, 2001, p. 205).

2.5 SÍNTESE E CONTRIBUIÇÕES DA REVISÃO

Pudemos identificar, nos textos analisados, as mais variadas versões de intervenções dentro da escola que se encaixam no escopo do que se pode chamar Pedagogia de Projetos. Contudo, respeitando as variações observadas entre os trabalhos, foi possível perceber que todos eles têm um conjunto semelhante de compromissos, o que acaba naturalmente trazendo à tona, em cada um deles, uma abordagem mais integradora para o saber que

a escola fragmenta. Além disso, em geral, as atividades relatadas na literatura tem como objetivo estimular a autonomia e o protagonismo dos participantes durante seu processo de aprendizagem.

Analisando, nos artigos, as diferentes metodologias de ensino utilizadas, os diversos níveis de interdisciplinaridade e contextualização sugeridos e as tensões surgidas entre avaliação e autonomia, podemos destacar algumas contribuições importantes desta revisão para a prática de ensino que apresentamos nesta dissertação. Em primeiro lugar, buscaremos uma maior liberdade na escolha dos temas de projetos e um maior protagonismo por parte dos participantes. Em segundo lugar, o trabalho de Nehring *et al.* (2002) trouxe para o debate o conceito de ilhas interdisciplinares de racionalidade de Fourez. A construção destas ilhas ocorrem sem a verticalização de conteúdos, os quais são determinados pelo contexto do problema a ser desenvolvido. A escolha de quais caixas-pretas – questões específicas ligadas a determinado conhecimento científico – serão ou não abertas determinam quais os modelos científicos serão necessários na resolução de determinado problema. Esta escolha delimita também o nível de aprofundamento que a resolução do problema terá, adequando-se ao nível de conhecimento do participante da ilha (no caso deste trabalho, da intervenção desescolarizada).

Do trabalho de Barcelos, Jacobucci e Jacobucci (2010), sobre as feiras de ciências, tiramos importantes contribuições, tendo em vista que nosso trabalho tem ligação com este tipo de atividade. Através dele, nos inserimos no contexto histórico das feiras de ciências e entendemos a evolução deste que pode ser considerado um projeto pedagógico clássico dentro do ensino formal brasileiro. Apesar de vislumbrarmos o potencial desfragmentador desse tipo de ação dentro da escola, ficou claro também como a burocracia escolar e o currículo fechado acaba atrapalhando um projeto integrador como este (e vice-versa). Observamos também, neste e na maioria das literaturas aqui revisadas, o vício ou necessidade de se enquadrar o projeto – de caráter interdisciplinar – no currículo disciplinar da seriação ao qual eles são direcionados.

O paradigma adotado em quase toda a educação ocidental moderna, formal ou não, ao final das contas, tem como principal objetivo do ensino a

avaliação. As avaliações, por sua vez, em sua grande maioria, são apresentadas na forma de testes clássicos. A corrida por títulos reforça esta cultura. Estudamos, primeiramente, para nos “sairmos bem” em uma avaliação. O desejo pelo conhecimento ou domínio de alguma habilidade é deixado (não nos documentos oficiais, mas na prática) em segundo plano. A regulamentação do processo escolar é feita por meio de um exame externo, com o qual pode-se doutrinar uma sociedade a maneira que algum poder de interesse possa querer. Para Illich (1973), esse é o rito que serve como preparação para uma sociedade consumista.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

Esse trabalho adota pragmaticamente as ideias anarquistas do austríaco Ivan Illich como referencial teórico. Em sua principal obra, *Sociedade Desescolarizada* (1973), o autor critica duramente as instituições escolares e propõe, de maneira, por assim dizer, utópica, a soltura das amarras institucionais tradicionais, a começar pela instituição escolar. Enquanto outros pensadores, como Freire, defendem a reconstrução da escola para que, através desta, se alcance a libertação dos oprimidos, nosso autor não enxerga a escola como uma “variável dependente” da estrutura política e econômica. A escola assume para Illich o papel principal de reprodutora das características sociais modernas. A escola seria a instituição responsável por treinar os cidadãos modernos como seres alienados fortemente dependentes das instituições, como uma espécie de ritual de iniciação ao mundo capitalista. Portanto, nessa perspectiva, é ilusório pensar que a mudança no sistema escolar decorrerá de uma mudança social. Esta ilusão coloca a instituição escolar em um patamar de importância quase que intocável na vida social.

3.1 POR QUE IVAN ILLICH?

Para Gomez (2006), Illich analisa a escola de maneira inocentemente original e propõe – utopicamente – alternativas ao ensino tradicional que se aproximem de um tipo de organização social, voltada para uma existência mais feliz e proveitosa, aprendendo a depender menos da burocracia em favor de uma “revitalização da própria vida” (GOMEZ, 2006, p. 185). Por conseguinte, para Illich, isso só será possível livrando-se das amarras institucionais. Acreditamos, assim como Gomez (2006), que a busca por autores e referenciais teóricos não tão explorados nas pesquisas de ensino seja uma oportunidade para colocar a educação científica em perspectiva. Apesar de o livro *Sociedade Desescolarizada* ter sido escrito no contexto histórico da década de 70, seu texto traz reflexões e críticas profundas sobre um sistema de ensino que pouco mudou efetivamente desde então. Gomez

(2006) qualifica a visão de Illich sobre a escola como inocente e livre de preconceitos. Nós a qualificamos como uma visão anarquista de educação.

3.2 O CURRÍCULO OCULTO E A CORRIDA POR TÍTULOS

Para Illich, qualquer tipo de escola, em qualquer lugar do mundo, apoia-se em um currículo oculto, além do burocrático e fragmentado currículo escolar a ser seguido. Esse currículo secreto, assim denominado, pois não consta oficialmente em nenhum documento, é o fator que garantiria à escola a personagem de rito de passagem para uma sociedade de consumo. O currículo oculto fica incumbido de instalar, no aluno, o mito de que *as burocracias guiadas pelo conhecimento científico são sempre eficientes e benévolas, e de que maior produção irá trazer vida melhor* (ILLICH, 1973, p. 74). Assim, um ser escolarizado tenderá a valorizar muito mais uma mercadoria institucional do que uma contribuição, de qualquer espécie, não profissional – fortalecendo o *monopólio radical*. A garantia da detenção da, por assim dizer, mercadoria do conhecimento é efetivada pelo recebimento do certificado ou título.

O currículo oculto restringe às pessoas a buscarem progressivamente novas formações institucionais. Interessadas, sobretudo, na titulação, as pessoas deixam em segundo plano a importância do saber e da produção do novo conhecimento. Entra em jogo a *corrida por títulos*. Já na década de 70, Ivan Illich chamava a atenção de que os formados em universidades eram responsáveis por ditar o nível de consumo a ser aspirado pelos demais cidadãos. Dentro de certos limites, é possível concordar que a universidade ainda forma uma fração da elite – feita a ressalva de que, em cada nação, a elite estritamente universitária costuma ser dominada pelas elites econômicas (BOURDIEU, 2007). Segundo Illich (1973), para parecerem civilizadas, muitas pessoas almejavam assumir estilos de vida semelhantes aos dos formados em universidades. Assim, as instituições de ensino participam da definição dos padrões de consumo. Parece-nos que, atualmente, o nível de titulação aspirado subiu em relação àquele tempo, mas a lógica continua a mesma. É um processo sem fim! Só estarão aptos a seguir adiante na corrida por títulos aqueles que se mostrarem aptos nas

etapas anteriores. Além disso, Illich sustenta que a “universidade moderna desperdiçou sua oportunidade de proporcionar um excelente local para encontros que seriam, ao mesmo tempo, autônomos e anárquicos, motivados mas não-planejados” (ILLICH, 1973, p. 49).

Apesar de Illich focar no ensino superior ao tratar dos títulos, o ensino básico funciona da mesma forma. Observe que o rito de certificação escolar é o mesmo na educação básica e superior. Acreditamos que tal ritualização distorce o real significado da importância da aprendizagem, fazendo com que os estudantes busquem sua aprovação e, com isto, seus títulos a qualquer custo. Não são raros os casos de colas e falcatruas que alunos, em todos os níveis de escolaridade, fazem para atingir seu objetivo: passar a próxima etapa. Poucos alunos realmente se importam com o conhecimento apreendido, dando maior valor à titulação.

No que diz respeito ao funcionamento do mercado escolar, Bourdieu vai além da perspectiva de Illich ao descrever as estratégias de investimento de capital feitas pelas pessoas na busca de seus diplomas ou dos diplomas dos seus familiares dependentes. Baseado em evidência empírica, Bourdieu declara que fatores dependentes da classe social dos indivíduos investidores são determinantes em sua trajetória escolar – ou em sua participação na *corrida por títulos* (BOURDIEU, 2007). Conjunto a isso, a ampliação da escolarização no início do século XX a todas as classes, raças e gêneros, levou (e leva) inevitavelmente a uma *inflação de títulos*: desvalorização dos títulos em decorrência do aumento da sua quantidade no mercado. Sendo assim, a escola dificilmente servirá como ponte para uma mudança social mas, pelo contrário, contribui com a reprodução das divisões sociais tais como são.

Segundo Bourdieu (2007), pode-se dividir o capital de investimento dos consumidores do produto escolar em *capital econômico*, *capital social* e *capital cultural* (LIMA JUNIOR, 2013). O primeiro componente de capital está ligado aos bens com valor comercial, ao passo que o segundo tem relação com as redes de relacionamento da família do detentor. O terceiro componente, o capital cultural, relaciona-se ao nível de educação de um indivíduo e de sua família. Esse componente, talvez o mais complexo dos três, não depende apenas de boas escolas e instrutores de habilidades, mas

também da aquisição de bons livros, de computadores ou softwares educacionais e de obras de arte, por exemplo. Além disso, o capital cultural é institucionalizado por meio dos títulos escolares acumulados, os quais, em princípio, classificam os indivíduos dentro de um espectro de capital cultural.

Para Bourdieu (2007), as estratégias de reprodução que os indivíduos empregam visando manter ou ascender sua posição social têm como objetivo perpetuar ou aumentar seu capital através da tradução de uma forma de capital em outra. Por exemplo, uma família que conta com baixa escolaridade (pouco capital cultural) mas que, por algum motivo, tenha boas condições financeiras (capital econômico), poderia investir numa instrução de qualidade de seus filhos para aumentar seu capital cultural. Por outro lado, uma família que conta com boa influência social pode conseguir, através de sua influência, rentáveis empregos aos seus filhos, podendo aumentar seu capital econômico. Contudo, uma forma de capital não é redutível a outra já que não se pode converter rapidamente uma forma em outra, mas principalmente por se tratarem de diferentes privilégios sociais (LIMA JUNIOR, 2013).

A universalização da escolarização, ao contrário do que se previa, não levou a uma igualdade de oportunidades com base na meritocracia, mas a uma inflação da corrida por títulos. O aumento do acesso às certificações escolares sem a respectiva transformação do mercado de trabalho leva à desvalorização das certificações. Por conseguinte, estarão mais expostos aos efeitos da desvalorização dos títulos aquelas classes sociais mais baixas, que não conseguirão fazer valer seus diplomas da mesma forma. Por outro lado, as classes com maior capital social e econômico conseguem obter maior rendimento de seus diplomas por meio de ações que vão além das competências e habilidades garantidas pela escola. Somado a isso, os consumidores da educação institucionalizada com maior poder aquisitivo poderão obter mais títulos, ficando sempre à frente dos seus rivais nessa corrida por titulação. Bourdieu (2007) denomina *translação das distâncias* o fato de que o conjunto das classes sociais aumenta a quantidade de certificações de maneira proporcional a sua posição social, mantendo as distâncias entre as classes sociais praticamente intactas.

O sistema educacional, mais que (como destaca Illich) um mercado e que um rito de passagem das pessoas ao mundo do consumo, é para Bourdieu (2007) um reproduzidor dissimulado das posições sociais no sentido que privilegia as classes dominantes – economicamente, socialmente e/ou culturalmente – a perpetuarem-se neste patamar já que seus indivíduos possuem melhores condições de serem bem sucedidos na vida escolar e, portanto, na corrida por títulos, desclassificando dela – de forma institucionalmente dita justa – os menos socialmente favorecidos. A desclassificação dos indivíduos das classes mais baixas da sociedade se dá progressivamente na vida escolar: primeiramente na reprovação, posteriormente na rejeição de ensino de ordem superior e, por fim, na outorga de diplomas desvalorizados (BOURDIEU, 1978, p. 172). Contudo, existe mais um fator social que determina fortemente o desempenho dos alunos na escola. Bourdieu conceitua o *habitus* de um indivíduo o conjunto flexível das tendências de comportamento resultante das vivências deste indivíduo frente ao mundo social. Pode ser considerado a internalização das estruturas sociais pelo sujeito (LIMA JUNIOR, 2013).

3.3 UMA NOVA INSTITUIÇÃO EDUCACIONAL

Como alternativa ao modelo de ensino escolar, Illich acredita que podemos depender de uma aprendizagem *automotivada*. Para isso se faz necessária a criação de *redes* que aumentem a oportunidade de que cada qual transforme cada momento de sua vida em um momento de aprendizagem – as denominadas *Teias de Aprendizagem*. Para ele, um bom sistema educacional deveria ter três propósitos: (1) *dar total acesso aos recursos disponíveis a todos que queiram aprender, em qualquer época de sua vida;* (2) *capacitar a todos que queiram partilhar o que sabem e encontrar os que queiram aprender algo deles;* (3) *dar oportunidade a todos os que queiram tornar público um assunto a possibilidade de que seu desafio seja cumprido.* (ILLICH, 1973, p. 75).

Um novo tipo de instituição, com estruturas tipo teia, deve ser pensada para facilitar o acesso a estes recursos. Talvez tais estruturas com estes propósitos parecessem utópicos, ou ao menos distantes da realidade

tecnológica, aos olhos de educadores e pedagogos na década de setenta quando Illich propôs suas ideias da teia. Porém, na atualidade, tratam-se de ideias, em parte, viáveis e reais. Contudo, o efeito do currículo oculto, a corrida por títulos e a sociedade institucionalizada traz-nos a ilusão de que se o aprendizado não ocorrer por vias institucionais, rotuladas e hierarquizadas, tal conhecimento não terá valor. Ainda assim, mesmo em ambientes escolarizados, os recursos não formais supracitados são frequentemente utilizados por diversos aprendizes para dar conta do que a instituição falha em fazer. Podemos citar as famosas vídeo-aulas no Youtube, grupos de estudo, redes de perguntas e respostas on-line, Wikipédia, jogos educativos, etc. O educando brasileiro, mesmo com o advento da tecnologia na escola, salvo exceções, encontra-se cada vez mais preso (dado o contínuo aumento de carga horária e obrigatoriedade na escola) num ambiente antiquado e burocrático de ações pré-estabelecidas, de mera transmissão do conhecimento.

“Com que espécie de pessoas e coisas gostariam os aprendizes de entrar em contato para aprender?” (ILLICH, 1973, p. 76). Illich defende que o planejamento de novas instituições educacionais deveria partir desta indagação. Entende que um mínimo de quatro “canais” de intercâmbio de aprendizagem poderiam conter todos os recursos necessários para uma real aprendizagem: *coisas, modelos, colegas e adultos*. As coisas e pessoas que rodeiam o aprendiz servem-lhe de modelos para habilidades e valores a serem apreendidos. O encontro com colegas desafiam-no a interrogar, competir, criticar, cooperar e compreender. Nas coisas, se pode guardar informações. Já o encontro com adultos experientes e que realmente se importem com sua formação servem como base crítica e de confrontações. Contudo, apesar de a maioria desses recursos existirem em abundância, comumente não são percebidos como recursos educativos pelos ambientes formais de ensino. Por isso, cada um desses “canais” requer um diferente tipo de tratamento para assegurar que todos tenham o maior acesso possível a eles para estabelecer estruturas tipo “teia” intencionalmente montadas para um novo tipo de instituição de aprendizagem.

Sobre os recursos educacionais, Illich chama atenção para o fato de serem geralmente rotulados de acordo com as metas curriculares do

educador. Nesse caso, propõe o contrário: rotular quatro diferentes abordagens que permitam ao estudante ter acesso a todo e qualquer recurso educacional e, desta forma, ajudá-lo a definir e obter suas próprias metas. São elas:

1º) Serviço de consultas a objetos educacionais — que facilitem o acesso a coisas ou processos que concorrem para a aprendizagem formal. Algumas coisas podem ser totalmente reservadas para este fim, armazenadas em bibliotecas, agências de aluguéis, laboratórios e locais de exposição tais como museus e teatros; outras podem estar em uso diário nas fábricas, aeroportos ou fazendas, mas devem estar à disposição dos estudantes, seja durante o trabalho ou nas horas vagas.

2º) Intercâmbio de habilidades — que permite as pessoas relacionarem suas aptidões, dar as condições mediante as quais estão dispostas a servir de modelo para outras que desejem aprender essas aptidões e o endereço em que podem ser encontradas.

3º) Encontro de colegas — uma rede de comunicações que possibilite as pessoas descreverem a atividade de aprendizagem em que desejam engajar-se, na esperança de encontrar um parceiro para essa pesquisa.

4º) Serviço de consultas a educadores em geral — que podem ser relacionados num diretório dando o endereço e a autodescrição de profissionais, não-profissionais, «free-lancers», juntamente com as condições para ter acesso a seus serviços. Tais educadores, como veremos, podem ser escolhidos por votação ou consultando seus clientes anteriores. (ILLICH, 1973, p. 78).

Illich (1973) define e denomina de *coisas* os recursos básicos para a aprendizagem. A qualidade das coisas e o relacionamento que uma pessoa terá com essas implicará na qualidade de seu aprendizado. Portanto, a aprendizagem deve oferecer acesso a *coisas especiais* – coisas com fins educativos como livros, computadores, um jardim botânico, laboratórios, etc. – e a *coisas comuns* – como por exemplo a licença para desmontar e operar uma máquina. Os dois tipos de coisas estão ainda hoje, em sua grande maioria, empacotados e protegidos de uma investigação informal. Na escola, muitas vezes o educando usará as coisas especiais apenas quando o currículo o obrigar a tal. O controle escolar sobre o material educativo, normalmente de natureza relativamente barata, aumenta seu custo consideravelmente em vias de uma proteção. Há a proteção também das coisas comuns. Citando um exemplo do autor, pode-se ensinar como um rádio (coisa comum) funciona, na “época certa” – definida por um currículo. Mas o aluno não poderá ou será desencorajado a descobrir por si só como

algo funciona autonomamente no momento do seu interesse. A *desescolarização é a inversão destas tendências*. O meio-ambiente físico deve estar acessível e ser o ponto de partida para uma aprendizagem autodirigida.

Pode-se citar como exemplo deste paradigma de proteção das coisas especiais voltadas ao ensino os materiais e livros didáticos e os equipamentos de laboratório para o ensino de ciências. O alto custo impresso em catálogos distribuídos pelas editoras e empresas especializadas em materiais para laboratório didático todos os anos às escolas estão longe de justificar sua aplicação, em geral, pouco profícua. Os materiais didáticos são fechados de tal forma que raramente poderão ser alterados, editados ou reaproveitados. Paga-se um valor consideravelmente alto para se ter um acesso limitado em comparação ao real potencial dos materiais. Além disso, quantias exorbitantes são gastas periodicamente para a renovação e atualização dos materiais didáticos defasados. Afinal, a ciência e a história, por exemplo, são altamente dinâmicas. Faturam (e muito) as editoras. Tal barreira institucional é resultado das licenças fechadas a que estão submetidos os recursos educacionais.

Hoje, um sistema educacional não hierárquico – sem passos sucessivos, ordenados e empacotados – soa bastante utópico numa sociedade capitalista que entende o ensino como um comércio. A mercantilização do conhecimento reforça a fragmentação curricular, já que o conhecimento deve ser “servido em doses”, respeitando um planejamento de carga horária e de conteúdos. Para Lopes (1999), além de não questionarmos a organização do conhecimento em disciplinas, também não problematizamos o porquê da presença cristalina e definitiva de certas disciplinas no currículo atual. Mais utópico ainda seria pensar que alguma política de governo tomaria providências administrativas, técnicas e legais para tornar estruturas tipo “teia” a base de uma nova instituição formal para a educação. Todavia, os recursos e as abordagens de recursos educacionais propostas por Illich são, atualmente, totalmente viáveis e reais, ainda que a instituição escolar trate estas abordagens como meros reforços às abordagens escolares.

Os Recursos Educacionais Abertos (REA), termo cunhado em 2011 pela ONU, satisfazem perfeitamente três das abordagens sugeridas por Illich: *serviço de consultas a objetos educacionais, intercâmbio de habilidades e serviço de consultas a educadores em geral*. Os REA são, basicamente, as *coisas especiais* as quais Illich se referia. São materiais educacionais com licenciamento aberto. Licenças abertas, como as da *Creative Commons* também podem tornar as coisas comuns mais acessíveis aos aprendizes. Por fim, as abordagens (2), (3) e (4) supracitadas podem ser supridas presencialmente – em encontros agradáveis e eficientes – bem como ocorrer por meio das inúmeras redes sociais amplamente utilizadas. O horizonte mirado por Illich, em diversos aspectos, já não encontra-se tão longe.

Illich coloca os professores de habilidades – *modelos*¹ – em uma categoria diferente dos objetos necessários para se aprender uma habilidade – as *coisas* – e dos companheiros dos quais se pode aprender alguma coisa – os parceiros ou colegas. Porém, para o autor, isso não significa que os professores sejam sempre indispensáveis. Os modelos, pessoas que tenham habilidades e que desejam mostrá-las na prática, são recursos necessários para um aprendiz em potencial e deveriam estar facilmente disponíveis em um sistema educacional eficiente. Ivan defende que, em geral, um estudante motivado não precisa de outra assistência humana que a de alguém que possa compartilhar as habilidades que tem daquilo que o aprendiz deseja fazer. Todavia, auto-interesses conspirariam para impedir que uma pessoa partilhe com outra suas habilidades, fazendo com que quem possua uma habilidade tire proveito de sua escassez e não de sua reprodução, numa lógica claramente mercantilista. Atualmente, o compartilhamento de habilidades através da internet vem quebrando esta lógica no campo prático. Mas, no campo do ensino, a lógica mercantilista permanece inalterada principalmente em vista da demanda por certificação. O autor acredita que a certificação tende a solapar a liberdade na educação. A solução utópica proposta por nosso autor seria a institucionalização de centros livres de intercâmbio de habilidades através de vales educativos. Grosso modo, uma espécie de troca: ensinar para aprender.

¹ Perceba que o sentido dado à palavra “modelo” aqui é diferente do sentido dado à mesma palavra na revisão da literatura – geralmente em referência a Bunge.

Em outra categoria estaria o encontro entre parceiros. Nossa instituição escolar tradicional reúne pessoas na mesma sala e os submetem ao mesmo tratamento sequencial em cada disciplina. Tudo isso definida por um currículo a ser seguido “doa a quem doer”. Assim, formam-se grupos de parceiros ao redor das metas curriculares pré-definidas por órgãos especializados. Ivan acredita que um sistema educacional proveitoso deixaria cada um definir a atividade para a qual procuraria um parceiro. A boa escola tenta descobrir o interesse em comum de seus alunos matriculados em um mesmo curso. O contrário da escola seria uma instituição que aumentassem as chances de as pessoas que, em um dado momento, compartilham o mesmo interesse específico, pudessem se encontrar – não importando o que mais tenham em comum. Uma espécie de clube. Confrontando as peculiaridades dos canais de intercâmbio de habilidades e do encontro entre colegas, Illich chama atenção ao fato de que o segundo canal necessita apenas de uma rede de comunicação e proporciona benefícios para ambas as partes. Os professores de habilidades, por sua vez, necessitam receber algum outro incentivo. Não obstante, tais encontros reduzem a necessidade de recorrer aos modelos bem como aumentam a eficiência do encontro com professores, aumentando o número de habilidades que se pode aprender.

Num último tipo de categoria, Ivan Illich descreve qual deverá ser o papel dos *educadores profissionais* no seu ideal de instituição educacional tipo teia. Resumidamente, as competências educativas cabidas a eles seriam a de criar e manejar as redes educativas e a de orientar estudantes e pais no uso dessas redes. Enquanto administradores educacionais estarão voltados em assegurar aos estudantes vias de acesso ao recursos educativos, o pedagogo ajudará o estudante a encontrar o caminho que mais rapidamente levará o estudante à meta. Na prática, sempre será imprecisa a divisão entre as tarefas do professor de habilidades e as dos líderes educacionais.

Por fim, o sonho de uma revolução educacional aos moldes do pensamento de Ivan Illich, deveria ser orientada pelos seguintes objetivos (ILLICH, 1973, p. 100):

1°) Liberar o acesso às coisas, abolindo o controle que pessoas e instituições agora exercem sobre seus valores educacionais.

2º) Liberar a partilha de habilidades, garantindo a liberdade de ensiná-las ou exercê-las quando solicitado.

3º) Liberar os recursos críticos e criativos das pessoas, devolvendo aos indivíduos a capacidade de convocar e fazer reuniões — capacidade esta sempre mais monopolizada por instituições que dizem falar em nome do povo.

4º) Liberar o indivíduo da obrigação de modelar suas expectativas pelos serviços oferecidos por uma profissão estabelecida qualquer — oferecendo-lhe a oportunidade de aproveitar a experiência de seus parceiros e confiar-se ao professor, orientador, conselheiro ou curador de sua escolha. A desescolarização da sociedade inevitavelmente tornará imprecisa a distinção entre economia, educação e política sobre a qual repousa a estabilidade da atual ordem do mundo e a estabilidade das nações.

O funcionamento de uma rede de encontros entre parceiros esboçado por Ivan Illich no início da década de 70 é extremamente simples. Esta dissertação não irá se aprofundar nos métodos propostos por se tratarem, nos dias de hoje, de tecnologias já ultrapassadas. Ainda assim, vale sublinhar a quantidade de exemplos de redes virtuais, sejam educacionais ou não, atualmente existentes. Entretanto, usualmente, a tecnologia de redes não é empregada com toda a sua potencialidade pelas instituições escolares como uma ferramenta educacional. Via de regra, a escola continua seguindo um mesmo padrão sequencial pré-definido, reforçando o conhecimento fragmentado e a falta de autonomia na aprendizagem. Mais uma vez, na óptica anarquista de Illich, esta é a essência da instituição escolar: reforçar um cidadão cada vez mais dependente das instituições para lhe fornecer tudo o que lhe é necessário.

3.4 ENSINO ABERTO E REA

Entende-se por ensino aberto aquele que permite o fácil acesso dos alunos dispostos a aprender e/ou ensinar. Além disso é importante que o processo ocorra de tal forma que determinado recurso educacional possa ser usado, aprimorado, recombinação e compartilhado. O presente trabalho defende que o Ensino Aberto pode contribuir para a formação das *teias de aprendizagem* de Illich.

Recursos Educacionais Abertos (REA) é o termo cunhado pela Unesco em 2011 para designar os *"materiais de ensino-aprendizagem e pesquisa, em qualquer suporte ou mídia, que estão sob domínio público ou*

estão licenciados de maneira aberta, permitindo que sejam utilizados ou adaptados por terceiros" (SANTANA; ROSSINI; PRETTO, 2012, p.10). Esse conceito, no contexto brasileiro, levou a produção do livro/site REA: Práticas Colaborativas e Políticas Públicas² em 2012. Neste texto, o qual trata-se de uma compilação de artigos e entrevistas sobre os REA no Brasil, os autores navegam por diversos temas como educação aberta, políticas públicas e materiais didáticos digitais no ensino. Se debruçam em refletir sobre o uso das tecnologias por parte de professores e alunos e em como levar à escola o conceito de coautoria e criação colaborativa. Essa reflexão leva-os a argumentar em favor do licenciamento aberto dos materiais culturais, científicos e educacionais. Defendem que essa meta pode ser alcançada com ajuda da ação de políticas públicas. Durante o desenvolvimento do projeto se fará uso necessariamente de Recursos Educacionais Abertos.

No cerne da utilização e criação dos REA está a questão da licenças. Os materiais educacionais de qualquer natureza, para serem realmente abertos, devem estar sob domínio público ou estar sob licenças abertas, tal como as da *Creative Commons* (CC)³. Inspirada pela GNU *General Public License*, usada por muitos projetos de software livre e código aberto, a CC oferece diversas opções de licenças, todas elas mantendo os direitos do autor. Ao mesmo tempo, as licenças CC permitem que outras pessoas copiem, distribuam e façam alguns usos do seu trabalho — pelo menos, para fins não comerciais. Exemplos de materiais sob esse tipo de licença são os vídeos disponibilizados no Youtube, os conteúdos da Wikipédia e o microprocessador de hardware livre Arduino. O próprio livro do REA está licenciado em formato aberto e, em seu prefácio, se estimula a que os usuários façam uso pleno do seu texto, que remixem-no, adaptem-o, etc. “Esse é um livro REA sobre REA” (SANTANA; ROSSINI; PRETTO, 2012, p. 13).

Os REA andam na contramão dos materiais didáticos tradicionais. Eles refletem o sonho de Illich de disponibilizar a quem tiver interesse e a

² Disponível em: <<http://livrorea.net.br>>. Acesso em: setembro de 2015

³ *Creative Commons* é uma organização não governamental sem fins lucrativos voltada a expandir a quantidade de obras criativas disponíveis, através de suas licenças que permitem a cópia e compartilhamento com menos restrições que o tradicional todos direitos reservados.

qualquer momento as coisas necessárias para o aprendizado das pessoas. Além disso, permitem aos interessados em ensinar alguma coisa que possam aproveitar, remixar e compartilhar seu próprio recurso educacional, tornando os materiais educacionais um bem público e comum. A tecnologia atual e diversas ações por todo o planeta vem trazendo à tona tais possibilidades.

3.5 ARDUÍNO

A Arduíno é uma plataforma de prototipagem eletrônica de *hardware* livre, relativamente barata, que se baseia em *hardware* e *software* flexíveis e fáceis de usar. A bandeira de licenciamentos abertos sob a qual o dispositivo e seus usuários se posicionam permitiu que uma gama imensa de informação sobre montagens de aparatos, dos mais simples aos mais complexos, estivessem disponíveis na rede mundial de computadores. Contando com esquemas de montagem e programações completas, além de fóruns de discussão aos montes, o aprendizado autônomo dos conceitos básicos necessários para se fazer pequenos projetos tecnológicos automatizados e inteligentes com Arduíno está potencialmente ao alcance de todos.

Souza et al. (2011) observam o crescente esforço dos grandes fornecedores comerciais de materiais didáticos em fornecer linhas completas de kits experimentais de física em que o computador é peça dominante na aquisição e análise de dados. Salientam que os altos custos são fatores que trabalham contra uma consumação mais ampla desse tipo de equipamento em sala de aula. Desta forma, colocam a placa Arduíno como uma alternativa para a instrumentação experimental, sendo acessível tanto monetariamente como em termos de licenciamento. Outro grande benefício é a grande quantidade de material sobre a placa encontrada na comunidade virtual gerada em torno dela.

No artigo, os autores descrevem dois experimentos de aquisição de dados possíveis de se realizar com a Arduíno. Um primeiro consiste na coleta de dados de um movimento oscilatório amortecido através da variação de luminosidade sobre um sensor LDR. Através dos dados adquiridos e com ajuda do software *LibertyBasic* pode-se demonstrar através de um gráfico o amortecimento da oscilação em função do tempo. O outro dispositivo

experimental descrito foi construído com a Arduíno ligada a sensores de temperatura que, colados em superfícies metálicas pintadas, uma em preto e outra em branco, coletariam dados de temperatura com o passar do tempo ao qual são irradiadas pela luz advindas de uma lâmpada de 150W. A ideia é a de mostrar em um gráfico a diferença das curvas de temperatura pelo tempo para cada cor de superfície.

De forma parecida Rocha, Marranghello e Luchese (2014) convidam ao uso da Arduíno em sala de aula ou no laboratório para auxílio do ensino de física. Chamam atenção para a importância da atividade experimental no ensino médio e em como a inserção das Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC) pode auxiliar a interação consciente dos alunos com os experimentos. Assim como Souza et al., os autores pontuam sobre os altos valores agregados aos materiais didáticos de laboratório apesar de serem elaborados a partir de componentes eletrônicos relativamente de baixo custo. Mas, mais didaticamente importante do que isso, enfatizam o caráter de “caixa preta” que esses dispositivos experimentais apresentam. Com base nisso tudo, o artigo oferece uma proposta de dispositivo que faça medidas de acelerações em tempo real: um acelerômetro.

O texto destes autores não discorre apenas em descrever a construção e programação do aparato e em como utilizá-lo. Vai além e especifica o funcionamento físico/eletrônico dos próprios sensores de aceleração utilizados. Acreditamos, assim como os autores, que o fato de se entender e de se compartilhar como os usuários de um dispositivo experimental a sua base física de funcionamento, extrai de tal dispositivo todo um potencial que não apareceria se este aparato fosse utilizado como uma mera “caixa preta”, de onde se retira dados prontos sem se aprofundar em de que forma eles vieram à tona.

3.6 DOCUMENTAÇÃO

No texto *Ciência aberta: dos hipertextos aos hiperobjetos* (PEZZI, 2015), Rafael Pezzi defende a tese de que objetos físicos podem ser elevados à categoria de hiperobjetos, numa analogia à transmutação dos

textos em hipertextos, aumentando o seu potencial “não rival”. O conceito de rivalidade vem da economia:

é rival aquele bem ou recurso cujo uso por alguém impede (ou compete com) o uso por outra pessoa. Os bens materiais são sempre rivais: o meu uso de uma cadeira, uma maçã ou um exemplar de um livro impede (ou compete com) o uso desses mesmos objetos por outra pessoa.”

Um bem ou recurso não rival, por sua vez, é aquele que admite usos simultâneos que não competem entre si.” ... “como as ideias, os programas de computador, as obras artísticas, científicas e culturais — são, em geral, não rivais. (Simon, 2008, p. 16).

Nesse contexto, os objetos digitais (como os hipertextos e seu conteúdo) são não rivais. Já objetos físicos apresentam uso, evidentemente, rival. Porém, o conhecimento e as representações digitais relacionadas a qualquer objeto físico são não rivais. O texto de Pezzi sugere, então, a ampliação do compartilhamento de informações digitais sobre objetos científicos. Interessado, em particular, aos objetos físicos dedicados a atividade científica aberta, coloca em destaque a importância da disponibilização da documentação de desenvolvimento e utilização dos equipamentos científicos e suas aplicações. O compartilhamento dessa documentação, segundo o autor, visa fomentar e viabilizar a reprodução de experimentos científicos. Da mesma forma que o hipertexto transcendeu o texto em suas formas de representação do conhecimento, Pezzi vislumbra a transformação dos objetos em hiperobjetos.

Hiperobjeto (adaptação de Hipertexto em Wikipédia, a enciclopédia livre) é o termo que remete a um objeto ao qual se agregam ações e/ou conjuntos de informação na forma de *blocos de códigos*, textos, palavras, imagens, sons, funções e ações, cujo acesso se dá através de referências específicas que, no meio digital, são denominadas hiperlinks, ou simplesmente links. Esses links ocorrem na forma de identificadores destacados no objeto ou em suas representações na forma de textos (tags), ícones gráficos ou imagens e têm a função de interconectar os diversos conjuntos de informações, oferecendo acesso sob demanda às informações que estendem ou complementam o *hiperobjeto*.

Para se aproveitar ao máximo o potencial não rival das informações disponíveis na *www*⁴, o autor sublinha a importância de que o conteúdo esteja sob licenças permissivas e padronizadas de forma que qualquer usuário possa acessá-las e reutilizá-las, tornando o valor do conteúdo ainda maior. Os hiperobjetos “requerem a consolidação de aspectos técnicos legais e boas práticas que permitam que estes desfrutem das possibilidades não rivais análogas aos hipertextos.” (PEZZI, 2015, p. 177) As boas práticas no desenvolvimento da documentação podem determinar o sucesso da disseminação dos hiperinstrumentos. Pensando nisso, os participantes do Centro de Tecnologia Acadêmica (CTA) da UFRGS criaram e mantêm um modelo padrão para a documentação de projetos⁵.

O CTA é um centro interdisciplinar no Instituto de Física da UFRGS, criado com base nos princípios da cultura livre. É um laboratório de criação e experimentação de tecnologias acadêmicas com intuito de atualizar a universidade e, recentemente também, o ensino médio (CTA Jr.⁶). Segundo Pezzi et. al (2017), a academia tem se mostrado lenta na tarefa de se adaptar às inovações. As ferramentas antigas são substituídas pela inovação para realizar as mesmas tarefas, fato que replica as antigas limitações às novas tecnologias. O CTA, baseado nos princípios de autogestão, busca aproveitar o potencial colaborativo das novas tecnologias e aplicá-las (PEZZI et. al, 2017).

Da mesma forma, esta dissertação defende a documentação dos projetos desenvolvidos pelos participantes da teia de aprendizagem e o seu compartilhamento, de forma a tornar estes projetos potencialmente colaborativos e não rivais. Valemo-nos do modelo de documentação mantido pelo CTA para documentação dos projetos citado acima.

⁴ Sigla para *world wide web*

⁵ Disponível em: <http://cta.if.ufrgs.br/projects/suporte-cta/wiki/Modelo_de_Documenta%C3%A7%C3%A3o>. Acesso em: setembro de 2016

⁶ Instalado no Colégio de Aplicação da UFRGS

4 METODOLOGIA DAS TEIAS DE APRENDIZAGEM

A metodologia utilizada na aplicação desse trabalho de mestrado é movida em direção ao desenvolvimento do que Ivan Illich, em seu livro *Sociedade Desescolarizada* (1973), denomina *teia de aprendizagem*. Esta seria, para nosso autor, uma alternativa não-escolarizada de ação voltada à aprendizagem das pessoas. Entendemos que uma *teia de aprendizagem* pode ser conceituada como uma rede de relacionamentos educacionais montada propositalmente por administradores educacionais para que estudantes motivados e interessados a aprender algo em comum possam desenvolver e compartilhar habilidades entre parceiros, contando com auxílio de modelos ou professores de habilidades. Illich compara estas redes com o que se faz nos clubes de interesses mútuos, com as devidas ressalvas. Como já dito nesta dissertação, adotaremos as ideias utópicas de Ivan Illich de forma pragmática. Estamos ocupados em responder: *de que maneira as ideias utópicas de Ivan Illich poderiam auxiliar a formação de um estudante mais autônomo e interessado durante o processo de sua aprendizagem?*

A formação da *teia* que, a partir de agora, denominaremos também de *intervenção desescolarizada*, deve ser de espontânea participação e livre quanto ao número de participantes e à quantidade de encontros. Porém, para que a intervenção se inicie, deve ser propiciada uma atmosfera adequada. Toda este desprendimento das burocracias escolares acaba por enquadrar nossa intervenção no contexto de um projeto extracurricular. Uma *teia de aprendizagem* pode ocorrer de maneira independente do contexto ou situação educacional em que foi motivada. No caso deste trabalho, a motivação para a intervenção foi o auxílio voltado a projetos de alunos para uma feira de ciências. Tínhamos a perspectiva de que a intervenção não acabasse após a feira, sendo esta última apenas uma “desculpa” para a inserção de uma atividade desescolarizada dentro do meio escolar. Cabe aqui ressaltar que o motivo para a intervenção não é tão importante como a própria, podendo em futuras aplicações variar bastante. Nesta aplicação, a intervenção contou com encontros extracurriculares semanais. São dois horários em que as *pessoas*, *modelos* e as *coisas* envolvidas na atividade

tiveram a oportunidade de compartilhar experiências, conhecimentos, habilidades e aptidões.

A *intervenção desescolarizada*, ou *teia de aprendizagem*, foi aplicada no colégio La Salle Carmo, uma escola de classe média na cidade de Caxias do Sul. A escola disponibiliza também algumas bolsas – parciais ou totais – para um certo número de alunos que devem prestar provas e entrevistas para se classificar. Dentro do calendário acadêmico da escola, a Mostra Científica do Carmo está prevista como um projeto dito interdisciplinar das áreas das Ciências da Natureza – Química, Biologia e Física. A feira de ciências da escola serve também como credencial para outras feiras maiores como a MOSTRASEG (Universidade de Caxias do Sul) e a MOSTRATEC (Fundação Liberato). Como visto em Barcelos, Jacobucci e Jacobucci (2010), atividades de feira de ciências são clássicas no ensino formal brasileiro, efetivando-se em diversas escolas de ensino básico desde a década de 70. Na escola, a atividade é um projeto direcionado exclusivamente para as duas primeiras séries do ensino médio e, por isso, a maioria dos alunos que participarão da nossa intervenção encontram-se nessa seriação.

Como veremos abaixo, pode-se dividir a intervenção em quatro momentos com diferentes objetivos.

4.1 1º MOMENTO – PROPICIAR A FORMAÇÃO DA TEIA

Como tarefa escolar, todos os alunos das primeiras e segundas séries do ensino médio deveriam escolher e/ou criar livremente um projeto de feira de ciências a desenvolverem para a Mostra Científica da escola. O trabalho poderia ser em grupos ou individualmente. Isso foi indiferente para aqueles que participariam da nossa intervenção desescolarizada já que, naturalmente, trocaram experiências com todos aqueles que estiveram envolvidos nela. Os alunos foram convidados a participar espontaneamente da atividade extracurricular chamada Clube de Ciências: encontros de duas a três horas de duração. É no clube que se pretende formar nossa *teia de aprendizagem*.

A participação ou não nesses encontros não traria benefícios para o aluno no que diz respeito à burocracia escolar (nota, presença, valor da

mensalidade). Essa escolha foi feita não somente para garantir que apenas os alunos que realmente interessados participem do Clube, mas por entendermos que políticas de premiação institucional estão na base da corrupção do sentido de aprender. Acreditamos que, desta forma, poderemos caminhar ao encontro de um aprendizado mais autodirigido. Alunos de outras series, ex-alunos, pais e professores colaboradores são bem vindos aos encontros. Para Illich, o confronto do aprendiz com adultos interessados em sua formação – não necessariamente o professor – é fundamental para a sua aprendizagem. Nesses encontros se formou a atmosfera ideal para a formação da nossa *teia de aprendizagem*.

4.2 2º MOMENTO – TORNAR OS RECURSOS DISPONÍVEIS

O acesso livre às *coisas*, sejam educacionais ou comuns, é essencial, segundo Ivan Illich, para caminhar rumo ao conhecimento. É nesse sentido que acreditamos serem os REA muito frutíferos para o desenvolvimento da teia de aprendizagem. O espaço físico onde os encontros ocorrerão será o laboratório de ciências da escola. Trata-se de um espaço ainda em construção na referida escola e que possui poucos equipamentos, os quais, em sua ampla maioria, encontram-se defasados e/ou danificados. Porém, um pequeno investimento foi direcionado por parte da instituição para o espaço. Com os poucos recursos financeiros em mãos foram adquiridos alguns microprocessadores *Arduino* e dispositivos e sensores eletrônicos básicos. Algumas das *coisas* (comuns e especiais) com as quais os alunos puderam contar foram: computadores (a escola conta com alguns notebooks), rede *wifi*, ferramentas básicas, sucata e livros. Apesar de importante, o espaço físico não é mais importante que o espaço virtual, onde os alunos também tem acesso a recursos para interação com coisas e pessoas. Os recursos sugeridos a serem utilizados foram preferencialmente abertos; podemos citar o uso das páginas de colaboração como *Wikipedia* e *Wikia*⁷ (ou *Fandon*⁸) para pesquisa, documentação e compartilhamento dos projetos.

⁷ www..wikia.com

Pretendeu-se explorar, quando possível e desejado pelos participantes, a utilização do microprocessador de hardware livre Arduino para auxiliar na pesquisa e na inserção da tecnologia de automação nos projetos. Com a intenção de promover o uso destes microcontroladores, com os quais a escola conta, uma pequena oficina de Arduino foi elaborada para apresentar aos alunos a ferramenta relativamente simples e barata que estaria à disposição deles para auxiliar o desenvolvimento do seu projeto. De fato, a oficina foi uma *remixagem* da oficina⁹ desenvolvida e disponibilizada pelo Centro de Tecnologia Acadêmica (CTA) do Instituto de Física da UFRGS.

O CTA busca desenvolver e aplicar todas as formas de conhecimento livre e aberto. Faz isso através da utilização de software livre e disponibilizando toda a sua criação em repositório público sob os termos de licenças permissivas. O encontro do aprendiz com uma tecnologia de prototipagem eletrônica pode gerar, em nosso entendimento, o desempacotamento das coisas comuns ao fazer com que ele, o aprendiz, vivencie uma situação que parecia-lhe algo “mágico” ou algo em que nunca parara para refletir no seu processo. Illich critica duramente tal proteção, tanto às coisas comuns às especiais (ou educacionais), ao entender que esta atitude acaba por tornar as pessoas sempre dependentes de uma instituição para satisfazer suas necessidades.

Para Illich, no processo de formação de uma *teia de aprendizagem*, as coisas e pessoas interessadas devem estar disponíveis aos aprendizes para servirem de modelos de habilidades e valores. Com esse intuito, os encontros são abertos a pais interessados, profissionais de áreas afins e outros professores que queiram cooperar com a teia ao partilhar suas habilidades.

4.3 3º MOMENTO – DESENVOLVIMENTO DOS PROJETOS

⁸ O nome da ferramenta mudou durante a escrita desta dissertação

⁹ Disponível em <http://cta.if.ufrgs.br/projects/suporte-cta/wiki/Oficina_de_Arduino_B%C3%A1sico_na_Semana_Acad%C3%A4mica_da_Engenhar ia_F%C3%ADsica>. Acesso em setembro de 2016

Com os aprendizes dispostos a participar do Clube de Ciências, partimos para a escolha do projeto que queiram desenvolver. A escolha deveria partir preferencialmente deles. Como o referido projeto seria apresentado na Mostra Científica da escola – e, por ventura, em feiras científicas externas – os participantes deveriam respeitar alguma burocracia requerida por estas: escolha do tema, elaboração de hipóteses, problema a ser resolvido, trabalho escrito, etc. Dentro das atividades da teia, estaremos mais preocupados no desenvolvimento físico e tecnológico dos projetos, na resolução de problemas e em sua documentação, do que propriamente na burocracia exigida pelas já citadas feiras.

A escolha dos temas de projetos deve ser feita sem nenhum preconceito de conteúdos curriculares. Por exemplo: um aluno da primeira série do ensino médio desta escola ainda não teve contato mais aprofundado com os conceitos da eletricidade ou da termologia. Mesmo assim o tema do seu projeto poderá estar inserido dentro de qualquer área da ciência. Acreditamos que este seja um importante passo para burlar a fragmentação curricular oferecida pelo ensino escolar. Podemos aqui invocar o conceito trazido-nos por Nehring *et al.* (2002) de *caixas-pretas*. Estas seriam questões específicas ligadas a determinadas áreas do conhecimento que naturalmente aparecerão no desenvolvimento de um projeto. Uma das etapas do desenvolvimento das *Ilhas de Racionalidade* de Fourez (1994) é a escolha de quais caixas-pretas abrir. Ou seja, quais questões mais complexas serão respondidas. Nem todas as caixas-pretas precisam necessariamente serem abertas. Segundo os autores, para a abertura de uma caixa-preta se faz necessário a obtenção de modelos que deem conta de resolver ou explicar a pergunta.

É nesse terceiro momento da intervenção desescolarizada que o encontro entre colegas e com professores de habilidades se concretiza. Podemos considerar cada projeto como uma teia, mas também o conjunto de todos os projetos que forem desenvolvidos no Clube de Ciências. Afinal, cada grupo pôde partilhar entre membros do mesmo grupo mas também com os parceiros de outros. Esperamos contar com a presença de profissionais e professores para servirem de modelos para a troca de habilidades com os aprendizes.

4.4 4º MOMENTO - DOCUMENTAÇÃO E COMPARTILHAMENTO

Para que a intervenção seja efetivamente aberta, é esperado que o conhecimento gerado feche o ciclo pesquisa-criação-documentação-compartilhamento. Nesse terceiro momento, os participantes deveriam fazer a documentação do seu projeto para posterior compartilhamento. Se fez necessário que os participantes entendam a importância dessa etapa do projeto. Rafael Pezzi, no livro *Ciência Aberta, Questões Abertas* (PEZZI, 2015), lança mão dos conceitos advindos da economia de *recursos rivais* e *recursos não rivais* na defesa de que o conhecimento seja aberto. Para este autor, o conhecimento é um bem não rival, ou seja, um recurso que permite uso simultâneo e que não compete entre si. Vale aqui ressaltar aos participantes que esse segundo momento da intervenção pode ser executado mesmo que o projeto ainda não esteja pronto. Ou ainda, a documentação poderá ser feita paralelamente ao desenvolvimento de seu projeto. Tal ferramenta pode ajudar na organização e desenvolvimento do respectivo projeto.

Elegemos como plataforma para a realização da documentação e compartilhamento dos projetos o site Wikia¹⁰. Trata-se de um serviço de hospedagem gratuita para hipertextos e de código aberto criado em 2004 por um dos fundadores da famosa Wikipedia. Atualmente, a plataforma conta com versão em português. Como já adiantado em uma seção anterior desta dissertação, adotamos o modelo de documentação desenvolvido e mantido pelo Centro de Tecnologia Acadêmica (CTA) da UFRGS no desenvolvimento de seus projetos como referência para documentação e compartilhamento dos projetos desenvolvidos pelos participantes do Clube de Ciências. Com estes procedimentos almejamos que os projetos de feira de ciências dos participantes da nossa intervenção desescolarizada tornem-se *hiperobjetos*. Ou seja, que sejam agregadas aos projetos desenvolvidos conjuntos de informação sobre este nas mais variadas formas: textos, imagens, sons, vídeos, códigos, etc.

¹⁰ Disponível em: <<http://www.wikia.com>>. Acesso em: setembro de 2016

Nosso trabalho teve como intenção favorecer uma aprendizagem mais livre e autônoma através da formação do que Illich acredita ser a chave para uma nova instituição educacional moderna: as teias de aprendizagem. Em particular, os assuntos desenvolvidos no Clube de Ciências serão de cunho científico e tecnológico. Além disso, almejamos que a fragmentação do conhecimento induzida pela escola seja, mesmo que levemente, superada, já que os conteúdos curriculares não guiarão nossa intervenção. Ao contrário: será o projeto de interesse do participante que deverá decidir e indicar quais os conceitos serão abordados, pesquisados e – se tivermos êxito – apreendidos.

5 APLICAÇÃO E RESULTADOS

No presente capítulo, discorreremos sobre a aplicação do projeto de intervenção¹¹ desescolarizada que foi aplicado junto ao colégio La Salle Carmo em Caxias do Sul – RS. De fato, poderíamos dizer que a intervenção foi aplicada duas vezes, em 2015 e 2016. Cabe aqui informar que o Clube de Ciências acabou tornando-se um projeto pedagógico oficial da escola. Sendo assim, não trataremos a primeira aplicação como um pré-projeto pois cada teia de aprendizagem aos moldes do Clube de Ciências que poderá ser desenvolvida futuramente teria diferentes características - influenciadas, principalmente, pelo contexto e interesse naquele momento de seus participantes – fazendo com que cada intervenção tipo teia seja singular.

Figura 1 – Logo do Clube de Ciências



5.1 ENCONTRO INAUGURAL

Para a primeira atividade do Clube, em 2015, contamos com a participação de 13 alunos (9 da primeira série e 4 da segunda série). Em 2016 foram 16 alunos a participarem do primeiro encontro (10 da primeira série, 5 da segunda e um da terceira série). Tais números, já no primeiro ano

¹¹ Para evitar qualquer confusão, preferimos utilizar a palavra intervenção para referirmo-nos à aplicação deste projeto de mestrado e, desta forma, o termo projeto ficará reservado preferencialmente para indicar os projetos desenvolvidos pelos participantes do Clube de Ciências

de aplicação, variaram muito durante o decorrer do ano letivo. Como Illich chama atenção, as burocracia do ensino sequencial e dos termos de pré-requisitos podem se constituir em uma barreira na aprendizagem. Concordamos com nosso autor que, em diversas situações, a criação destas barreiras são desnecessárias. Por este motivo, participantes novos ou não assíduos foram aceitos sem nenhum tipo de repreensão – a não ser das penas de não cumprimento das expectativas ou objetivos de seus projetos.

Retomando a descrição dos encontros inaugurais da nossa intervenção desescolarizada, eles consistiram em dois momentos diferentes:

- 1º) uma troca de ideias sobre o que seria o Clube de Ciências;
- 2º) oficina de *Arduíno*.

No primeiro momento ocorreu uma pequena explanação sobre como funcionariam os encontros e quais os propósitos do Clube. Ideais como os da ciência aberta, conhecimento livre, software e hardware abertos, licenças permissivas, documentação e compartilhamento foram apresentados aos alunos presentes. Houve um certo estranhamento por parte da maioria dos presentes principalmente quando se ouve falar em licenças permissivas e compartilhamento.

Não é de se admirar que isto sucedesse com seres inseridos desde de cedo em um paradigma mercantilista, no qual “todos os direitos são reservados”. Foi muito interessante observar este primeiro contato com algo tão fora do comum na vida destes aprendizes: a liberdade de acesso às coisas. Outros desdobramentos quanto ao licenciamento aberto foram observados no decorrer da intervenção e serão discutidos na sequência deste capítulo. Caberia, futuramente, um estudo específico de como essas ideias refletiriam em crianças/alunos em diferentes contextos sociais. Dentro da ótica de Illich, a instituição escolar, através da ação de seu *currículo oculto*, é protagonista na formação do pensamento de dependência institucional no trabalho de satisfazer as necessidades do cidadão. A adoção do paradigma consumista torna fácil e demasiadamente aceitável o empacotamento protecionista institucional das coisas em geral em todas as esferas da vida moderna. Movimentos como os da educação aberta e da ciência aberta defende um outro caminho, um caminho de abertura das coisas. Os Recursos Educacionais Abertos (REA) são recursos voltados à

aprendizagem que permitem quebrar com a norma de empacotamento daquilo que Ivan Illich denomina de *coisas especiais* (materiais e objetos educacionais).

No segundo momento, os presentes participaram de uma oficina de Arduíno. A atividade constitui-se em uma breve explicação sobre a placa e de montagens simples com programações também simples que foram aumentando de nível de complexidade. Tudo foi organizado em uma apresentação de slides em formato aberto (.odp¹²) que foi enviada por e-mail aos participantes. No primeiro ano da oficina contamos com 5 placas e no segundo com 7 placas. Além disso, materiais básicos para a montagem foram também disponibilizados: *protoboard's*, *jumpers*, LED's, resistores, potenciômetros, LDR's, botões, etc. Um fato aconteceu em decorrência deste encontro que acabou por influenciar a aplicação do restante do projeto. Um pai de um dos participantes, ao saber que o filho havia manuseado o Arduíno, interessou-se pelo projeto e foi prontamente convidado a participar como um professor de habilidades. Voltaremos a falar diversas vezes desse profissional durante a dissertação. A formação e área de atuação profissional dele é a engenharia elétrica. Além disso, esse pai tem muitas habilidades e experiência na área de micro controladores encaixando-se perfeitamente naquilo que Illich denomina *modelo de habilidades*.

¹² Apresentação *Open Document*.

Figura 2 - Participantes em um dos encontros do Clube de Ciências



Fonte: Daniela Boff, 2015.

5.2 SEGUNDO ENCONTRO: WIKIA

Neste encontro, nos aprofundamos um pouco mais na importância da documentação e compartilhamento e introduzimos superficialmente a ferramenta que utilizaríamos para tal tarefa: o site de construção coletiva de hipertextos *wikia*. No primeiro ano do clube, a explanação e instrução realizada sobre a ferramenta de hipertexto a ser utilizada foi feita em poucas linhas pelo professor. No segundo ano, essa etapa contou com a ajuda de um dos participantes do primeiro ano que acabou se tornando um colaborador ativo dos projetos documentados no site. Naturalmente, o participante tornou-se um modelo de habilidades na construção dos hipertextos. Claramente, tais habilidades foram adquiridas autonomamente devido ao interesse do aprendiz no uso da ferramenta *wikia*.

Durante o processo do desenvolvimento dos projetos estas tarefas de documentação encontraram muita resistência por parte dos participantes. Podemos apontar dois motivos aparentes dessa atitude:

1º) os aprendizes não incorporam a bandeira do conhecimento aberto e livre pois tratam-se de seres altamente escolarizados, não entendendo

realmente aonde os tipos de ação de compartilhamento levariam a vantagens na vida institucionalizada;

2º) os aprendizes estão sobrecarregados de burocracias e obrigadoriedades escolares (dentro delas, a própria Mostra Científica da escola exigia diário de bordo, trabalho escrito e pasta bibliográfica) que não deram importância para a questão do desenvolvimento dos *hiperobjetos* por não ser algo que – numa linguagem especificamente escolar – “vale nota”.

Concluimos aqui que uma nova abordagem deve ser criada para ressaltar os conceitos e as vantagens do conhecimento aberto e dos *hiperobjetos* em futuras intervenções desescolarizadas do tipo da desenvolvida como projeto dessa dissertação de mestrado. Contudo, como veremos na descrição de alguns projetos mais adiante, um dos projetos desenvolvido por uma dupla de participantes foi justamente a construção coletiva de resumos e esquemas, no formato de hipertextos abertos (no *wikia*) que ajudassem a turma da qual fazem parte durante o estudo das disciplinas escolares.

5.3 DEMAIS ENCONTROS

Os demais encontros da nossa intervenção seguiram ocorrendo sem planejamento rígido, sendo guiados principalmente pela demanda de interesses dos alunos participantes. O número de participantes variou de encontro a encontro. Vários fatores colaboraram para isso. Podemos citar o interesse no projeto (por exemplo, alguns grupos contavam com quatro participantes mas que apenas uma fração destes mantinham frequência assídua), nível de desenvolvimento do projeto, época de provas e demais compromissos escolares entre outros. Além dos alunos participantes, alguns professores da área das Ciências da Natureza também compareceram regularmente para orientar alguns projetos. Ademais, um dos participantes mais ativos e interessado em ajudar compartilhando seu conhecimento, foi o pai de um participante. De formação e profissão da engenharia elétrica, foi imprescindível no compartilhamento de habilidades para o desenvolvimento

de diversos projetos. Os aprendizes aprenderam a admirá-lo e, muitas vezes, a se espelhar nele como modelo de profissional.

5.4 DESCRIÇÃO DOS PROJETOS DESENVOLVIDOS

Nesta seção, dissertaremos a respeito de alguns projetos desenvolvidos pelos participantes de nossa intervenção desescolarizada. Escolhemos para constar aqui aqueles projetos que foram mais consistentes e que tiveram a maior parte do seu desenvolvimento atrelado ao Clube de Ciências. Não obstante, outros projetos que não descreveremos aqui, também receberam apoio dos participantes da teia de aprendizagem, porém em menor escala. Dito isso, destacamos um total de oito projetos, o que resulta em um envolvimento de 19 alunos. Como já explicado, esse número de alunos não correspondeu sempre aos participantes de cada encontro. No final das contas, mesmo que apenas um aluno de um grupo de quatro fosse assíduo nos encontros, isto seria mais proveitoso do que se todos estivessem presentes mas, eventualmente, dispersos das atividades. O quadro 2 relaciona os nomes dos trabalhos desenvolvidos durante a intervenção desescolarizada, juntamente com uma rápida descrição dos mesmos. Em seguida descreveremos com maior detalhamento três projetos.

Quadro 2 – Projetos desenvolvidos no Clube de Ciências

Nome do trabalho	Descrição
Hortomática	Horta inteligente que, através de sensores de temperatura, de umidade do ar e do solo e de luminosidade, alimentava informações sobre as condições da horta num visor LCD
Hiper-resumos	Resumos colaborativos no Wikia sobre os conteúdos curriculares
Blinduino	Óculos auxiliar para deficientes visuais, que através de sensores de ultrassom e pequenos motores de vibração, alertam o usuário deficiente a presença de obstáculos
	Persiana adaptada para operar

Persiana automatizada	automaticamente de acordo com a luminosidade natural
Bicigeradora	Dispositivo, construído a partir de motor de máquina de lavar, para se acoplar a uma bicicleta comum a fim de se transformar energia mecânica em elétrica
Girarduíno	Placa solar que segue automaticamente o movimento aparente do Sol com finalidade de se aumentar a eficiência na geração de energia a partir da luz solar
LED automatizado	Lâmpada LED adaptada para regular sua potência de brilho de acordo com a luminosidade natural, a fim de se economizar energia elétrica
Foto Turbidez	Aparato construído para analisar a turbidez da água

5.4.1 *Blinduíno*

O *Blinduíno* trata-se de um projeto voltado à melhora da qualidade de vida dos deficientes visuais. No primeiro ano da intervenção desescolarizada, uma aluna da primeira série do ensino médio – após a participação do primeiro encontro no qual tiveram uma pequena oficina sobre o *Arduino* – vislumbrou o que seria o seu projeto para a Mostra Científica da escola. Recordemos que, durante o processo de divulgação da atividade extracurricular em sala de aula, foi levada uma montagem com *Arduino*, que consistia em um sensor de ultrassom utilizado para medir distâncias que eram mostradas em uma tela de LCD. Impulsionada pela montagem e entendendo um pouco mais sobre a lógica do microprocessador e sensores utilizados, a participante teve a seguinte ideia: o desenvolvimento de um óculos dotado de um sensor de ultrassom voltado para deficientes visuais. A ideia seria que, de alguma forma, o dispositivo avisasse o usuário deficiente

de obstáculos que estivesse fora do alcance da sua tradicional bengala (Bastão de Hoover), como obstáculos acima da cintura. Desta forma, galhos de árvore e travessas poderiam ser detectadas evitando-se prováveis acidentes. A primeira ideia da aluna e suas parceiras de grupo (eram três no total) foi de um fone de ouvido que emitisse sinais sonoros como aviso dos obstáculos detectados.

Iniciou-se, então, o desenvolvimento do projeto com uma discussão do que seria mais relevante para seu desenvolvimento. Ficou combinado que uma visita a uma instituição voltada ao auxílio de deficientes visuais para uma conversa/entrevista com profissionais da área e com os próprios deficientes. Foi escolhida a APADEV¹³ de Caxias do Sul. Mais adiante, relataremos sobre tal encontro. Feito isso, passamos para a parte prática. A tarefa dada para as participantes foi montar num *protoboard* um dispositivo que medisse distância com o Arduíno e o sensor de ultrassom HC-SR04. Seria algo parecido com aquele que havíamos levado às salas de aula durante o convite para participação do Clube. Lembrando que apenas uma das integrantes havia participado da oficina de Arduíno. Aquilo que, antes da oficina de Arduíno, antes de enxergarem o aparato que media distâncias através do sensor de ultrassom em sala de aula, talvez parecesse impossível já não o era.

Contando com um *kit* contendo jumpers, *protoboard*, LED's, sensor ultrassônico e um computador com acesso a internet, rapidamente a dupla já havia encontrado montagens semelhantes com explicação e programação disponíveis. Num primeiro contato com o *protoboard*, algumas confusões são naturais de se ocorrer. Ainda mais se lembrarmos que estamos falando de aprendizes que pouco sabem sobre elétrica ou eletrônica. Mesmo assim, com alguns ajustes e um pequeno auxílio, o aparato estava pronto e mostrando as distâncias na tela do computador. Duas perguntas foram lançadas para o grupo. Como se determina uma distância através da propagação de ondas? Como se poderia transformar os valores das distâncias medidas em sinais de saídas proporcionais as quais seriam traduzidas em sinais sonoros nos ouvidos dos usuário do dispositivo?

¹³ Associação dos Pais e Amigos dos Deficientes Visuais.

No encontro seguinte, as perguntas já haviam sido pensadas. A distância é determinada através do produto do intervalo de tempo e da velocidade de propagação das ondas no meio em questão. Mas a segunda questão não seria tão trivial assim. Sua resposta exigiria um maior aprofundamento na questão da programação e do Arduino. *Fica evidente aqui que a aprendizagem autônoma tem um limite.* Este limite se dá quando se faz necessário uma consulta a especialistas ou modelos de habilidades, um dos quatro canais necessários para uma nova instituição educacional conforme defende o autor de nosso referencial.

Sendo assim, e já esperando por isso, compartilhamos numa breve discussão informações sobre as entradas e saídas digitais do Arduino, além das entradas analógicas, de maneira um pouco mais aprofundada do que as que foram oferecidas na oficina. Acontece que nosso micro-controlador possui apenas saídas digitais, o famoso zero ou um. Na forma elétrica, 0V ou 5V. Porém, ele conta com saídas *PWM*¹⁴ com a qual se pode simular uma saída analógica, ou seja, que forneça valores que variem de 0 a 5V. As saídas *PWM* do Arduino conseguem dividir os 5V em 255 partes o que é suficiente para o nosso nível de refinamento para aplicar neste projeto. Deste modo, preparamos uma montagem para que as participantes construíssem para aplicar os conhecimentos recém compartilhados sobre as portas de entrada e de saída do Arduino. O protótipo a ser montado consistiu em um sensor de luminosidade LDR e a conversão dos valores da entrada analógica, através da programação, para uma saída digital *PWM* a qual faria um LED brilhar com potência inversamente proporcional aos valores recebidos na entrada. A etapa foi cumprida com êxito e animação por parte das participantes. Julgamos que deva ser realmente excitante para pessoas acostumadas a perceber a tecnologia como uma coisa pronta e empacotada, constatar que podemos agir efetivamente sobre ela. Fazer um computador “obedecer” aquilo que determinamos através da leitura de parâmetros físicos e automatizar algum dispositivo através disso.

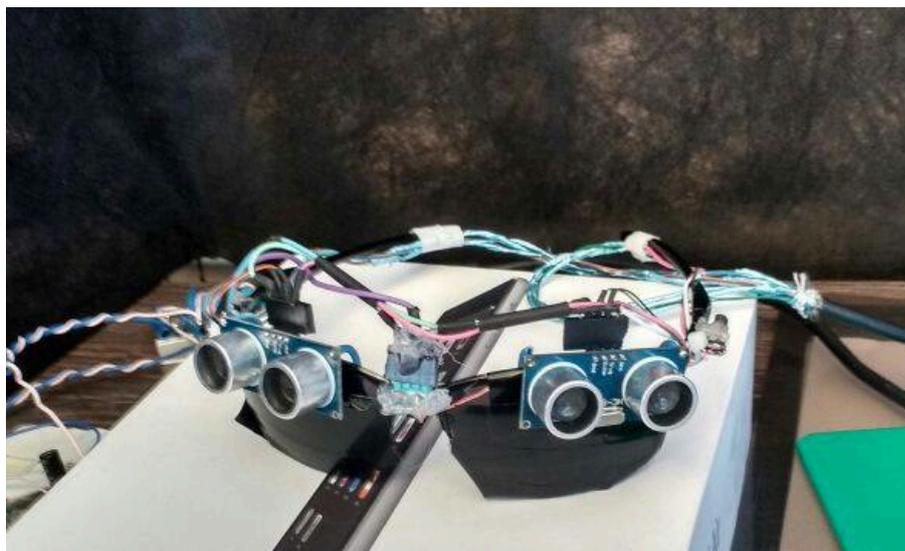
¹⁴ Modulação por largura de pulso (MLP), mais conhecida pela sigla em inglês *PWM* (Pulse-Width Modulation).

Figura 3 - Primeiro protótipo do blinduíno com sensor de ultrassom controlando LEDs de diferentes cores, cada uma relacionada com um intervalo de distâncias



Fonte: Ismael de Lima, 2014.

Figura 4 - Protótipo final do blinduíno com sensor de ultrassom controlando motores de *vibra call* de celulares antigos



Fonte: Ismael de Lima, 2015.

Na sequência do desenvolvimento do projeto *Blinduíno*, as participantes fizeram a visita à APADEV. O dispositivo proposto por elas foi apresentado a alguns deficientes e profissionais responsáveis pelo auxílio dos mesmos. A ideia foi bem recebida, porém uma importante contribuição e crítica foi feita. A ideia inicial dos sinais sonoros para comunicar aos usuários deficientes visuais não foi bem recebida por eles visto que já utilizam o senso da audição pra suprir algumas necessidades visuais não disponíveis. Por conseguinte, um novo problema deveria ser resolvido. De fato, quando as participantes apresentaram-nos o problema, já apresentaram-nos também a solução pensada: utilizar motores de *vibra call* de celulares antigos. Dessa forma, os obstáculos seriam informados através de sinais táteis e não sonoros.

Esse projeto não se configura em uma ideia que se possa chamar de totalmente original. Uma pequena pesquisa na internet nos permite encontrar alguns protótipos já construídos de dispositivos com a mesma ideia. Contudo, a originalidade não é nosso principal foco na *teia de aprendizagem* – mesmo que para as mostras científicas onde o projeto poderá ser exposto esta característica seja relevante. Na intervenção, mais importante que a

originalidade foi o maior protagonismo durante o processo de *apropriação do conhecimento*.

Uma perspectiva que achamos importante florescer junto aos participantes é a da possibilidade de se desenvolver algo tecnológico, mesmo que não tenham um certificado para tal. Admitimos, assim como Ivan Illich, que a sociedade do consumo desencoraja o não-especialista a descobrir por si só. A escola, em geral, faz o mesmo. Pedimos licença para sublinhar aqui que, se nossa atividade fosse escolarizada, talvez não permitiríamos que o projeto requerido pelo grupo fosse desenvolvido nesta etapa de sua formação escolar. Afinal, a construção do aparato iria precisar da apropriação de conceitos de elétrica, ondulatória e mecânica para ser construído. Os dois primeiros conteúdos (numa linguagem escolar) estão reservados ao último ano do ensino médio na escola em que esta intervenção ocorreu. Este fato já justifica a denominação *desescolarizada* que estamos utilizando. Entretanto, vale ressaltar que Nehring *et al.*(2012), através das *ilhas interdisciplinares de racionalidade*, conceito de Fourez, colabora significativamente para transpor as barreiras sequenciais do fragmentado currículo escolar. Para os autores citados, ao se abordar um problema (no contexto da pedagogia de projetos), deve-se mapear quais as *caixas-pretas* existentes – questões específicas ligadas a um determinado conhecimento científico. Posteriormente ao mapeamento, deve-se avaliar quais delas serão abertas com ajuda de especialistas, quais serão abertas com a aptidão dos próprios envolvidos e quais simplesmente não serão abertas.

No contexto deste projeto, a *caixa-preta* das questões mais específicas da eletrônica envolvida no funcionamento do sensor não mereceram serem abertas em nosso entendimento. Questões de ondulatória, em particular a acústica, foram parcialmente abordadas pelo professor de física (o professor de habilidades para Illich ou o especialista para Nehring). No entanto, o problema mecânico de como um dispositivo poderia determinar uma distância através da geração e recepção de ondas mecânicas teve sua solução a cargo dos aprendizes.

5.4.2 *Girarduíno*

A ideia inicial desse projeto, o *girarduíno*, adveio do estímulo que a oficina do Arduíno trouxe à maioria dos aprendizes que dela participaram. Dois desses participantes, novamente do primeiro ano do ensino médio, partiram a pesquisar na rede de computadores aplicações e projetos com o uso do micro controlador recém apresentado a eles. Na semana seguinte, vieram com o seu “achado”. Um vídeo no Youtube de um aparato robótico programado para seguir pontos com maior luminosidade. Um girassol robótico. Nas descrições do vídeo, uma característica que majoritariamente acompanha os entusiastas da utilização da placa: o compartilhamento de informações relevantes para a construção do aparato como, por exemplo, o código fonte que comandaria as ações dos motores e detalhes da montagem mecânica. Nada muito organizado, mas útil. No vídeo, os alunos identificaram os sensores LDR em funcionamento, os mesmos sensores que já haviam conhecido na apresentação da montagem “*teremim de luz*” em sala de aula e na oficina de Arduíno. Talvez esse fato tenha contribuído para a identificação e interesse deles para com o aparato. Contudo, algumas questões foram colocadas aos proponentes. *Qual a utilidade prática do objeto? Porquê construí-lo? Que problema se poderia resolver com o auxílio dele?*

A solução dada ao problema lançado aos alunos foi a de se utilizar o objeto descrito no vídeo – o girassol robótico – para automatizar a posição e direção de um painel fotovoltaico de captação de energia solar de acordo com a posição solar. Novamente, esta não é uma construção totalmente original. Posteriormente, encontramos muitas montagens parecidas aplicadas a captação automatizada de luz solar. Porém, a quantidade de conceitos da física que seriam utilizados no desenvolvimento de tal projeto, tornam-no potencialmente significativo na aprendizagem destes conceitos por parte dos participantes.

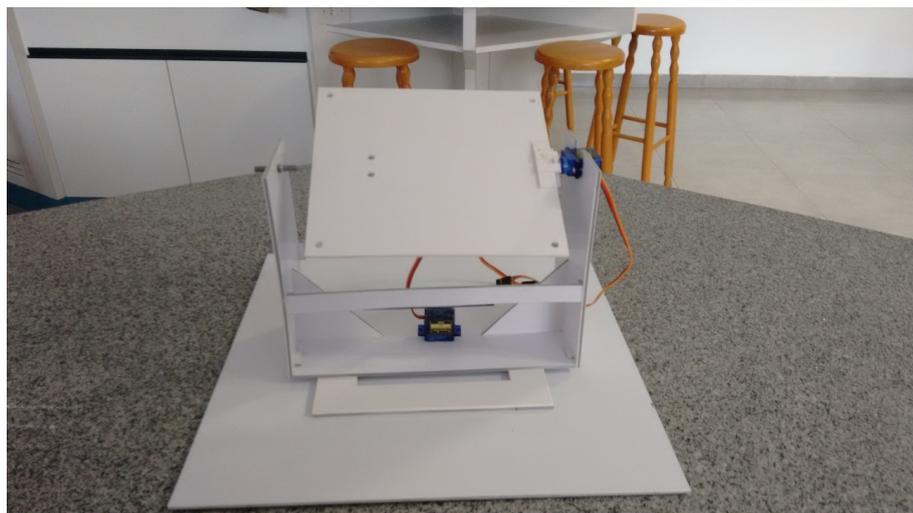
Um painel solar fotovoltaico tem seu funcionamento baseado na transformação direta da energia luminosa nela incidente em energia elétrica. Um dos parâmetros fundamentais que influencia no rendimento desse tipo de gerador elétrico é o ângulo formado entre os raios de luz incidente e a área de superfície do painel. Sendo assim, o problema a ser respondido com a

construção e uso do *girarduino* é se haveria um aumento na produção de energia elétrica por um painel solar fotovoltaico utilizando-se a automação para que siga o movimento aparente do Sol ao longo do dia. O trabalho seria o de adaptar o projeto descrito no vídeo, que consistia simplesmente em um girassol robótico, para um painel solar que se posicionasse segundo um ângulo, horizontal e vertical, de maneira a receber maior incidência da luz solar. Assim, podemos considerar que o vídeo utilizado configura-se como um REA, já que disponibilizava algumas informações que facilitaram a adaptação daquele objeto para a criação de um novo. Ressaltamos que é importante que, para que um ciclo de compartilhamento se feche, uma documentação do novo objeto seja disponibilizada para que outras pessoas possam se beneficiar e novas aplicações possam surgir a partir dele.

O girassol robótico no qual os alunos se inspiraram para a criação tem seu funcionamento baseado em quatro sensores de luminosidade (LDR) dispostos em um plano que pode ser rotacionado, através de dois servos motores¹⁵, em torno de um eixo horizontal e um eixo vertical. A programação no Arduíno é feita de tal forma que os motores busquem a posição para a qual a luminosidade medida nos sensores seja aproximadamente a mesma em todos os quatro. O desenvolvimento do projeto iniciou com a montagem mecânica do girassol. Os alunos construíram uma primeira versão do aparato com uma armação em arame rígido. Sabíamos que não era a melhor forma de se construir mas foi suficiente para darmos os primeiros passos na programação para a automação. Copiamos o código fonte disponibilizado pelos autores do vídeo do girassol e colocamos rodar. Foi um fracasso. O código parecia não estar certo. Havia alguns erros de sintaxe que foram corrigidos, mas mesmo assim o girassol não se comportava como o esperado. Com o movimento dos motores já percebemos que não seria possível manter aquele tipo de suporte sobre o qual futuramente seria colocado o painel solar. Os desenvolvedores partiram então para a resolução de dois novos problemas. Um era a parte mecânica da construção do suporte para a placa, o outro seria a questão da programação.

¹⁵ Servo motor é um motor com liberdade de giro de 180° a 360° (dependendo do modelo) e que possui alta precisão de posição.

Figura 5 - Foto do suporte móvel para o painel construído pelos alunos desenvolvedores do projeto



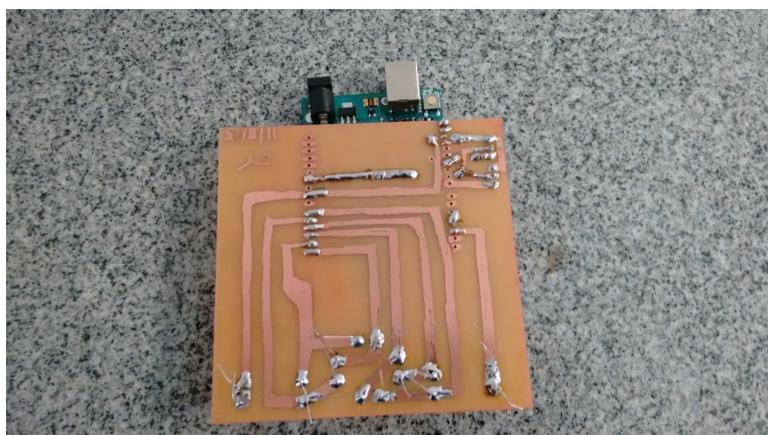
Fonte: Ismael de Lima, 2015.

No encontro seguinte, uma solução para o problema mecânico foi apresentada. Os alunos desenvolvedores, com a ajuda de um adulto da família, construíram uma base em plástico cortado à laser (figura 3). O suporte contava com um eixo horizontal acoplado a um dos servos. O eixo vertical contava com o acoplamento direto de uma base em forma de “U” ao outro servo. Este eixo apresentou diversos problemas sendo modificado algumas vezes até ser encontrada a melhor opção para aquele momento. Finalmente poderia se testar a programação.

O código do programa para automação da base já havia sido corrigida e os alunos desenvolvedores, apesar de não terem formação alguma na área de programação, já haviam o entendido. Tudo parecia estar certo, porém as leituras nos sensores não faziam a base se comportar da maneira esperada. Nessa altura do projeto, a ajuda profissional foi importante. Todos aprendemos com a complexidade e dificuldade de se sair do mundo do ideal e trabalhar com um sistema físico real. Primeiramente, foi sugerida a construção de um circuito diferente do que constava na descrição original do vídeo. Mesmo assim, os motores não respondiam perfeitamente como esperávamos. A questão era de que diversos ruídos elétricos estavam interferindo profundamente nas leituras dos sensores. A solução sugerida pelo adulto colaborador foi a de se construir uma espécie de *shield*, uma

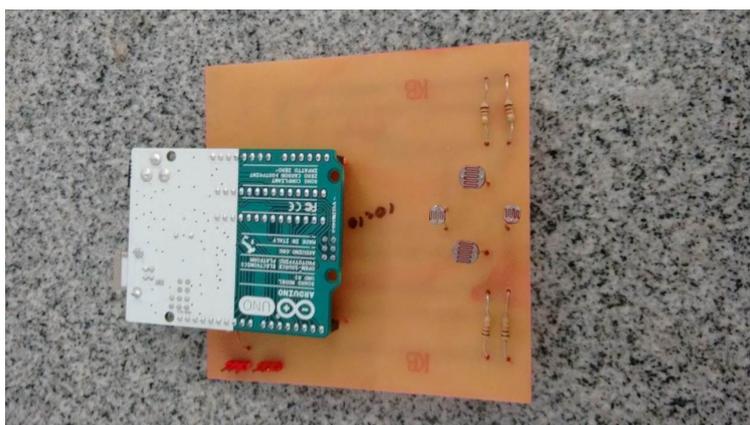
placa de circuito impresso sobre a qual colocaríamos por encaixe o Arduino e soldaríamos os componentes, eliminando assim a necessidade de fios e do *protoboard*. A técnica utilizada foi a da corrosão de uma placa de circuito impresso virgem com o uso de perclorato de ferro. Com o auxílio do adulto, os alunos assumiram essa etapa. Desde o desenho do circuito, passando pela etapa da corrosão da placa, até o ato de soldar os componentes e pinos de encaixe para o Arduino, os participantes estiveram altamente envolvidos.

Figura 6- Visão inferior do *shield* construído pelos alunos desenvolvedores



Fonte: Ismael de Lima, 2015.

Figura 7- Visão superior do shield construído pelos alunos desenvolvedores

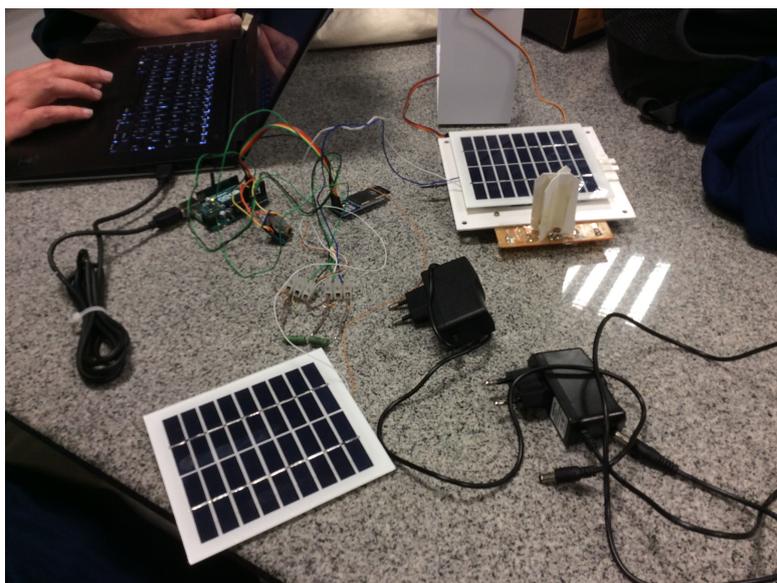


Fonte: Ismael de Lima, 2015.

Assim como Illich, concordamos que as pessoas devem reformular a forma com que interagem com as coisas comuns. A sociedade do consumo desencoraja que saibamos ou que investiguemos como as coisas comuns

funcionam. É como se o processo não importasse, mas apenas o resultado. Durante o desenvolvimento deste e de outros projetos, pudemos identificar a surpresa de alguns participantes nos momentos da descoberta de que certas coisas, que antes pareciam inconcebíveis, eram possíveis de se fazer. O fascínio de se enxergar as coisas não só como uma caixa preta, mas como algo que depende de um processo.

Figura 8- Painéis solares e circuito do data logger para salvar dados de leitura



Fonte: Ismael de Lima, 2015.

Figura 9 - base móvel, painel solar e placa de circuito impresso



Fonte: Ismael de Lima, 2015.

Porém, o desenvolvimento ainda se encontrava na fase inicial. Esse projeto teve um longo tempo de desenvolvimento. Os alunos participaram dos dois anos de aplicação da intervenção desescolarizada. Chamamos atenção ao fato de que a motivação dos alunos não diminuiu a cada dificuldade encontrada, mas ao contrário. Acreditamos que eles tenham se dado conta que, a cada obstáculo ou etapa cumprida, mais conhecimento eles tinham sobre o aquilo que estavam desenvolvendo.

5.4.3 LED automatizado

Uma das atividades clássicas da oficina de Arduino consiste em automatizar uma lâmpada LED através da variação de luminosidade em um sensor LDR. Na oficina, o controle era feito para mudar a frequência com que o LED acendia e apagava. Com isso em mente, um grupo de alunos perguntou: *seria possível controlar com o Arduino a intensidade luminosa de uma lâmpada conforme a luminosidade de uma sala?* O intuito de tal dispositivo seria o de diminuir o consumo de energia elétrica em ambientes que contam com uma iluminação natural. A partir desta ideia, mais um projeto estaria nascendo. O LED Automatizado consiste em uma pequena maquete com dois ambientes. Um dos ambientes seria iluminado por um LED que

permaneceria aceso com seu brilho nominal. Já o outro ambiente teria um LED automatizado pelo Arduíno que, de acordo com a luminosidade natural que influenciaria tal ambiente, pudesse aumentar ou diminuir sua potência. De alguma forma seria necessário se comparar os valores de consumo para se provar, ou não, a eficiência da automação. Em tempo, o LED automatizado foi desenvolvido por um grupo de alunos também do primeiro ano do ensino médio. Pouco sabiam eles a respeito dos conceitos e técnicas de eletricidade antes de envolver-se no projeto. Porém, com os conceitos básicos da eletrônica vistos na oficina de arduino, e um pequeno aprofundamento sobre as suas saídas digitais *PWM*, foi possível construir um primeiro protótipo de automação de um pequeno LED através da variação de luminosidade em um LDR.

Contudo, algumas barreiras se impuseram. O Arduíno trabalha com pequenas tensões (de até 5V) e pequenas correntes (em torno de 40mA por pino). Para se iluminar um ambiente, mesmo que em uma pequena maquete para demonstração e testes de comparação, se faria necessário a utilização de um LED um pouco mais potente do que aqueles de 5mm que utilizamos na oficina. Para isso, precisaríamos do auxílio de uma fonte de, no mínimo 12V. O problema a ser resolvido era o de como se controlar com o Arduíno cargas vindas de fontes externas. A demanda levou a uma pequena explanação e prática de eletrônica aos alunos e ao professor comandada pelo adulto colaborador. Com um aprofundamento um pouco maior do que havíamos abordado a eletrônica na oficina de Arduíno, os alunos acompanharam a abertura de uma *caixa-preta* com a ajuda de um profissional da área em questão. Com isso em mãos, partiu-se para a construção do novo protótipo. Em poucos dias, um LED de 12V já estaria sendo controlado pela luminosidade no sensor. Em seguida construíram uma simples maquete para colocarmos as duas lâmpadas. Porém, ainda faltava realizar os testes.

Para a comparação entre os consumos de cada uma das lâmpadas os alunos pesquisaram e concluíram corretamente que seria necessário a medida da energia elétrica dissipada pelos LED's. Porém, a solução dada pelos aprendizes para o cálculo do consumo – o produto entre a intensidade da corrente medida, da tensão elétrica aplicada e do tempo – não seria

aplicável na situação. A questão é que o PWM controla a potência da lâmpada automatizada através da modulação da largura de pulso enviada pelo pino de saída do Arduino. Ou seja, a lâmpada consome menos potência pois, efetivamente, fica menos tempo ligada à tensão. É como se ela fosse ligada e desligada diversas vezes enquanto a outra lâmpada, sem o controle, permanece ligada o tempo todo. Sendo assim, a solução adotada foi a de simplesmente multiplicar a potência da lâmpada, medida experimentalmente, pelo tempo em que permanece ligada em cada situação. Estes valores, além de serem salvos na janela *serial* do Arduino IDE¹⁶ são mostrados em tempo real em uma tela LCD. Os resultados iniciais mostram uma grande economia de consumo de energia através da automação do LED, mas o dispositivo ainda merece ajustes para trazer resultados mais confiáveis e realistas.

O projeto do LED Automatizado foi desenvolvido no segundo ano da aplicação da intervenção e por isso ainda se encontra em fase inicial de desenvolvimento. Mesmo assim, o projeto chamou atenção na Mostra Científica do Carmo e conseguiu credencial para a MOSTRASEG (UCS), onde também teve seu reconhecimento.

5.5 VISÃO GERAL DOS PROJETOS DESENVOLVIDO PELOS PARTICIPANTES

A criatividade dos alunos é constantemente podada durante o ensino básico em favor de uma sequência de aprendizado determinada por um currículo fragmentado. Ivan Illich atribui ao caráter mercantilista da instituição escolar essa necessidade de se recortar o conhecimento em pedaços e de empacotá-lo de tal forma que ela possa distribuí-lo aos poucos aos aprendizes. Em nossa intervenção desescolarizada buscamos a quebra deste paradigma fragmentador de conhecimento de modo que o aprendiz possa ter acesso ao que lhe interessa no momento de sua necessidade ou curiosidade. Portanto, um dos objetivos do Clube de Ciências é oferecer o suporte e a atmosfera ideal para que o aprendiz possa exercer sua criatividade e, de acordo com o seu interesse, busque da forma mais

¹⁶ O Arduino IDE é uma aplicação multiplataforma escrita em Java esquematizado para introduzir a programação de desenvolvimento de software.

autônoma possível o seu aprendizado através do desenvolvimento de projetos com temas livres. Esta intervenção desescolarizada ocorre dentro da escola (escolarizada). Tal peculiaridade já é suficiente para que encontremos limites por barreiras institucionais e oposições culturais do discente.

De fato, quase nenhum dos projetos desenvolvidos se envolveu seriamente com a tarefa de documentação projetada como um dos momentos da nossa intervenção escolarizada (documentação e compartilhamento). Alguns alunos se expressaram claramente contra a abertura do seu projeto. O paradigma de protecionismo institucional das coisas, de *todos os direitos estarem reservados*, emergiu naturalmente nas discussões ocorridas durante a intervenção. A sério, além do trabalho dos resumos na *wikia*, somente um aluno envolveu-se profundamente com a página *wiki* do Clube de Ciências¹⁷, participando de fóruns de discussão, ajudando não só no desenvolvimento de seu próprio projeto como também colaborando com os demais participantes.

Não obstante, acreditamos ter efetivado a superação de algumas barreiras escolares causadas pela fragmentação curricular. A escolha dos conteúdos – para se utilizar uma linguagem escolar – que deveriam ser explorados foram elegidos não pela etapa na sequência escolar do participante, mas pelo problema a ser resolvido. Acreditamos que desta forma o interesse do aluno pelo assunto é fortalecido, podendo facilitar o aprendizado com uma maior autonomia. O conceito das *caixas-pretas* trazido-nos por Nehring *et al.* trouxe à prática uma maior leveza ao lidarmos com assuntos mais complexos ligados ao desenvolvimento de cada projeto. Como sugere Illich, as *coisas* necessárias para o aprender do aprendiz estavam presentes durante a intervenção, bem como alguns *modelos de habilidade*. A colaboração do adulto, engenheiro eletricista e pai de um participante, foi fundamental para o sucesso do segundo momento da intervenção (desenvolvimento dos projetos).

¹⁷ Disponível em <<http://clubedeciencias.wikia.com/>>. Acesso em setembro de 2016.

6 CONCLUSÃO

Inspirados não só pela concepção da realidade escolar exposta por Ivan Illich, mas também pela sua utópica – e por que não dizer, anarquista – solução para os empasses burocráticos escolares, concebemos uma intervenção e a aplicamos no contexto de uma escola de ensino médio.

A revisão de literatura, sobre projetos pedagógicos, foi importante para confrontarmos criticamente diferentes ações não diretivas propostas e executadas dentro da escola brasileira e, dessa forma, moldarmos a execução da nossa intervenção. O ensino baseado em projetos escolares é um caminho elaborado justamente para solucionar um problema intrínseco da instituição escolar: a escassez de engajamento de alunos devido ao seu não interesse pelas atividades e conteúdos oferecidas pela escola. Antagonicamente, os projetos escolares convergem com o ideal da desescolarização de se colocar o indivíduo no centro de seu processo educacional.

Acreditamos que nossa intervenção desescolarizada foi exitosa no que se refere ao estímulo a autonomia e criatividade do participante. Todavia, notamos que a *aprendizagem autônoma tem um limite* que se dá na necessidade de abrir as *caixas-pretas* mais específicas e complexas. Nesses momentos, a presença do auxílio de um especialista ou professor de habilidades foi crucial para o encaminhamento dos projetos. Mesmo assim, concluímos que os participantes foram encorajados a buscar o conhecimento por si só, dando conta do desenvolvimento de seus projetos. Pudemos, também, driblar alguns empecilhos a que o currículo engessado e fragmentado naturalmente expõem o escolar. Com esse intuito, tivemos o cuidado para que os projetos desenvolvidos pelos participantes determinassem os conteúdos a serem explorados. Contudo, para se iniciar o movimento desescolarizado, tivemos que, de alguma forma, direcionar os participantes com atividades eleitas e sugeridas por nós. Isso ocorreu, no mínimo, em dois momentos: na oficina de Arduíno e na apresentação da plataforma de edição coletiva e compartilhamento *Wikia*. Julgamos que tal atitude diretiva seja necessária para desconstruir alguns vícios institucionais e disponibilizar alguns recursos para todos. Essa iniciação diretiva também

resulta do fato de que o abandono de algumas estruturas escolares é um processo intencional e induzido ativamente pelo professor.

No que se refere à corrida por títulos, fenômeno de entendimento essencial para uma compreensão da escola no papel de reprodutora das diferenças sociais, escolhemos fugir da oferta de recompensas tipicamente escolares – como notas, certificados, etc. O comparecimento nos encontros foi, de parte dos alunos, movido pela espontaneidade e interesse na atividade.

Para favorecer o surgimento de uma *teia de aprendizagem*, se faz necessário disponibilizar as coisas comuns e educacionais. Nesse ponto, fizemos a ponte entre o ideal não mercadológico de Ivan Illich e a recente realidade dos Recursos Educacionais Abertos (REA)¹⁸. O ciclo pesquisa-criação-documentação-compartilhamento trouxe aos aprendizes novas perspectivas de como as pessoas podem ter acesso ao conhecimento. Contudo, apesar de chamarmos atenção para a importância da fase de documentação e compartilhamento, os alunos apresentaram forte resistência na execução dessa etapa do ciclo. Podemos apontar esse como o principal desafio dentro de nossa ação. Sabemos da dificuldade de se mudar o paradigma em que “todos os direitos são reservados”, mas podemos refletir em como problematizar a importância de que a abertura do conhecimento levaria à democratização do saber. Aliás, a quem interessa a democratização do conhecimento? Em tempo, podemos dizer que o fenômeno da inflação de títulos leva a uma enganosa sensação de abertura do saber quando, na verdade, apenas eleva o tempo que os cidadãos passam dentro das instituições de formação para conseguirem conquistar seus certificados. Certificados estes que, ao final, serão valorizados ou desvalorizados de acordo com os capitais social e econômico que o cidadão possuir.

Inseridos numa sociedade capitalista, na qual se faz necessário empacotar e quantificar monetariamente todos os produtos físicos ou intelectuais disponíveis, percebemos que, mesmo fugindo da atual fragmentação curricular – adotada como necessária para a possibilidade de venda do conhecimento – poderia ser eleita outra forma mais efetiva de

¹⁸ Não estamos aqui afirmando nem defendendo que os REA não devam ou não possam ser de caráter mercadológico.

disponibilização do conhecimento. Atualmente, as formas de se disponibilizar produtos aumentou e evoluiu nas mais variadas e tecnológicas possibilidades. Mas a escola, escondida e camuflada como uma instituição intocável e acima dos interesses mercadológicos, insiste em não mudar, em não evoluir de fato. É intrigante que um texto escrito por Ivan Illich na década de 70 seja, de certo modo, tão atual. Assim como é atual a lendária música e letra de *Another Brick In The Wall* do Pink Floyd, também da mesma década.

Para o trabalho descrito nesta dissertação, procuramos um olhar diferente sobre a escola. Trazer à tona a desescolarização e valer-se das ideias de um autor quase esquecido dentro do contexto pedagógico nos permitiu a ousadia de pensar “fora da caixa”. Nos deparamos com várias dificuldades e paradoxos no meio da aplicação. Contudo, julgamos isso natural para uma intervenção desescolarizada dentro da escola elaborada por e para pessoas culturalmente escolarizadas. Esperamos que este trabalho sirva de incitação para que professores, pedagogos e profissionais da educação em geral repensem a escola desde suas bases mais fundamentais.

REFERÊNCIAS

- BARCELOS, N. N. S.; JACOBUCCI, G. B.; JACOBUCCI, D. F. C. *Quando o cotidiano pede espaço na escola, o projeto da feira de ciências “vida em sociedade” se concretiza*. **Ciência & Educação**, v. 16, n. 1, p. 215-233, 2010.
- BATISTA, I. L.; LAVAQUI, V.; SALVI, R. F. *Interdisciplinaridade escolar no ensino médio por meio de trabalho com projetos pedagógicos*. *Investigações em Ensino de Ciências – V13(2)*, pp.209-239, 2008.
- BÁDUE, A. F. P. L. *A nebulosa do decrescimento. Um estudo sobre as contradições das novas formas de fazer política*. 181p. Dissertação (Mestrado em Antropologia Social). Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas. Departamento de Antropologia da Universidade de São Paulo, 2012.
- BOURDIEU, P. *A Distinção: crítica social do julgamento*. Sao Paulo: Edusp; Porto Alegre, RS: Zouk, 2007. 560p.
- DUSO, L.; BORGES, R. M.; *Projetos integrados na formação normal. Experiências em Ensino de Ciências*, v.4(2), p.21-32, 2009.
- FOUREZ, G. *Alfabetisation scientifique et technique*. Essai sur les finalités del' enseignement des sciences. Belgique: De Boeck Université, 1994.
- GALLO, S. *Transversalidade e educação: pensando uma educação não-disciplinar*. In ALVES, N; GARCIA, R (orgs.) *O Sentido da Escola*. Rio de Janeiro: DP&A, 2000.
- GEHLEN, S. T. et. al. *A inserção da abordagem temática em cursos de licenciatura em física em instituições de ensino superior*. **Investigações em Ensino de Ciências – v.19(1)**, p. 217-238, 2014.
- GOMEZ, M. S. *Sociedad, Utopía y Educación en Iván Illich*. **Psicologia USP**, 17(3), 183-201, 2006.
- ILLICH, I. *Sociedade sem escolas*. Tradução de Lúcia Mathilde Endlich Orth. Petrópolis, RJ: Editora Vozes, 1973.
- LIMA JUNIOR, P. *Evasão do ensino superior de Física segundo a tradição disposicionalista em sociologia da educação*. Porto Alegre, 2013.
- LOPES, A. R. C. *Conhecimento escolar : ciência e cotidiano*. Rio de Janeiro : EdUERJ, 1999. 236p.
- MATURANA, H.; VARELA, F. *A árvore do conhecimento: as bases biológicas da compreensão humana*. 4. ed. São Paulo: Palas Athena, 2004.

- NEHRING, C. M. et al. *As ilhas de racionalidade e o saber significativo: o ensino de ciências através de projetos*. **ENSAIO – Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 2, n. 1., 2002.
- PEZZI, R. *Ciência aberta: dos hipertextos aos hiperobjetos*. In; ALBAGLI, S.; MACIEL, M. L.; ABDO, A. H. (Organizadores). *Ciência aberta, questões abertas.*, Brasília: IBICT; Rio de Janeiro: UNIRIO, 2015. 312 p.
- PEZZI, R. et. Al. *Desenvolvimento de tecnologia para ciência e educação fundamentado nos preceitos de liberdade do conhecimento: o caso do Centro de Tecnologia Acadêmica*. *Linc em Revista*, Rio de Janeiro, v. 13, n. 1, p. 205-222, maio 2017. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.18617/liinc.v13i1.3757>. Acesso em: junho de 2017.
- PONCE, B. J. *O Tempo no Mundo Contemporâneo: o tempo escolar e a justiça curricular*. **Educação & Realidade**, Porto Alegre, v. 41, n. 4, p. 1141-1160, out./dez. 2016.
- PHILLIPS, S. U. *Invisible culture: communication in classroom and community on the Warm Springs Indian reservation*. Prospect Heights: Waveland Press, 1983.
- RANGEL, H. *Una mirada internacional de la construcción curricular. Por un currículo vivo, democrático y deliverativo*. *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, 17(1), 1-16, 2015.
- RAPOSO, W. L. *História e Filosofia da Ciência na Licenciatura em Física, uma proposta de ensino através da pedagogia de projetos*. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 31, n. 3, p. 722-738, dez. 2014.
- RINALDI, E.; GUERRA, A. *História da ciência e o uso da instrumentação: construção de um transmissor de voz como estratégia de ensino*. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 28, n. 3: p. 653-675, dez. 2011.
- ROCHA, F. S.; MARRANGHELLO, G. F.; LUCHESE, M. M. *Acelerômetro eletrônico e a placa Arduino para ensino de Física em tempo real*. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 31, n. 1, p. 98-123, abr. 2014.
- SANTANA, B.; ROSSINI, C.; PRETTO, N. L. (Organizadores). *Recursos Educacionais Abertos: práticas colaborativas políticas públicas*, 2012, 246p.
- SILVA, M. S.; AMARAL, C., L. *A pedagogia de projetos no ensino de química. Relato de uma experiência*. **Experiências em Ensino de Ciências** v.7, No. 3, p. 70-78, 2012.
- SILVA, R. C. et. al. *Um higrômetro de vagem e a física no ensino fundamental*. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v.21, n. especial: p. 103-113. 2004.

SIMON, I; SAID VIEIRA, M. *O rossio não-rival*. In: PRETTO, N; SILVEIRA, S. A. (organizadores). *Além das redes de colaboração: internet, diversidade cultural e tecnologias do poder*. 2008. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.7476/9788523208899> Acesso em: 20 jun. 2015.

SENRA, C. P.; BRAGA, M. *Pensando a natureza da ciência a partir de atividades experimentais investigativas numa escola de formação profissional*. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 31, n. 1, p. 7-29, abr. 2014.

SOUZA, A.R. et. al. *A placa Arduino: uma opção de baixo custo para experiências de física assistidas pelo PC*. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 33, n. 1, 2011.

SOUZA, E. O. R.; VIANNA, D. M. *Usando física em quadrinhos para discutir a diferença entre inversão e reversão da imagem em um espelho plano*. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 31, n. 3, p. 601-613, dez. 2014.

TOMAZELLO, M. G.; FERREIRA, T. R. *Educação ambiental: que critérios adotar para avaliar a adequação pedagógica de seus projetos?*. **Ciência & Educação**, v.7, n.2, p.199-207, 2001.

VIEIRA, N. *A Hegemonia do Tempo Escolar* **Educação & Realidade**, Porto Alegre, v. 41, n. 2, p. 515-531, abr./jun. 2016.

APÊNDICE – PRODUTO EDUCACIONAL

Ismael de Lima

Paulo Lima Junior

Rafael Pezzi

Proposta de projeto extracurricular:

Uma intervenção desescolarizada na escola

SUMÁRIO

1 APRESENTAÇÃO	94
2 PROJETOS PEDAGÓGICOS	95
2.1 AS CAIXAS-PRETAS	97
3 TEIAS DE APRENDIZAGEM	99
4 EDUCAÇÃO ABERTA E RECURSOS EDUCACIONAIS ABERTOS	102
4.1 DOCUMENTAÇÃO	103
4.2 O ARDUÍNO	105
5 UMA INTERVENÇÃO DESESCOLARIZADA NA ESCOLA	107
5.1 1º MOMENTO – PROPICIAR A FORMAÇÃO DA TEIA.....	108
5.2 2º MOMENTO – tornar os recursos disponíveis.....	109
5.3 3º MOMENTO – DESENVOLVIMENTO DOS PROJETOS /ENCONTROS ENTRE COLEGAS	110
5.4 4º MOMENTO – DOCUMENTAÇÃO E COMPARTILHAMENTO	111
6 RELATO DE UMA INTERVENÇÃO DESESCOLARIZADA NA ESCOLA	113
6.1 ENCONTRO INAUGURAL	113
6.2 SEGUNDO ENCONTRO: WIKIA	116
6.3 DEMAIS ENCONTROS	117
6.4 DESCRIÇÃO DOS PROJETOS DESENVOLVIDOS	117
6.4.1 <i>Blinduino</i>	118
6.4.2 <i>Girarduino</i>	121
6.4.3 <i>LED automatizado</i>	124
6.5 VISÃO GERAL DOS PROJETOS DESENVOLVIDO PELOS PARTICIPANTES NA INTERVENÇÃO	126
7 ÚLTIMAS PALAVRAS	128
REFERENCIAS	129

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Logo do Clube de Ciências	113
Figura 2 - Participantes em um dos encontros do Clube de Ciências	115
Figura 3 - Primeiro protótipo do blinduíno com sensor de ultrassom controlando LEDs de diferentes cores, cada uma relacionada com um intervalo de distâncias	119
Figura 4 - Protótipo final do blinduíno com sensor de ultrassom controlando motores de <i>vibra call</i> de celulares antigos	120
Figura 5 - Foto do suporte móvel para o painel construído pelos alunos desenvolvedores do projeto	123
Figura 6 - base móvel, painel solar e placa de circuito impresso	124

1 APRESENTAÇÃO

Este material foi elaborado conjuntamente com a dissertação de mestrado profissional em ensino de física do IF-UFRGS intitulada *Teias de Aprendizagem: Uma proposta de ensino baseada na perspectiva de Ivan Illich*. O texto que segue é uma sugestão ao professor de ciências da natureza que pretende organizar atividades de ensino utilizando a metodologia de projetos. Primando por pedagogias menos diretivas no ensino de ciências, objetivamos uma maior autonomia e liberdade por parte dos aprendizes. Nosso referencial teórico está apoiado nas ideias do polímata austríaco Ivan Illich.

Num primeiro momento, discorreremos sobre os fundamentos da metodologia dos projetos a partir de uma revisão da literatura sobre esta atividade no ensino brasileiro. Traremos à tona também um conceito ao qual creditamos muita importância no desenvolvimento de um projeto: as *caixas-pretas*. Logo após, estarão postas algumas ideias do utópico Ivan Illich sobre educação e a sua proposta de metodologia para a educação: as *teias de aprendizagem*. Na sequência descreveremos nossa sugestão de ação como projeto, a qual denominamos Intervenção Desescolarizada. Para finalizar, apresentaremos exemplos de projetos desenvolvidos por alunos que participaram de uma aplicação da intervenção aqui proposta.

2 PROJETOS PEDAGÓGICOS

Um projeto pedagógico deve propiciar aos participantes condições para que resolvam os seus problemas de forma autônoma e cooperativa. Dessa forma, o aluno assumirá um maior protagonismo no processo da sua aprendizagem, colocando-se no centro da apropriação do seu conhecimento. O professor deverá atuar no papel de orientador ou mediador da aprendizagem ao delinear etapas flexíveis para que o projeto ocorra. Etapas que exijam do participante criatividade e investigação na busca de soluções para uma situação problematizadora. Para isso, o contexto das ciências da natureza, o professor deverá ter um olhar mais crítico tanto para as questões científico-tecnológicas que envolvem sua área quanto para a organização curricular estabelecida. Além disso, nós, professores, devemos superar o obstáculo que é a nossa formação inicial que, em geral, foi caracterizada por uma visão fragmentada do conhecimento e desvinculada dos problemas da realidade.

Por meio da análise dos aspectos teóricos que fundamentam a elaboração de um trabalho interdisciplinar por projetos, Batista, Lavaqui e Salvi (2008) explicitam os seguintes: projetos possibilitam o desenvolvimento de um trabalho coletivo, sendo movimentos únicos. Requerem a presença de uma situação-problema e permitem o desenvolvimento de uma ação educativa que se processa considerando situações de complexidade e incerteza.

Um exemplo de projeto muito difundido no Brasil, particularmente no contexto de educação científica, são as Feiras de Ciências. Segundo Barcelos, Jacobucci e Jacobucci (2010), na década de 80 as feiras eram oportunidade única para os alunos desempenharem a função de sujeito-falante, ainda que de forma simples e reprodutivista. A partir da década de 90 outras áreas foram se inserindo nas feiras de ciências, mostrando todo o seu potencial interdisciplinar e integrador. As Feiras de Ciências constituem lugar propício para um trabalho baseado na pedagogia de projetos visto que envolvem criatividade e investigação na busca de soluções para uma situação problematizadora.

A tradição que orienta a seleção de conteúdos escolares para as disciplinas adota o paradigma da simplificação da ciência referida, o que, por si só, legitimaria o valor científico do conteúdo, sendo limitado apenas pela sua profundidade (NEHRING et al., 2002). Porém, a simplificação científica dificilmente leva ao envolvimento dos alunos de forma significativa. Diversas pesquisas a respeito de concepções alternativas de alunos sobre problemáticas relacionadas ao mundo científico, apontam para o resultado surpreendente (ou nem tanto) de que os alunos não utilizam o conhecimento científico professado em sala de aula para construir suas soluções a estas problemáticas. Este conhecimento escolarizado seria utilizado pelos alunos estritamente para cumprir com as burocracias da escola. A metodologia de projetos poderia servir como um espécie de ponte entre os conteúdos tradicionais e a vida real. Maria Nehring et al. (2002) concordam que o currículo não deveria ser composto somente de projetos, contando também com uma fração disciplinar. Mas a parte disciplinar do currículo do ensino de ciências deveria, segundo a autora, estar voltada à modelização de fenômenos/situações reais, mesmo que restrito a uma única disciplina. A realização de projetos atuaria como síntese e aplicação do conhecimento científico trabalhado disciplinarmente.

Uma temática importante que pode aparecer no desenvolvimento de uma ação guiada pela metodologia de projetos é a quebra de pré-requisitos. A escola tradicionalmente trabalha com uma sequência pré-definida a qual, supostamente, deve-se seguir com pena de não se atingir devidamente a apropriação do conhecimento. Contudo, na prática, o que vemos são alunos com diversas lacunas na questão de conteúdos aos quais deveriam ter domínio para seguir a sequência de conteúdos definida pelos profissionais de ensino responsáveis. Tal problema escolar configura-se num grande obstáculo no aprendizado das pessoas e é fruto, como defende Ivan Illich, da própria natureza mercantilista e fragmentadora da escola. Semelhantemente, essa espécie de problema se apresentará no decorrer do desenvolvimento de um projeto. Até, talvez, tais problemas aparecerão de forma mais frequente e contundente dentro da dessa metodologia, frente a sua peculiaridade contextual e interdisciplinar. Contudo, dependendo da forma com que ele for

abordado dentro do projeto poderá se transformar em um aspecto positivo. Então, qual seria a forma ideal para lidar com tais obstáculos?

2.1 AS CAIXAS-PRETAS

Cátia Maria Nehring et al. (2002) propõem a construção de *ilhas de racionalidade* – conceito de Gerard Fourez (1994) – com intuito de transpor o tímido engajamento dos alunos junto a seu processo de aprendizagem, para o qual estes não veem muito significado. Numa crítica aos exemplares kunhianos utilizados em sala de aula, os autores colocam que estes, em geral, não são vistos pelos alunos como problemas a serem resolvidos, já que os problemas escolares propostos tratam-se de conteúdos com uma solução acessível a seu nível escolar. Segundo os mesmos autores, o currículo não têm significância para os alunos e os tornam altamente dependentes dos professores. Por fim, os educandos não entendem que os conteúdos a que são confrontados são resultado de um processo que tem como objetivo a busca de respostas a problemas.

A saber, Fourez (1994) denomina *Ilha interdisciplinar de racionalidade* uma modelização adequada em vias de uma compreensão de uma situação específica e que possibilite ao indivíduo participante deste tipo de intervenção o poder de ação diante desta situação. Seriam utilizados conhecimentos de diversas disciplinas e também dos saberes do cotidiano para a construção da ilha. Neste processo, naturalmente aparecerão questões específicas ligadas a determinada área de conhecimento. A estas questões dá-se o nome de *caixas-pretas*, as quais poderão ou não serem abertas, ou seja, poderão ser respondidas ou não. Para a abertura de uma caixa-preta se faz necessário a obtenção de modelos¹⁹ que deem conta de resolver ou explicar a pergunta. A eficiência e o valor de uma ilha estariam ligadas a sua capacidade em oferecer representações – ou modelos – que contribuam para a solução de um problema em particular. Certas vezes,

¹⁹ A palavra “modelos” se refere aqui à concepção de Mário Bunge. Illich utiliza a mesma palavra para se referir tanto às pessoas que possuem certa habilidade e que servem de exemplo para o aprendizado de outrem quanto às coisas que servem como objetos de aprendizagem.

poderá ser necessário a busca de ajuda de especialistas para se conseguir abrir uma caixa-preta.

As etapas sugeridas por Nehring et al. (2002) para a efetivação de um projeto que contornaria os obstáculos curriculares, aos moldes das *ilhas de racionalidade*, seriam: (1) problematização; (2) mapeamento dos fatores envolvidos: atores, técnicas, tensões, *caixas-pretas*, especialistas, etc.; (3) consulta aos especialistas; (4) confronto entre a própria experiência e as situações concretas.; (5) abertura aprofundada de algumas caixas-pretas; (6) síntese geral da ilha produzida; (7) abrir algumas caixas-pretas sem a ajuda de especialistas; (8) síntese da ilha de racionalidade produzida.

A *ilha de racionalidade* tem muito em comum com as *teias de aprendizagem*. De maneira muito madura, Nehring et al. (2002) tratam com tranquilidade a questão dos pré-requisitos para a abordagem de determinado tema, tanto no que se refere aos aprendizes como para os educadores: as *caixas-pretas* não precisam todas, necessariamente, serem abertas. Aquelas que precisarem serem abertas, poderão ser por parte dos alunos, por professores ou ainda por um especialista. Além disso tudo, assim como em nosso ideal de *intervenção desescolarizada*, os autores preocupam-se com o entendimento da ciência de forma não ingênua, salientando seu caráter provisório através de modelos limitados. O conceito de *caixa-preta* merece destaque e servirá de referência para a construção de uma *teia de aprendizagem*.

3 TEIAS DE APRENDIZAGEM

Para Ivan Illich, a escola, em geral, na maior parte do tempo, faz o contrário do que a pedagogia de ensino por projetos objetiva. Segundo o autor, o sistema de ensino “empacota” o conhecimento, o que podemos chamar *fragmentação curricular*, e o disponibiliza em etapas pré-determinadas por uma hierarquia a qual se justifica com a questão dos pré-requisitos. Desta forma, a instituição escolar fomenta aquilo que Illich denomina de *corrida por títulos*. O ser escolar corre atrás de titulação afim de que estas lhe permitam credenciais para a busca de outros títulos. Fortalecer este paradigma é trabalho daquilo que Ivan denomina *currículo oculto*. Ele é incumbido de instalar no ser escolar a ideia de que somente aquele conhecimento que é institucionalizado – bem como qualquer outro produto institucional – é que terá real valor.

Em face do que foi posto, Ivan defende que a solução para a educação seja um processo de *desescolarização*. Admite que os problemas escolares com os quais os profissionais da educação estão constantemente confrontando-se são intrínsecos da própria instituição escolar e, portanto, não será efetiva a luta contra eles a não ser que a escola seja desinstalada da sociedade. Com essa visão dura, um pouco ingênua (no bom sentido da palavra) e ao mesmo tempo utópica, o autor nos mostra um horizonte de possibilidades de alguém que vê a escola de fora, diferenciado daquele que a maioria dos pedagogos costuma oferecer. Nessa perspectiva, adotamos algumas de suas ideias, de forma pragmática, para o desenvolvimento de uma ação desescolarizada na escola.

Como alternativa ao modelo de ensino escolar, Illich acredita que podemos depender de uma aprendizagem *automotivada*. Para isso se faz necessária a criação de *redes* que aumentem a oportunidade de que cada qual transforme cada momento de sua vida em um momento de aprendizagem – as denominadas *Teias de Aprendizagem* (ILLICH, 1973). Para ele, um bom sistema educacional deveria ter três propósitos:

(1) dar total acesso aos recursos disponíveis a todos que queiram aprender, em qualquer época de sua vida; (2) capacitar a todos que

queiram partilhar o que sabem e encontrar os que queiram aprender algo deles; (3) dar oportunidade a todos os que queiram tornar público um assunto a possibilidade de que seu desafio seja cumprido. (ILLICH, 1973, p. 75).

Ivan entende que um mínimo de quatro “canais” de intercâmbio de aprendizagem poderiam conter todos os recursos necessários para uma real aprendizagem: *coisas*, *modelos*²⁰, *colegas e adultos* (ILLICH, 1973). As coisas e pessoas que rodeiam o aprendiz servem-lhe de modelos para habilidades e valores a serem apreendidos. O encontro com colegas desafia-no a interrogar, competir, criticar, cooperar e compreender. Nas coisas, se pode guardar informações. Já o encontro com adultos experientes e que realmente se importem com sua formação serve como base crítica e de confrontações. Contudo, apesar de a maioria desses recursos existirem em abundância, comumente não são percebidos como recursos educativos pelos ambientes formais de ensino. Por isso, cada um desses “canais” requer um diferente tipo de tratamento para assegurar que todos tenham o maior acesso possível a eles para estabelecer estruturas tipo “teia” intencionalmente montadas para um novo tipo de instituição de aprendizagem.

Os Recursos Educacionais Abertos²¹ (REA), termo cunhado em 2011 pela ONU, satisfazem perfeitamente três das abordagens sugeridas por Illich: *serviço de consultas a objetos educacionais*, *intercâmbio de habilidades e serviço de consultas a educadores em geral*. Os REA são, basicamente, as *coisas especiais* as quais Illich se referia. São materiais educacionais com licenciamento aberto. Licenças abertas, como as da *Creative Commons*²² também podem tornar as coisas comuns e especiais mais acessíveis aos aprendizes. Por fim, as abordagens supracitadas podem ser supridas presencialmente – em encontros agradáveis e eficientes – bem como ocorrer por meio das inúmeras redes sociais amplamente utilizadas. O horizonte mirado por Illich, em diversos aspectos, já não encontra-se tão longe.

²⁰ Perceba que o sentido dado à palavra “modelo” aqui é diferente do sentido dado à mesma palavra na revisão da literatura – geralmente em referência a Bunge.

²¹ Saiba mais em <https://www.rea.net.br>

²² Saiba mais em <https://br.creativecommons.org/>

Por fim, o sonho de uma revolução educacional aos moldes do pensamento de Ivan Illich, deveria ser orientada pelos seguintes objetivos (ILLICH, 1973, p. 100):

- 1°) Liberar o acesso às coisas, abolindo o controle que pessoas e instituições agora exercem sobre seus valores educacionais.
- 2°) Liberar a partilha de habilidades, garantindo a liberdade de ensiná-las ou exercê-las quando solicitado.
- 3°) Liberar os recursos críticos e criativos das pessoas, devolvendo aos indivíduos a capacidade de convocar e fazer reuniões — capacidade esta sempre mais monopolizada por instituições que dizem falar em nome do povo.
- 4°) Liberar o indivíduo da obrigação de modelar suas expectativas pelos serviços oferecidos por uma profissão estabelecida qualquer — oferecendo-lhe a oportunidade de aproveitar a experiência de seus parceiros e confiar-se ao professor, orientador, conselheiro ou curador de sua escolha. A desescolarização da sociedade inevitavelmente tornará imprecisa a distinção entre economia, educação e política sobre a qual repousa a estabilidade da atual ordem do mundo e a estabilidade das nações.

4 EDUCAÇÃO ABERTA E RECURSOS EDUCACIONAIS ABERTOS

Entende-se por ensino aberto aquele que permite o fácil acesso dos alunos dispostos a aprender e/ou ensinar. Além disso é importante que o processo ocorra de tal forma que determinado recurso educacional possa ser usado, aprimorado, re combinado e compartilhado. Acreditamos que através do Ensino Aberto possa-se chegar naturalmente a formação das *teias de aprendizagem* de Illich.

Recursos Educacionais Abertos (REA) é o termo cunhado pela Unesco em 2011 para designar os "*materiais de ensino-aprendizagem e pesquisa, em qualquer suporte ou mídia, que estão sob domínio público ou estão licenciados de maneira aberta, permitindo que sejam utilizados ou adaptados por terceiros*" (SANTANA; ROSSINI; PRETTO, 2012, p. 10). Esse conceito, no contexto brasileiro, levou a produção do livro/site *REA: Práticas Colaborativas e Políticas Públicas*²³ em 2012. No livro, o qual trata-se de uma compilação de artigos e entrevistas sobre os REA no Brasil, os autores navegam por diversos temas como educação aberta, políticas públicas e materiais didáticos digitais no ensino. Se debruçam em refletir sobre o uso das tecnologias por parte de professores e alunos e em como levar à escola o conceito de coautoria e criação colaborativa. Essa reflexão leva-os a argumentar em favor do licenciamento aberto dos materiais culturais, científicos e educacionais. Defendem que essa meta pode ser alcançada com ajuda da ação de políticas públicas.

No cerne da utilização e criação dos REA está a questão da licenças. Os materiais educacionais de qualquer natureza, para serem realmente abertos, devem estar sob domínio público ou estar sob licenças abertas, tal como as da *Creative Commons (CC)*²⁴. Inspirada pela GNU *General Public License*, usada por muitos projetos de software livre e código aberto, a CC oferece diversas opções de licenças, todas elas mantendo os direitos do autor. Ao mesmo tempo, as licenças CC permitem que outras pessoas

²³ Disponível em: <<http://livrorea.net.br>>. Acesso em: setembro de 2015.

²⁴ *Creative Commons* é uma organização não governamental sem fins lucrativos voltada a expandir a quantidade de obras criativas disponíveis, através de suas licenças que permitem a cópia e compartilhamento com menos restrições que o tradicional todos direitos reservados.

copiem, distribuam e façam alguns usos do seu trabalho — pelo menos, para fins não comerciais. Exemplos de materiais sob esse tipo de licença são os vídeos disponibilizados no Youtube, os conteúdos da Wikipédia e o microprocessador de hardware livre Arduino. O próprio livro do REA está licenciado em formato aberto e, em seu prefácio, se estimula a que os usuários façam uso pleno do texto, que remixem-no, adaptem-o, etc. “Esse é um livro REA sobre REA” (SANTANA; ROSSINI; PRETTO, 2012, p. 13).

Os REA andam na contramão dos materiais didáticos tradicionais. Eles refletem o sonho de Illich de disponibilizar a quem tiver interesse e a qualquer momento as coisas necessárias para o aprendizado das pessoas. Além disso, permitem aos interessados em ensinar alguma coisa que possam aproveitar, remixar e compartilhar seu próprio recurso educacional, tornando os materiais educacionais um bem público e comum. A tecnologia atual e diversas ações por todo o planeta vem trazendo à tona tais possibilidades. Todavia, o currículo oculto ainda exerce grande efeito sobre o que pensam os seres escolarizados a respeito da validade e da qualidade dos materiais não institucionais. Esses últimos, além de amplamente utilizados, são, frequentemente, mais efetivos durante o processo de aprendizado dos educandos da educação formal ou informal. Porém, o escolar já encontra-se corrompido e bitolado no propósito de sua busca do conhecimento: a corrida por titulação. E este certificado, somente o ensino institucionalizado poderá fornecê-lo. Neste ponto, as ideias de Ivan continuam no âmbito da utopia – e parecem que permanecerão por lá por algum tempo.

4.1 DOCUMENTAÇÃO

No capítulo “Ciência aberta: dos hipertextos aos hiperobjetos” (PEZZI, 2015, p. 169), Rafael Pezzi defende a tese de que objetos físicos podem ser elevados à categoria de hiperobjetos, numa analogia à transmutação dos textos em hipertextos, aumentando o seu potencial “não rival”. O conceito de rivalidade vem da economia:

é rival aquele bem ou recurso cujo uso por alguém impede (ou compete com) o uso por outra pessoa. Os bens materiais são sempre rivais: o meu uso de uma cadeira, uma maçã ou um

exemplar de um livro impede (ou compete com) o uso desses mesmos objetos por outra pessoa.

Um bem ou recurso não rival, por sua vez, é aquele que admite usos simultâneos que não competem entre si.” ... “como as ideias, os programas de computador, as obras artísticas, científicas e culturais — são, em geral, não rivais. (SIMON, 2008, p. 16).

Nesse contexto, os objetos digitais (como os hipertextos e seu conteúdo) são não rivais. Já objetos físicos apresentam uso, evidentemente, rival. Porém, o conhecimento e as representações digitais relacionadas a qualquer objeto físico são não rivais. O texto de Pezzi sugere, então, a ampliação do compartilhamento de informações digitais sobre objetos científicos. Interessado, em particular, aos objetos físicos dedicados a atividade científica aberta, coloca em destaque a importância da disponibilização da documentação de desenvolvimento e utilização dos equipamentos científicos e suas aplicações. O compartilhamento dessa documentação, segundo o autor, visa fomentar e viabilizar a reprodução de experimentos científicos. Da mesma forma que o hipertexto transcendeu o texto em suas formas de representação do conhecimento, Pezzi vislumbra a transformação dos objetos em hiperobjetos.

Hiperobjeto (adaptação de Hipertexto em Wikipédia, a enciclopédia livre) é o termo que remete a um objeto ao qual se agregam ações e/ou conjuntos de informação na forma de *blocos de códigos*, textos, palavras, imagens, sons, funções e ações, cujo acesso se dá através de referências específicas que, no meio digital, são denominadas hiperlinks, ou simplesmente links. Esses links ocorrem na forma de identificadores destacados no objeto ou em suas representações na forma de textos (tags), ícones gráficos ou imagens e têm a função de interconectar os diversos conjuntos de informações, oferecendo acesso sob demanda às informações que estendem ou complementam o *hiperobjeto*.

Para se aproveitar ao máximo o potencial não rival das informações disponíveis na *www*²⁵, o autor sublinha a importância de que o conteúdo esteja sob licenças permissivas e padronizadas de forma que qualquer usuário possa acessá-las e reutilizá-las, tornando o valor do conteúdo ainda maior. Os hiperobjetos “requerem a consolidação de aspectos técnicos legais

²⁵ Sigla para *world wide web*

e boas práticas que permitam que estes desfrutem das possibilidades não rivais análogas aos hipertextos.” (PEZZI, 2015, p. 177). As boas práticas no desenvolvimento da documentação podem determinar o sucesso da disseminação dos hiperinstrumentos. Pensando nisso, os participantes do Centro de Tecnologia Acadêmica (CTA) da UFRGS, criaram e mantêm um modelo padrão para a documentação de projetos²⁶.

O CTA é um centro interdisciplinar no Instituto de Física da UFRGS, criado com base nos princípios da cultura livre. É um laboratório de criação e experimentação de tecnologias acadêmicas com intuito de atualizar a universidade e, recentemente também, o ensino médio (CTA Jr.²⁷). Segundo Pezzi et. al (2017), a academia tem se mostrado lenta na tarefa de se adaptar às inovações. As ferramentas antigas são substituídas pela inovação para realizar as mesmas tarefas, fato que replica as antigas limitações às novas tecnologias. O CTA, baseado nos princípios de autogestão, busca aproveitar o potencial colaborativo das novas tecnologias e aplicá-las (PEZZI et. al, 2017).

Da mesma forma, esta dissertação defende a documentação dos projetos desenvolvidos pelos participantes da teia de aprendizagem e o seu compartilhamento, de forma a tornar estes projetos potencialmente colaborativos e não rivais. Valemo-nos do modelo de documentação mantido pelo CTA para documentação dos projetos citado acima.

4.2 O ARDUÍNO

O Arduíno é uma plataforma de prototipagem eletrônica de hardware livre, relativamente barata, que se baseia em hardware e software flexíveis e fáceis de usar. A bandeira de licenciamentos abertos a qual o dispositivo e seus usuários se configuram, permitiu que uma gama imensa de informação sobre montagens de aparatos, dos mais simples aos mais complexos, estivessem disponíveis na rede mundial de computadores. O aprendizado autônomo dos conceitos básicos necessários para se fazer pequenos ou

²⁶ Disponível em: <http://cta.if.ufrgs.br/projects/suporte-cta/wiki/Modelo_de_Documenta%C3%A7%C3%A3o>. Acesso em: setembro de 2016.

²⁷ Instalado no Colégio de Aplicação da UFRGS

grandes projetos tecnológicos automatizados e inteligentes com Arduino está potencialmente ao alcance de todos em sites especializados, fóruns de discussão e blogs. Por isso, acreditamos que a placa pode ser utilizada como um REA.

Do ponto de vista científico, o Arduino torna-se ainda mais interessante. Com o auxílio de alguns componentes eletrônicos – que, em geral, tem um preço bastante acessível –, torna-se possível realizar medidas de propriedades variáveis do mundo físico (como temperatura, luminosidade e distâncias) e mostrá-las numa janela do computador. A partir daí, a criatividade do usuário pode se colocar em ação ao utilizar estas medidas para algo produtivo: uma pesquisa, um aparato tecnológico, uma automação que traga benefícios a sociedade, etc.

5 UMA INTERVENÇÃO DESESCOLARIZADA NA ESCOLA

Entendemos que uma *teia de aprendizagem* pode ser conceituada como uma rede de relacionamentos educacionais montada propositalmente por administradores educacionais para que estudantes motivados e interessados a aprender algo em comum possam desenvolver e compartilhar habilidades entre parceiros, contando com auxílio de modelos ou professores de habilidades. A formação da *teia* que, no âmbito deste produto, denominaremos de *intervenção desescolarizada*, deve ser de espontânea participação e livre quanto ao número de participantes e à quantidade de encontros. Porém, para que a intervenção se inicie, deve ser propiciada uma atmosfera adequada. Toda esta liberdade de burocracias escolares acaba por enquadrar nossa intervenção no contexto de um projeto extracurricular.

Uma *teia de aprendizagem* pode ocorrer de maneira independente do contexto ou situação educacional em que foi motivada. No caso deste texto de apoio ao professor, a propomos como motivação o auxílio à projetos²⁸ escolares das recorrentes feira de ciências de ensino médio. Não obstante, em casos de não ocorrerem feiras desse tipo na escola em que o professor desejar aplicar este produto, a intervenção desescolarizada poderá ser realizada independentemente delas em atividades para desenvolvimento de projetos de alunos interessados nas áreas de ciências e suas tecnologias. Se for da vontade dos realizadores e participantes, existem diversas mostras científicas organizadas por instituições de ensino e pesquisa que aceitam inscrições de projetos com esse cunho.

Como estímulo à participação dos alunos e adultos interessados, e em vias de que estes visualizem as *coisas* com que poderão entrar em contato durante a intervenção, sugerimos a demonstração de algumas montagens de aparatos feitos com o Arduíno. Algumas montagens estão nos anexos deste produto. Posteriormente, a realização de uma oficina de Arduíno poderá ser oferecida caso o organizador da intervenção sentir-se à vontade com o mesmo. Uma sugestão é a oficina de Arduíno disponibilizada

²⁸ A partir de agora reservaremos o termo “projeto” para designar as atividades a serem realizadas pelos alunos participantes da intervenção desescolarizada.

pelo CTA da UFRGS²⁹. Ressaltamos que não é necessário um domínio absoluto de eletrônica e programação para as montagens mais básicas com o micro controlador. Pouco tempo de estudo e treino, com ajuda dos diversos tutoriais disponíveis internet, habilitará o organizador a iniciar a ação com os Arduíno. A tendência é de que todos envolvidos aprendam juntos: alunos, professores e eventuais adultos participantes.

Como veremos abaixo, pode-se dividir a intervenção em quatro momentos com diferentes objetivos.

5.1 1º MOMENTO – PROPICIAR A FORMAÇÃO DA TEIA

Para que o nascimento da rede ocorra é necessária uma ação inicial do professor ou administrador educacional. A sugestão é que seja divulgada uma atividade extracurricular semanal voltada para o compartilhamento de habilidades. Desses encontros podem florescer ideias de projetos com enfoque científico-tecnológico a serem desenvolvidos pelos participantes. Sugerimos que os projetos sejam inscritos em mostras científicas internas ou externas à escola onde a intervenção vier a ser aplicada. Para esse caso, algumas burocracias relacionadas ao edital da mostra ou feira deverão ser observadas. Porém, se os projetos serão de intenções livres, ficarão a critério dos participantes os seus objetivos. Cada projeto poderá ser em grupos ou individualmente, já que, de qualquer maneira, os participantes trocarão experiências com todos aqueles que estiverem envolvidos nela.

A participação ou não nesses encontros não deve trazer benefícios diretos para o aluno no que diz respeito à burocracia escolar (nota, presença, valor da mensalidade). Essa escolha foi feita não somente para garantir que apenas os alunos que realmente interessados participem da *intervenção desescolarizada*, mas por entendermos que políticas de premiação institucional estão na base da corrupção do sentido de aprender. Acreditamos que, desta forma, poderemos caminhar ao encontro de um aprendizado mais autogerido. Alunos de outras séries, ex-alunos, pais e professores

²⁹Disponível em: <http://cta.if.ufrgs.br/projects/suporte-cta/wiki/Oficina_de_Arduino_B%C3%A1sico_na_Semana_Acad%C3%A4mica_da_Engenhar ia_F%C3%ADsica>. Acesso em: setembro de 2016.

colaboradores serão bem vindos aos encontros. Para Ivan Illich, o confronto do aprendiz com adultos interessados em sua formação – não necessariamente o professor – é fundamental para a sua aprendizagem. Será nesses encontros que florescerá a atmosfera ideal para a formação da uma *teia de aprendizagem*.

5.2 2º MOMENTO – TORNAR OS RECURSOS DISPONÍVEIS

O acesso livre às *coisas*, sejam educacionais ou comuns, é essencial, segundo Illich, para caminhar rumo ao conhecimento. É nesse sentido que acreditamos serem os REA muito frutíferos para o desenvolvimento da *teia de aprendizagem*. O espaço físico onde os encontros ocorrerão poderá ser o laboratório de ciências da escola, uma sala de aula ou o laboratório de informática. Apesar de importante, o espaço físico não é mais importante que o espaço virtual, onde os alunos também tem acesso a recursos para interação com coisas e pessoas. Algumas das *coisas* que os alunos poderão ter a disposição também são: computadores, rede *wifi*, ferramentas básicas, sucata e livros. Sugerimos também a utilização dos microprocessadores *Arduíno* junto a dispositivos e sensores eletrônicos básicos. Os recursos sugeridos a serem utilizados serão preferencialmente abertos; podemos citar o uso das páginas de colaboração como *Wikipedia* e *Wikia*³⁰ (ou *Fandon*) para pesquisa, documentação e compartilhamento dos projetos.

Para Illich, no processo de formação de uma *teia de aprendizagem*, as *coisas* e pessoas interessadas devem estar disponíveis aos aprendizes para servirem de modelos de habilidades e valores. Com esse intuito, os encontros serão abertos a pais interessados, profissionais de áreas afins e outros professores que queiram cooperar com a teia ao partilhar suas habilidades.

³⁰ Disponível em <<http://www.wikia.com/>>. Acesso em: setembro de 2016.

5.3 3º MOMENTO – DESENVOLVIMENTO DOS PROJETOS/ENCONTRO ENTRE COLEGAS

Com os aprendizes dispostos a participar da intervenção e com os recursos necessários disponíveis, pode-se rumar para a escolha do projeto que queiram desenvolver. A escolha deverá partir, preferencialmente deles. Caso os projetos venham a participar da feira de ciências da escola e/ou em feiras científicas externas, os participantes deverão respeitar alguma burocracia requerida por estas: escolha do tema, elaboração de hipóteses, problema a ser resolvido, trabalho científico, etc. Dentro das atividades da teia, estaremos mais preocupados com o desenvolvimento físico e tecnológico dos projetos, na resolução de problemas e em sua documentação, do que propriamente na burocracia exigida pelas já citadas feiras.

A escolha dos temas de projetos deve ser feita sem nenhum preconceito de conteúdos curriculares. Por exemplo: um aluno da primeira série do ensino médio desta escola ainda não teve contato mais aprofundado com os conceitos da eletricidade ou da termologia. Mesmo assim o tema do seu projeto poderá estar inserido dentro de qualquer área da ciência. Acreditamos que este seja um importante passo para burlar a fragmentação curricular oferecida pelo ensino escolar. Podemos aqui invocar o conceito trazido nos por Nehring et al. (2002) de *caixas-pretas*. Estas seriam questões específicas ligadas a determinadas áreas do conhecimento que naturalmente aparecerão no desenvolvimento de um projeto. Para a autora, uma das etapas do desenvolvimento das *ilhas de racionalidade* de Fourez (1994), uma alternativa ao ensino interdisciplinar, é a escolha de quais caixas-pretas abrir. Ou seja, quais questões mais complexas serão respondidas. Nem todas as caixas-pretas precisam necessariamente serem abertas. Segundo os autores, para a abertura de uma caixa-preta se faz necessário a obtenção de modelos que deem conta de resolver ou explicar a pergunta.

É nesse terceiro momento da intervenção desescolarizada que o encontro entre colegas e com professores de habilidades se concretizará. Podemos considerar cada projeto como uma teia, mas também o conjunto de todos os projetos que forem desenvolvidos no Clube de Ciências. Afinal, cada

grupos poderá partilhar entre membros do mesmo grupo mas também com os parceiros de outros. Esperamos contar com a presença de profissionais e professores para servirem de modelos para a troca de habilidades com os aprendizes.

5.4 4º MOMENTO - DOCUMENTAÇÃO E COMPARTILHAMENTO

Para que a intervenção seja efetivamente aberta, é esperado que o conhecimento gerado feche o ciclo pesquisa-criação-documentação-compartilhamento. Nesse terceiro momento, os participantes deverão fazer a documentação do seu projeto para posterior compartilhamento. Se faz necessário que os participantes entendam a importância dessa etapa do projeto. Rafael Pezzi, no livro *Ciência Aberta, Questões Abertas* (PEZZI, 2015, p.139), lança mão dos conceitos advindos da economia de *recursos rivais* e *recursos não rivais* na defesa de que o conhecimento seja aberto. Para este autor, o conhecimento é um bem não rival, ou seja, um recurso que permite uso simultâneo e que não compete entre si. Vale aqui ressaltar aos participantes que esse segundo momento da intervenção poderá ser executado mesmo que o projeto ainda não esteja pronto. Ou ainda, a documentação poderá ser feita paralelamente ao desenvolvimento de seu projeto. Tal ferramenta poderá ajudar na organização e desenvolvimento do respectivo projeto.

Elegemos como plataforma para a realização da documentação e compartilhamento dos projetos o site *Wikia*. Trata-se de um serviço de hospedagem gratuita para hipertextos e de código aberto criado em 2004 por um dos fundadores da famosa Wikipedia. Atualmente, a plataforma conta com versão em português. Como já adiantado em seção anterior a esta, sugerimos a adoção do modelo de documentação desenvolvido e mantido pelo Centro de Tecnologia Acadêmica (CTA) da UFRGS no desenvolvimento de seus projetos como referência para documentação e compartilhamento dos projetos desenvolvidos pelos participantes da *intervenção desescolarizada*. Com estes procedimentos almejamos que os projetos de

feira de ciências dos participantes da nossa intervenção desescolarizada tornem-se *hiperobjetos*. Ou seja, que sejam agregadas aos projetos desenvolvidos conjuntos de informação sobre este nas mais variadas formas: textos, imagens, sons, vídeos, códigos, etc.

6 RELATO DE UMA INTERVENÇÃO DESESCOLARIZADA NA ESCOLA

Nesta seção, discorreremos sobre um projeto – o *Girarduíno* – desenvolvido por alunos durante aplicação da intervenção desescolarizada. A intervenção ocorreu junto ao colégio La Salle Carmo em Caxias do Sul – RS, como uma atividade extra curricular durante os anos de 2015 e 2016. Cabe aqui ressaltar que cada teia de aprendizagem deve se moldar ao contexto e interesse daquele momento por parte de seus participantes – fazendo com que cada intervenção tipo teia seja singular.

Figura 1 – Logo do Clube de Ciências



6.1 ENCONTRO INAUGURAL

Para a primeira atividade do Clube, em 2015, contamos com a participação de 13 alunos (9 da primeira série e 4 da segunda série). Em 2016 foram 16 alunos a participarem do primeiro encontro (10 da primeira série, 5 da segunda e um da terceira série). Tais números, já no primeiro ano de aplicação, variaram muito durante o decorrer do ano letivo. Como Illich chama atenção, as burocracia do ensino sequencial e dos termos de pré-requisitos podem se constituir em uma barreira na aprendizagem. Concordamos com nosso autor que, em diversas situações, a criação destas barreiras são desnecessárias. Por este motivo, participantes novos ou não

assíduos foram aceitos sem nenhum tipo de repreensão – a não ser das penas de não cumprimento das expectativas ou objetivos de seus projetos.

Retomando a descrição dos encontros inaugurais da nossa intervenção desescolarizada, eles consistiram em dois momentos diferentes:

- 1º) uma troca de ideias sobre o que seria o Clube de Ciências;
- 2º) oficina de *Arduíno*.

No primeiro momento ocorreu uma pequena explanação sobre como funcionariam os encontros e quais os propósitos do Clube. Ideais como os da ciência aberta, conhecimento livre, software e hardware abertos, licenças permissivas, documentação e compartilhamento foram apresentados aos alunos presentes. Houve um certo estranhamento por parte da maioria dos presentes principalmente quando se ouve falar em licenças permissivas e compartilhamento.

Não é de se admirar que isto sucedesse com seres inseridos desde de cedo em um paradigma mercantilista, no qual “todos os direitos são reservados”. Foi muito interessante observar este primeiro contato com algo tão fora do comum na vida destes aprendizes: a liberdade de acesso às *coisas*. Outros desdobramentos quanto ao licenciamento aberto foram observados no decorrer da intervenção e serão discutidos na sequência deste capítulo. Caberia, futuramente, um estudo específico de como essas ideias refletiriam em crianças/alunos em diferentes contextos sociais. Dentro da ótica de Illich, a instituição escolar, através da ação de seu *currículo oculto*, é protagonista na formação do pensamento de dependência institucional no trabalho de satisfazer as necessidades do cidadão. A adoção do paradigma consumista torna fácil e demasiadamente aceitável o empacotamento protecionista institucional das coisas em geral em todas as esferas da vida moderna. Movimentos como os da educação aberta e da ciência aberta defende um outro caminho, um caminho de abertura das coisas. Os Recursos Educacionais Abertos (REA) são recursos voltados à aprendizagem que permitem quebrar com a norma de empacotamento daquilo que Ivan Illich denomina de *coisas especiais* (materiais e objetos educacionais).

No segundo momento, os presentes participaram de uma oficina de *Arduíno*. A atividade constitui-se em uma breve explicação sobre a placa e de

montagens simples com programações também simples que foram aumentando de nível de complexidade. Tudo foi organizado em uma apresentação de slides em formato aberto (.odp³¹) que foi enviada por e-mail aos participantes. No primeiro ano da oficina contamos com 5 placas e no segundo com 7 placas. Além disso, materiais básicos para a montagem foram também disponibilizados: *protoboard's*, *jumpers*, LED's, resistores, potenciômetros, LDR's, botões, etc. Um fato aconteceu em decorrência deste encontro que acabou por influenciar a aplicação do restante do projeto. Um pai de um dos participantes, ao saber que o filho havia manuseado o Arduino, interessou-se pelo projeto e foi prontamente convidado a participar como um professor de habilidades. Voltaremos a falar diversas vezes desse profissional durante a dissertação. A formação e área de atuação profissional dele é a engenharia elétrica. Além disso, esse pai tem muitas habilidades e experiência na área de micro controladores encaixando-se perfeitamente naquilo que Illich denomina *modelo de habilidades*.

Figura 2 - Participantes em um dos encontros do Clube de Ciências



Fonte: Daniela Boff, 2015.

6.2 SEGUNDO ENCONTRO: WIKIA

³¹ Apresentação *Open Document*.

Neste encontro, nos aprofundamos um pouco mais na importância da documentação e compartilhamento e introduzimos superficialmente a ferramenta que utilizaríamos para tal tarefa: o site de construção coletiva de hipertextos *wikia*. No primeiro ano do clube, a explanação e instrução realizada sobre a ferramenta de hipertexto a ser utilizada foi feita em poucas linhas pelo professor. No segundo ano, essa etapa contou com a ajuda de um dos participantes do primeiro ano que acabou se tornando um colaborador ativo dos projetos documentados no site. Naturalmente, o participante tornou-se um modelo de habilidades na construção dos hipertextos. Claramente, tais habilidades foram adquiridas autonomamente devido ao interesse do aprendiz no uso da ferramenta *wikia*.

Durante o processo do desenvolvimento dos projetos estas tarefas de documentação encontraram muita resistência por parte dos participantes. Podemos apontar dois motivos aparentes dessa atitude:

1º) os aprendizes não incorporam a bandeira do conhecimento aberto e livre pois tratam-se de seres altamente escolarizados, não entendendo realmente aonde os tipos de ação de compartilhamento levariam a vantagens na vida institucionalizada;

2º) os aprendizes estão sobrecarregados de burocracias e obrigadoriedades escolares (dentro delas, a própria Mostra Científica da escola exigia diário de bordo, trabalho escrito e pasta bibliográfica) que não deram importância para a questão do desenvolvimento dos *hiperobjetos* por não ser algo que – numa linguagem especificamente escolar – “vale nota”.

Concluimos aqui que uma nova abordagem deve ser criada para ressaltar os conceitos e as vantagens do conhecimento aberto e dos *hiperobjetos* em futuras intervenções desescolarizadas do tipo da desenvolvida como projeto dessa dissertação de mestrado. Contudo, como veremos na descrição de alguns projetos mais adiante, um dos projetos desenvolvido por uma dupla de participantes foi justamente a construção coletiva de resumos e esquemas, no formato de hipertextos abertos (no *wikia*) que ajudassem a turma da qual fazem parte durante o estudo das disciplinas escolares.

6.3 DEMAIS ENCONTROS

Os demais encontros da nossa intervenção seguiram ocorrendo sem planejamento rígido, sendo guiados principalmente pela demanda de interesses dos alunos participantes. O número de participantes variou de encontro a encontro. Vários fatores colaboraram para isso. Podemos citar o interesse no projeto (por exemplo, alguns grupos contavam com quatro participantes mas que apenas uma fração destes mantinham frequência assídua), nível de desenvolvimento do projeto, época de provas e demais compromissos escolares entre outros. Além dos alunos participantes, alguns professores da área das Ciências da Natureza também compareceram regularmente para orientar alguns projetos. Ademais, um dos participantes mais ativos e interessado em ajudar compartilhando seu conhecimento, foi o pai de um participante. De formação e profissão da engenharia elétrica, foi imprescindível no compartilhamento de habilidades para o desenvolvimento de diversos projetos. Os aprendizes aprenderam a admirá-lo e, muitas vezes, a se espelhar nele como modelo de profissional.

6.4 DESCRIÇÃO DOS PROJETOS DESENVOLVIDOS

Nesta seção, dissertaremos a respeito de alguns projetos desenvolvidos pelos participantes de nossa intervenção desescolarizada. Escolhemos para constar aqui aqueles projetos que foram mais consistentes e que tiveram a maior parte do seu desenvolvimento atrelado ao Clube de Ciências. Não obstante, outros projetos que não descreveremos aqui, também receberam apoio dos participantes da teia de aprendizagem, porém em menor escala. Dito isso, destacamos um total de oito projetos, o que resulta em um envolvimento de 19 alunos. Como já explicado, esse número de alunos não correspondeu sempre aos participantes de cada encontro. No final das contas, mesmo que apenas um aluno de um grupo de quatro fosse assíduo nos encontros, isto seria mais proveitoso do que se todos estivessem presentes mas, eventualmente, dispersos das atividades.

6.4.1 *Blinduino*

O *Blinduino* trata-se de um projeto voltado à melhora da qualidade de vida dos deficientes visuais. No primeiro ano da intervenção desescolarizada, uma aluna da primeira série do ensino médio – após a participação do primeiro encontro no qual tiveram uma pequena oficina sobre o *Arduino* – vislumbrou o que seria o seu projeto para a Mostra Científica da escola. Recordemos que, durante o processo de divulgação da atividade extracurricular em sala de aula, foi levada uma montagem com *Arduino*, que consistia em um sensor de ultrassom utilizado para medir distâncias que eram mostradas em uma tela de LCD. Impulsionada pela montagem e entendendo um pouco mais sobre a lógica do microprocessador e sensores utilizados, a participante teve a seguinte ideia: o desenvolvimento de um óculos dotado de um sensor de ultrassom voltado para deficientes visuais. A ideia seria que, de alguma forma, o dispositivo avisasse o usuário deficiente de obstáculos que estivesse fora do alcance da sua tradicional bengala (Bastão de Hoover), como obstáculos acima da cintura. Desta forma, galhos de árvore e travessas poderiam ser detectadas evitando-se prováveis acidentes. A primeira ideia da aluna e suas parceiras de grupo (eram três no total) foi de um fone de ouvido que emitisse sinais sonoros como aviso dos obstáculos detectados.

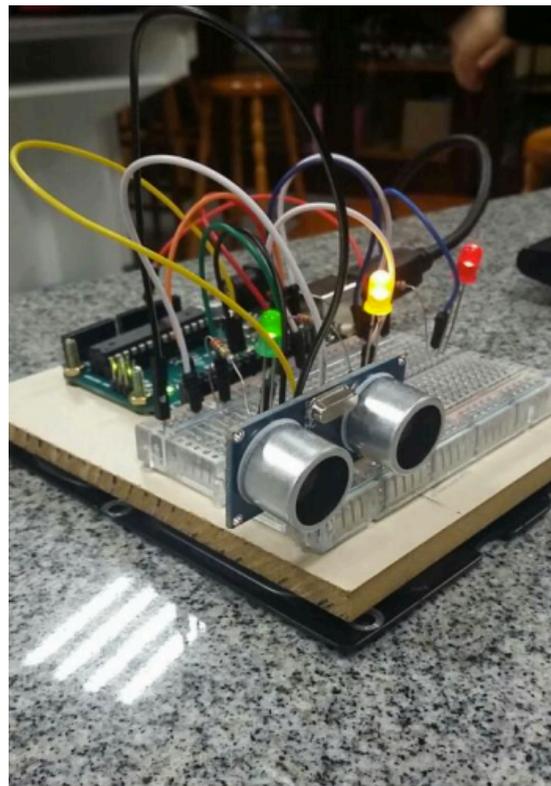
Iniciou-se, então, o desenvolvimento do projeto com uma discussão do que seria mais relevante para seu desenvolvimento. Ficou combinado que uma visita a uma instituição voltada ao auxílio de deficientes visuais para uma conversa/entrevista com profissionais da área e com os próprios deficientes. Foi escolhida a APADEV³² de Caxias do Sul. Mais adiante, relataremos sobre tal encontro. Feito isso, passamos para a parte prática. A tarefa dada para as participantes foi montar num *protoboard* um dispositivo que medisse distância com o *Arduíno* e o sensor de ultrassom HC-SR04. Seria algo parecido com aquele que havíamos levado às salas de aula durante o convite para participação do Clube. Lembrando que apenas uma das integrantes havia

³² Associação dos Pais e Amigos dos Deficientes Visuais.

participado da oficina de Arduíno. Aquilo que, antes da oficina de Arduíno, antes de enxergarem o aparato que media distâncias através do sensor de ultrassom em sala de aula, talvez parecesse impossível já não o era.

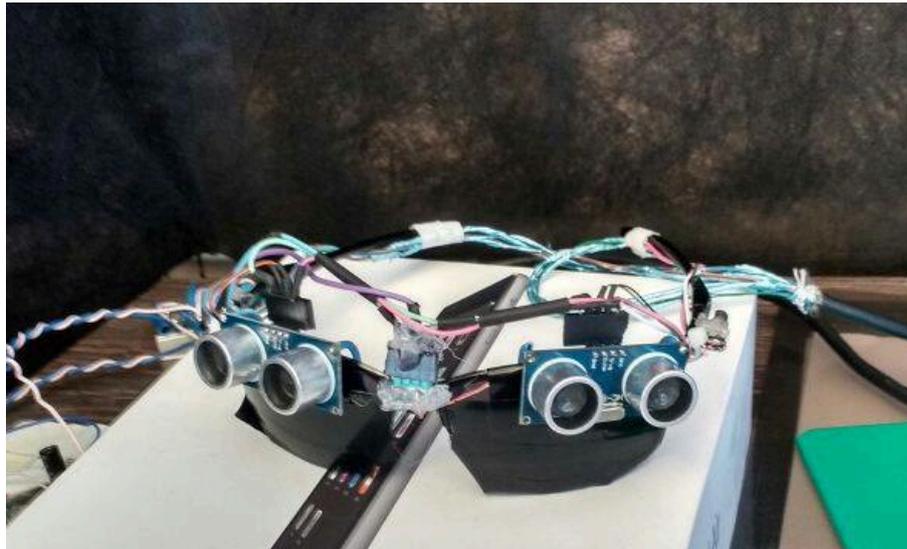
Contando com um *kit* contendo jumpers, *protoboard*, LED's, sensor ultrassônico e um computador com acesso a internet, rapidamente a dupla já havia encontrado montagens semelhantes com explicação e programação disponíveis. Num primeiro contato com o *protoboard*, algumas confusões são naturais de se ocorrer. Ainda mais se lembrarmos que estamos falando de aprendizes que pouco sabem sobre elétrica ou eletrônica. Mesmo assim, com alguns ajustes e um pequeno auxílio, o aparato estava pronto e mostrando as distâncias na tela do computador.

Figura 3 - Primeiro protótipo do blinduíno com sensor de ultrassom controlando LEDS de diferentes cores, cada uma relacionada com um intervalo de distâncias



Fonte: Ismael de Lima, 2014.

Figura 4 - Protótipo final do blinduíno com sensor de ultrassom controlando motores de *vibra call* de celulares antigos



Fonte: Ismael de Lima, 2015.

Na sequência do desenvolvimento do projeto *Blinduino*, as participantes fizeram a visita à APADEV. O dispositivo proposto por elas foi apresentado a alguns deficientes e profissionais responsáveis pelo auxílio dos mesmos. A ideia foi bem recebida, porém uma importante contribuição e crítica foi feita. A ideia inicial dos sinais sonoros para comunicar aos usuários deficientes visuais não foi bem recebida por eles visto que já utilizam o senso da audição pra suprir algumas necessidades visuais não disponíveis. Por conseguinte, um novo problema deveria ser resolvido. De fato, quando as participantes apresentaram-nos o problema, já apresentaram-nos também a solução pensada: utilizar motores de *vibra call* de celulares antigos. Dessa forma, os obstáculos seriam informados através de sinais táteis e não sonoros.

Esse projeto não se configura em uma ideia que se possa chamar de totalmente original. Uma pequena pesquisa na internet nos permite encontrar alguns protótipos já construídos de dispositivos com a mesma ideia. Contudo, a originalidade não é nosso principal foco na *teia de aprendizagem* – mesmo que para as mostras científicas onde o projeto poderá ser exposto esta característica seja relevante. Na intervenção, mais importante que a originalidade foi o maior protagonismo durante o processo de *apropriação do conhecimento*.

No contexto deste projeto, a *caixa-preta* das questões mais específicas da eletrônica envolvida no funcionamento do sensor não mereceram serem abertas em nosso entendimento. Questões de ondulatória, em particular a acústica, foram parcialmente abordadas pelo professor de física (o professor de habilidades para Illich ou o especialista para Nehering). No entanto, o problema mecânico de como um dispositivo poderia determinar uma distância através da geração e recepção de ondas mecânicas teve sua solução a cargo dos aprendizes.

6.4.2 Girarduíno

A ideia inicial desse projeto, o *girarduíno*, adveio do estímulo que uma oficina sobre o Arduíno trouxe aos participantes. Dois desses participantes, do primeiro ano do ensino médio, partiram a pesquisar na rede de computadores aplicações e projetos com o uso do micro controlador recém apresentado a eles. Na semana seguinte, vieram com o seu “achado”. Um vídeo no Youtube de um aparato robótico programado para seguir pontos com maior luminosidade. Um girassol robótico. Nas descrições do vídeo, uma característica que majoritariamente acompanha os entusiastas da utilização da placa: o compartilhamento de informações relevantes para a construção do aparato como, por exemplo, o código fonte que comandaria as ações dos motores e detalhes da montagem mecânica. Nada muito organizado, mas útil. No vídeo, os alunos identificaram sensores LDR³³ em funcionamento, os mesmos sensores que já haviam conhecido na oficina de Arduíno. Talvez esse fato tenha contribuído para a identificação e interesse deles para com o aparato. Contudo, algumas questões foram colocadas aos proponentes. *Qual a utilidade prática do objeto? Porquê construí-lo? Que problema se poderia resolver com o auxílio dele?*

A solução dada ao problema lançado aos alunos foi a de se utilizar o objeto descrito no vídeo – o girassol robótico – para automatizar a posição e direção de um painel fotovoltaico de captação de energia solar de acordo

³³ Sensor eletrônico de luminosidade

com a posição solar. Note que essa não é uma montagem muito original. Porém, a quantidade de conceitos da física que seriam utilizados no desenvolvimento de tal projeto, tornam-no potencialmente significativo na aprendizagem destes conceitos por parte dos participantes.

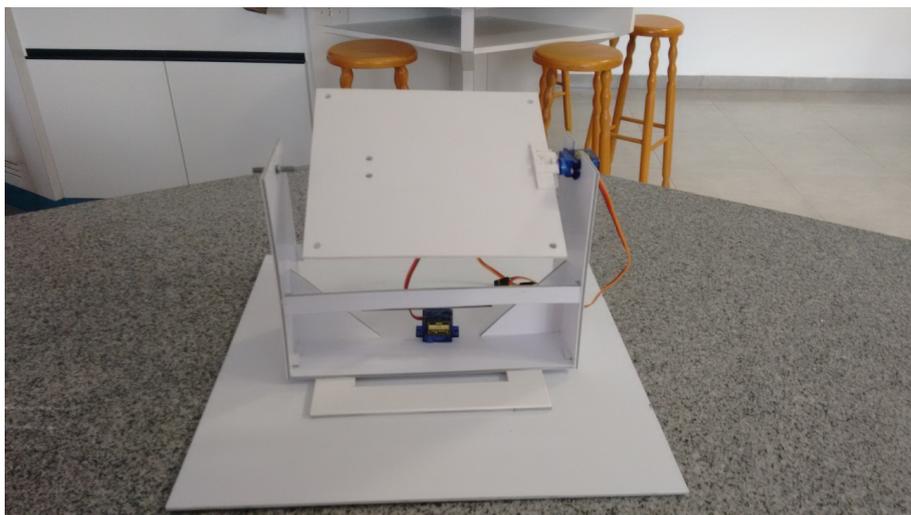
O problema a ser respondido com a construção e uso do *girarduino* é *se haveria um aumento na produção de energia elétrica por um painel solar fotovoltaico utilizando-se a automação para que siga o movimento aparente do Sol ao longo do dia*. O trabalho seria o de adaptar o projeto descrito no vídeo, que consistia simplesmente em um girassol robótico, para um painel solar que se posicionasse segundo um ângulo, horizontal e vertical, de maneira a receber maior incidência da luz solar. Assim, podemos considerar que o vídeo utilizado configura-se como um REA, já que disponibilizava algumas informações que facilitaram a adaptação daquele objeto para a criação de um novo. Ressaltamos que é importante que, para que um ciclo de compartilhamento se feche, uma documentação do novo objeto seja disponibilizada para que outras pessoas possam se beneficiar e novas aplicações possam surgir a partir dele.

Esse projeto recebeu atenção dos participantes por dois anos até chegar em sua versão final. Diversos problemas foram encontrados e resolvidos durante esse tempo. Podemos citar alguns problemas: dificuldade com a parte mecânica, adaptação do código da programação, empecilhos advindos de “ruídos” elétricos. Pudemos observar o aprendizado dos participantes sendo guiado pelas demandas do aparato que desenvolviam. Dessa forma, conceitos de programação, mecânica e eletricidade – para citar apenas alguns – foram sendo abordados, pesquisados e aprendidos de forma significativa pelos desenvolvedores do projeto. Chamamos atenção ao fato de que a motivação dos alunos não diminuiu a cada dificuldade encontrada, mas ao contrário. Acreditamos que eles tenham se dado conta que, a cada obstáculo ou etapa cumprida, mais conhecimento eles tinham sobre o aquilo que estavam desenvolvendo.

Assim como Illich, concordamos que as pessoas devem reformular a forma com que interagem com as coisas comuns. A sociedade do consumo desencoraja que saibamos ou que investiguemos como as coisas comuns funcionam. É como se o processo não importasse, mas apenas o resultado.

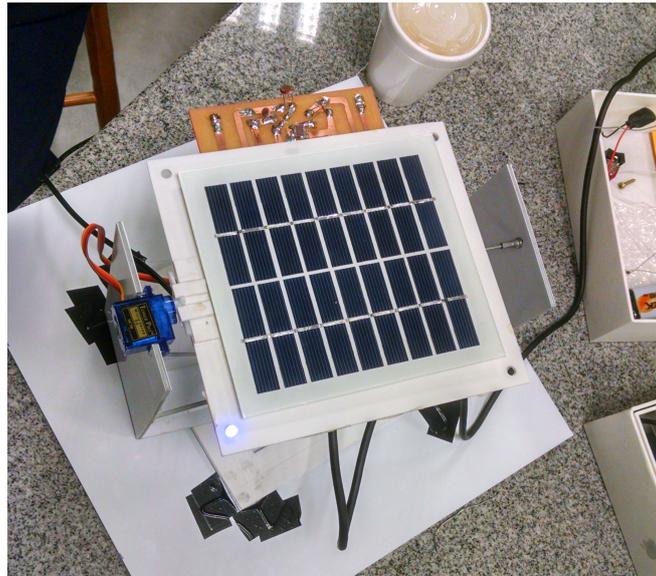
Durante o desenvolvimento deste projeto, pudemos identificar a dos participantes nos momentos da descoberta de que certas coisas, que antes pareciam inconcebíveis, eram possíveis de se fazer. O fascínio de se enxergar as coisas não só como uma caixa preta, mas como algo que depende de um processo.

Figura 5 - Foto do suporte móvel para o painel construído pelos alunos desenvolvedores do projeto



Fonte: Ismael de Lima, 2015.

Figura 6 - base móvel, painel solar e placa de circuito impresso



Fonte: Ismael de Lima, 2015.

6.4.3 LED automatizado

Uma das atividades clássicas da oficina de Arduino consiste em automatizar uma lâmpada LED através da variação de luminosidade em um sensor LDR. Na oficina, o controle era feito para mudar a frequência com que o LED acendia e apagava. Com isso em mente, um grupo de alunos perguntou: *seria possível controlar com o Arduino a intensidade luminosa de uma lâmpada conforme a luminosidade de uma sala?* O intuito de tal dispositivo seria o de diminuir o consumo de energia elétrica em ambientes que contam com uma iluminação natural. A partir desta ideia, mais um projeto estaria nascendo. O LED Automatizado consiste em uma pequena maquete com dois ambientes. Um dos ambientes seria iluminado por um LED que permaneceria aceso com seu brilho nominal. Já o outro ambiente teria um LED automatizado pelo Arduino que, de acordo com a luminosidade natural que influenciaria tal ambiente, pudesse aumentar ou diminuir sua potência. De alguma forma seria necessário se comparar os valores de consumo para se provar, ou não, a eficiência da automação. Em tempo, o LED automatizado foi desenvolvido por um grupo de alunos também do primeiro ano do ensino médio. Pouco sabiam eles a respeito dos conceitos e técnicas de eletricidade antes de envolver-se no projeto. Porém, com os conceitos

básicos da eletrônica vistos na oficina de arduino, e um pequeno aprofundamento sobre as suas saídas digitais *PWM*, foi possível construir um primeiro protótipo de automação de um pequeno LED através da variação de luminosidade em um LDR.

Contudo, algumas barreiras se impuseram. O Arduíno trabalha com pequenas tensões (de até 5V) e pequenas correntes (em torno de 40mA por pino). Para se iluminar um ambiente, mesmo que em uma pequena maquete para demonstração e testes de comparação, se faria necessário a utilização de um LED um pouco mais potente do que aqueles de 5mm que utilizamos na oficina. Para isso, precisaríamos do auxílio de uma fonte de, no mínimo 12V. O problema a ser resolvido era o de como se controlar com o Arduíno cargas vindas de fontes externas. A demanda levou a uma pequena explanação e prática de eletrônica aos alunos e ao professor comandada pelo adulto colaborador. Com um aprofundamento um pouco maior do que havíamos abordado a eletrônica na oficina de Arduíno, os alunos acompanharam a abertura de uma *caixa-preta* com a ajuda de um profissional da área em questão. Com isso em mãos, partiu-se para a construção do novo protótipo. Em poucos dias, um LED de 12V já estaria sendo controlado pela luminosidade no sensor. Em seguida construíram uma simples maquete para colocarmos as duas lâmpadas. Porém, ainda faltava realizar os testes.

Para a comparação entre os consumos de cada uma das lâmpadas os alunos pesquisaram e concluíram corretamente que seria necessário a medida da energia elétrica dissipada pelos LED's. Porém, a solução dada pelos aprendizes para o cálculo do consumo – o produto entre a intensidade da corrente medida, da tensão elétrica aplicada e do tempo – não seria aplicável na situação. A questão é que o PWM controla a potência da lâmpada automatizada através da modulação da largura de pulso enviada pelo pino de saída do Arduíno. Ou seja, a lâmpada consome menos potência pois, efetivamente, fica menos tempo ligada à tensão. É como se ela fosse ligada e desligada diversas vezes enquanto a outra lâmpada, sem o controle, permanece ligada o tempo todo. Sendo assim, a solução adotada foi a de simplesmente multiplicar a potência da lâmpada, medida experimentalmente, pelo tempo em que permanece ligada em cada situação. Estes valores, além

de serem salvos na janela *serial* do Arduino IDE³⁴ são mostrados em tempo real em uma tela LCD. Os resultados iniciais mostram uma grande economia de consumo de energia através da automação do LED, mas o dispositivo ainda merece ajustes para trazer resultados mais confiáveis e realistas.

O projeto do LED Automatizado foi desenvolvido no segundo ano da aplicação da intervenção e por isso ainda se encontra em fase inicial de desenvolvimento. Mesmo assim, o projeto chamou atenção na Mostra Científica do Carmo e conseguiu credencial para a MOSTRASEG (UCS), onde também teve seu reconhecimento.

6.5 VISÃO GERAL DOS PROJETOS DESENVOLVIDO PELOS PARTICIPANTES NA INTERVENÇÃO

A criatividade dos alunos é constantemente podada durante o ensino básico em favor de uma sequência de aprendizado determinada por um currículo fragmentado. Ivan Illich atribui ao caráter mercantilista da instituição escolar essa necessidade de se recortar o conhecimento em pedaços e de empacotá-lo de tal forma que ela possa distribuí-lo aos poucos aos aprendizes. Em nossa intervenção desescolarizada buscamos a quebra deste paradigma fragmentador de conhecimento de modo que o aprendiz possa ter acesso ao que lhe interessa no momento de sua necessidade ou curiosidade. Portanto, um dos objetivos do Clube de Ciências é oferecer o suporte e a atmosfera ideal para que o aprendiz possa exercer sua criatividade e, de acordo com o seu interesse, busque da forma mais autônoma possível o seu aprendizado através do desenvolvimento de projetos com temas livres. Esta intervenção desescolarizada ocorre dentro da escola (escolarizada). Tal peculiaridade já é suficiente para que encontremos limites por barreiras institucionais e oposições culturais do discente.

Não obstante, acreditamos ter efetivado a superação de algumas barreiras escolares causadas pela fragmentação curricular. A escolha dos conteúdos – para se utilizar uma linguagem escolar – que deveriam ser

³⁴ O Arduino IDE é uma aplicação multiplataforma escrita em Java esquematizado para introduzir a programação de desenvolvimento de software.

explorados foram elegidos não pela etapa na sequência escolar do participante, mas pelo problema a ser resolvido. Acreditamos que desta forma o interesse do aluno pelo assunto é fortalecido, podendo facilitar o aprendizado com uma maior autonomia. O conceito das *caixas-pretas* trazido-nos por Nehring *et al.* trouxe à prática uma maior leveza ao lidarmos com assuntos mais complexos ligados ao desenvolvimento de cada projeto. Como sugere Illich, as *coisas* necessárias para o aprender do aprendiz estavam presentes durante a intervenção, bem como alguns *modelos de habilidade*. A colaboração do adulto, engenheiro eletricitista e pai de um participante, foi fundamental para o sucesso do segundo momento da intervenção (desenvolvimento dos projetos).

7 ÚLTIMAS PALAVRAS

Nossa proposta de trabalho tem como intenção favorecer uma aprendizagem mais livre e autônoma através da formação do que Ivan Illich acredita ser a chave para uma nova instituição educacional moderna: as *teias de aprendizagem*. Em particular, os assuntos desenvolvidos em nossa sugestão de teia descrita neste texto de apoio ao professor – a *intervenção desescolarizada* – foram de cunho científico e tecnológico. Não obstante, outras formas de teias desescolarizadas mais abrangentes podem ser inspiradas a se formarem. Além disso, almejamos que a fragmentação do conhecimento induzida no ser escolar seja superada já que os conteúdos curriculares não guiarão nossa intervenção. Ao contrário: será o projeto de interesse do participante que deverá decidir e indicar quais os conceitos serão abordados, pesquisados e – se tivermos êxito – apreendidos.

REFERENCIAS

BARCELOS, N. N. S.; JACOBUCCI, G. B.; JACOBUCCI, D. F. C. *Quando o cotidiano pede espaço na escola, o projeto da feira de ciências “vida em sociedade” se concretiza*. *Ciência & Educação*, v. 16, n. 1, p. 215-233, 2010.

BATISTA, I. L.; LAVAQUI, V.; SALVI, R. F. *Interdisciplinaridade escolar no ensino médio por meio de trabalho com projetos pedagógicos*. *Investigações em Ensino de Ciências – V13(2)*, pp.209-239, 2008.

FOUREZ, G. *Alfabetisation scientifique et technique*. Essai sur les finalités del' enseignement des sciences. Belgique: De Boeck Université, 1994.

ILLICH, I. *Sociedade sem escolas*. Tradução de Lúcia Mathilde Endlich Orth. Petrópolis, RJ: Editora Vozes, 1973.

NEHRING, C. M. et al. *As ilhas de racionalidade e o saber significativo: o ensino de ciências através de projetos*. *ENSAIO – Pesquisa em Educação em Ciências*, V.2, N.1., 2002.

PEZZI, R. *Ciência aberta: dos hipertextos aos hiperobjetos*. In; ALBAGLI, S.; MACIEL, M. L.; ABDO, A. H. (Organizadores). *Ciência aberta, questões abertas.*, Brasília: IBICT; Rio de Janeiro: UNIRIO, 2015. 312 p.

PEZZI, R. et. Al. *Desenvolvimento de tecnologia para ciência e educação fundamentado nos preceitos de liberdade do conhecimento: o caso do Centro de Tecnologia Acadêmica*. *Linc em Revista*, Rio de Janeiro, v. 13, n. 1, p. 205-222, maio 2017. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.18617/liinc.v13i1.3757>. Acesso em: junho de 2017.

ROCHA, F. S.; MARRANGHELLO, G. F.; LUCHESE, M. M. *Acelerômetro eletrônico e a placa Arduino para ensino de Física em tempo real*. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 31, n. 1, p. 98-123, abr. 2014.

SANTANA, B.; ROSSINI, C.; PRETTO, N. L. (Organizadores). *Recursos Educacionais Abertos: práticas colaborativas políticas públicas*, 2012, 246p.

SIMON, I; SAID VIEIRA, M. *O rossio não-rival*. In: PRETTO, N; SILVEIRA, S. A. (organizadores). *Além das redes de colaboração: internet, diversidade cultural e tecnologias do poder*. 2008. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.7476/9788523208899>>. Acesso em: Agosto de 2017

SOUZA, A.R. et. al. *A placa Arduino: uma opção de baixo custo para experiências de física assistidas pelo PC.* **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 33, n. 1, 2011.