



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO ACADÊMICO DO AGRESTE
NÚCLEO DE FORMAÇÃO DOCENTE
FÍSICA-LICENCIATURA

**Avaliação da aprendizagem de eletrônica a partir de uma proposta
de educação científica baseada em projetos**

Edla Carine Pessoa Marinho

Orientadora: Kátia Calligaris Rodrigues
Co-Orientadora: Kátia Silva Cunha

CARUARU

2014



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO ACADÊMICO DO AGRESTE
NÚCLEO DE FORMAÇÃO DOCENTE
FÍSICA-LICENCIATURA

**Avaliação da aprendizagem de eletrônica a partir de uma proposta
de educação científica baseada em projetos**

Edla Carine Pessoa Marinho

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Universidade Federal de Pernambuco – Curso de
Física-Licenciatura como uma das atividades
avaliativas da disciplina Trabalho de Conclusão de
Curso II.

Orientadora: Kátia Calligaris Rodrigues

Co-Orientadora: Kátia Silva Cunha

CARUARU

2014

Catálogo na fonte:
Bibliotecária – Paula Silva CRB/4-1223

M338a Marinho, Edla Carine Pessoa.

Avaliação da aprendizagem de eletrônica a partir de uma proposta de educação científica baseada em projetos. / Edla Carine Pessoa Marinho. – Caruaru, 2014.

51 f.; 30 cm.

Orientadora: Kátia Calligaris Rodrigues.

Co-orientadora: Kátia Silva Cunha.

Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso) – Universidade Federal de Pernambuco, CAA, Física - Licenciatura, 2014.

Inclui referências.

1. Avaliação de aprendizagem. 2. Educação científica. 3. Eletrônica- Estudo e ensino. 4. Educação - Projeto. 5. Circuitos eletrônicos. I. Rodrigues, Kátia Calligaris (Orientadora). II. Cunha, Kátia Silva. III. Título.

371.12 CDD (23. ed.)

UFPE (CAA 2014-123)



PARECER DA COMISSÃO EXAMINADORA DE DEFESA NA
DISCIPLINA DE TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO II

EDLA CARINE PESSOA MARINHO

Título

**“AVALIAÇÃO DA APRENDIZAGEM DE ELETRÔNICA EM UMA
PROPOSTA DE EDUCAÇÃO CIENTÍFICA BASEADA EM
PROJETOS”**

A comissão examinadora composta pelos professores: KÁTIA CALLIGARIS RODRIGUES, NFD/UFPE; SÉRGIO DE LEMOS CAMPELLO, NFD/UFPE e KÁTIA SILVA CUNHA, NFD/UFPE, sob a presidência do primeiro, consideram o graduando **EDLA CARINE PESSOA MARINHO APROVADO.**

Caruaru, 27 de agosto de 2014.

JOÃO F. L. DE FREITAS

Coordenador do curso de Física –
Licenciatura

KÁTIA C. RODRIGUES

Orientador e 1º Examinador

SÉRGIO L. CAMPELLO

2º Examinador

KÁTIA SILVA CUNHA

3º Examinador

*Dedico à minha família, eterna
incentivadora dos meus sonhos e as
meus verdadeiros amigos que de alguma
maneira ajudaram para esta realização.*

AGRADECIMENTOS

- Acima de tudo a Deus, pai misericordioso que sempre está ao meu lado. Agradeço aos meus pais Célia e Ednaldo, Bibi e João Reis, Andréa e Lucinaldo, por cada incentivo e orientação, pelas orações em meu favor, pela preocupação para que eu estivesse andando pelo caminho certo.
- Agradeço aos meus amigos Ygor Meneses e Edu Torres, e minhas amigas Paula Marinho, Renata Torres, Heloysa Marinho, Amanda Costa e Rafaela Torres pela amizade, paciência e motivação durante esses anos de muita vitória e dedicação.
- Ao meu namorado Diego Marcos, pelo carinho, incentivo, apoio e compreensão.
- Aos professores que me ensinaram e me orientaram ao longo do curso.
- A Prof^a Dra. Kátia Calligaris Rodrigues, orientadora, estando sempre presente, esclarecendo minhas dúvidas, incentivando e sempre acreditando no meu potencial, um muito obrigado pela dedicação.
- Um muito obrigado a minha co-orientadora Prof^a Dra. Kátia Cunha Silva pelo aprendizado e profissionalismo.
- Aos meus amigos e amigas de ônibus Katharine Rita, Rose Silva, Carmelita Aline, Hérmerson Silva, Daniela Pessoa, Simone Simões e Raí Rocha por me fazer rir nos momentos de exaustão.
- Aos meus colegas de classe Ribbyson Silva, Thathawanna Aires e Millena Lima, futuros excelentes profissionais, pelo incentivo.
- Aos meus colegas de trabalho por acreditarem em meu potencial.

RESUMO

A eletrônica é um ramo da eletricidade, que por sua vez é um ramo da Física, que estuda o comportamento de circuitos elétricos/eletrônicos ou a fabricação de circuitos que contenham semicondutores, resistores, etc. Porém, mesmo com toda evidência de sua importância para a humanidade, a eletricidade está dentre as dificuldades específicas da Física. A maneira como a eletrônica, muitas vezes vem sendo ensinada não ajuda o aprendiz a pensar, argumentar e tomar suas decisões. A aprendizagem baseada em projetos ou problemas permite desenvolver a criticidade do aluno e construir soluções mais criativas em torno de tarefas complexas, dando-lhe a oportunidade de trabalhar autonomamente e de desenvolver a tomada de decisão. Portanto, a presente pesquisa apresenta o desenvolvimento de uma proposta de Educação Científica Baseada em Projetos (ECBP) que busca adequar as etapas de construção de um fotobiomodulador à metodologia de Ilhas de Racionalidade, a fim de verificar a adequação da organização da aprendizagem em torno de um projeto desafiador, tecnologicamente inovador, e com grande poder interdisciplinar. Desse modo, esta pesquisa propõe investigar os níveis de aprendizagem dos conceitos de eletrônica, segundo a taxonomia de Bloom no contexto da Educação Científica Baseada em Projetos (ECPB) e evidenciá-los a luz da teoria da aprendizagem significativa de Ausubel.

PALAVRAS CHAVE: Avaliação da Aprendizagem, Taxonomia de Bloom, Educação por Projetos, Eletrônica.

ABSTRACT

Electronics is a branch of electricity, which in turn is a branch of physics that studies the behavior of electrical/electronic circuits or the manufacture of circuits containing semiconductors, resistors, etc. We know the importance of electricity to society, and it is through it that technological advances are increasing. But even with all evidence of their importance for mankind, electricity is among the specific problems of Physics. The way electronics often has been taught not help the learner to think, argue and make their decisions. The learning based on projects or problems allows the student to develop the criticality and build more creative solutions around complex tasks, giving him the opportunity to work autonomously and to develop decision-making. Therefore, this study presents the development of a proposed of Scientific Education Based on Projects (SEBP) that seeks to adapt the steps of building a fotobiomodulador to the methodology of Rationality Islands in order to verify the suitability of the learning organization around one, technologically innovative, and with great power challenging interdisciplinary project. Thus, this research proposes to investigate the levels of learning the concepts of electronics, according to Bloom's taxonomy in the context of Scientific Education Based on Projects (SEBP) and clarify them in the basis of the Ausubel theory of meaningful learning.

KEY WORDS: Assessment of Learning, Bloom's Taxonomy, Education for Projects, Electronics.

LISTA DE QUADROS E TABELAS

	P.
Quadro 1 - Questões aplicadas antes do desenvolvimento da proposta de Educação por projetos	29
Quadro 2 - Temas e resumos dos episódios apresentados aos estudantes da educação básica	32
Quadro 3 - Questões aplicadas após o desenvolvimento da proposta de Educação por projetos	33
Tabela 1 – Respostas a questão 3 do primeiro questionário	37
Tabela 2 – Respostas a questão 04 do primeiro questionário	38
Tabela 3 – Respostas a questão 1 do segundo questionário	39
Tabela 4 – Respostas a questão 2 do segundo questionário	40
Tabela 5 – Respostas a questão 4 do segundo questionário	41
Tabela 6 – Respostas a questão 5 do segundo questionário	42
Tabela 7 – Respostas a questão 06 do segundo questionário	43
Tabela 8 - Comparações das respostas dos alunos do antes e depois da ação da Educação Científica Baseada em Projetos	43

SUMÁRIO

	P.
1. INTRODUÇÃO.....	11
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	18
2.1 A TEORIA DE APRENDIZAGEM DE AUSUBEL.....	18
2.1.1 TIPOS DE APRENDIZAGEM.....	22
2.2. APRENDIZADO BASEADO EM PROBLEMA OU PROJETO.....	23
3. METODOLOGIA.....	27
4.RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	36
4.1 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS.....	36
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	45
REFERÊNCIAS.....	47
ANEXO	
ANEXO A.....	51

CAPÍTULO 1

INTRODUÇÃO

Uma das perguntas mais frequentes que os professores se deparam refere-se ao porque de ensinar certo conteúdo proposto. Outra questão é que os professores pensam que os alunos aprendem o conteúdo na mesma medida e tempo em que foi ensinado e, sempre que necessário, irão aplicar. De acordo com Lemos (2011, p. 26):

São raros os trabalhos que discutem explicitamente a relação entre o fazer docente e o processo de aprendizagem do aluno, ou melhor, entre os aspectos do evento educativo que influenciaram o tipo de aprendizagem realizada (ou não realizada) pelo aluno.

Muitas vezes o fato de “fazer bem”, ou fazer bem feito, como afirma a autora, reforça a ideia de um bom resultado, expressando assim a relação entre ensino e aprendizagem e, portanto, reforça a existência de um “bom ensino”, aquele que se apresenta suficiente para aprendizagem por parte do aluno “que faz”.

Porém a aprendizagem vai além de uma aula, seja essa expositiva, ou experimental no laboratório. Ao pensarmos na aprendizagem não podemos esquecer que esta proporciona explorar os conhecimentos já existentes na estrutura cognitiva do aluno, associando a fatos, criando novas relações e construindo significados idiossincráticos.

Essa construção de significados não é uma apreensão literal da informação, mas é uma percepção substantiva do material apresentado, e desse modo, se configura como uma aprendizagem significativa (TAVARES, 2005). Portanto, quanto mais organizada a cognição do aluno, maior facilidade em entender novas informações, transformando-as em significados. Segundo Moreira (1997), para Ausubel a aprendizagem significativa é um mecanismo humano, por excelência, para adquirir e armazenar a vasta quantidade de ideias e informações representadas em qualquer campo de conhecimento.

A definição de Aprendizagem Significativa, como processo no qual os novos conhecimentos adquiridos relacionam-se com o conhecimento prévio que o aluno possui de forma não-arbitrária e não-literal, parte do pressuposto de que só aprendemos a partir daquilo que já conhecemos. Moreira (1999a) relata que, para Novak, uma teoria de educação deve levar em consideração que o ser humano pensa, sente e age, assim, qualquer evento educativo é, na realidade, uma troca de significados e sentimentos entre professor e aprendiz. Portanto, para aprender de maneira significativa o aprendiz deve querer relacionar o novo conhecimento ao seu conhecimento prévio.

Da mesma forma o próprio Ausubel (1968), ao especificar as condições para a aprendizagem significativa, leva em consideração o lado afetivo: a aprendizagem significativa requer não só que o material de aprendizagem seja potencialmente significativo, isto é, o conteúdo do material a ser estudado tenha relação com a estrutura cognitiva de maneira não-arbitrária e não-literal, mas também que o aprendiz manifeste uma disposição para relacionar o novo material de modo substantivo e não-arbitrário à sua estrutura de conhecimento. Em oposição ao conceito de aprendizagem significativa está a aprendizagem mecânica, onde novas informações são decoradas de forma arbitrária e literal, ou seja, os alunos memorizam informações sem significado, mas que servem para serem reproduzidas em curto prazo e aplicadas a situações conhecidas.

Pesquisas mostram dificuldades específicas na aprendizagem da Física dentre essas, está o conteúdo de eletricidade. Para Dorneles, Araujo e Veit, (2006), a eletricidade é uma das áreas da Física que possuem mais estudos referentes a dificuldades de aprendizagem. Estes estudos incluem dificuldades conceituais, concepções alternativas que muitas vezes, têm origem na necessidade que o ser humano tem de construir explicações para compreender o mundo em que vive e com o qual interage, raciocínios errôneos que os alunos costumam apresentar no estudo de circuitos elétricos simples e uso indiscriminado da linguagem (DORNELES, 2005). Para Shaffer & McDermott (1992b) os significados associados pelos alunos a um conceito formal da Física são frequentemente muito diferentes daqueles que um Físico atribui a esse mesmo conceito, em especial os significados atribuídos aos conceitos de diferença de potencial, resistência elétrica e corrente

elétrica na linguagem cotidiana diferem dos significados aceitos cientificamente para estas grandezas (DUIST & VON RHÖNECK, 2005; PACCA et. al., 2003).

Consideramos que em relação ao estudo da eletrônica, alguns conteúdos tornam-se relevantes, a saber, as cargas elétricas em movimento, ou seja, o estudo de corrente elétrica e das propriedades dos circuitos que são percorridos por ela, bem como a associação deles, tanto em série quanto em paralelo. A eletrônica tem importância evidenciada no uso que se faz dela no cotidiano. Os componentes eletrônicos foram realmente um marco nas descobertas e que nos proporcionaram um avanço tecnológico, tornando o nosso modo de viver mais simples.

Apesar de sua importância e facilidade de uso, há uma grande dificuldade dos alunos relacionarem os conceitos científicos estudados dentro do ambiente escolar com a eletrônica que está presente no seu cotidiano. Uma das hipóteses para essa dificuldade está relacionada à maneira como a eletrônica vem sendo ensinada, pois, na maioria dos casos, o ensino é realizado de forma expositiva, visando à transmissão de conteúdos, como se conceitos fossem meros dados para memorização. Dessa forma, não ajuda o aluno a pensar, argumentar e tomar suas decisões.

A perpetuação dessa postura de transmissão de conceitos por parte do professor tem contribuído para a desmotivação do educando, que se sente apartado do processo de aprendizagem, sem encontrar espaço para participar e compartilhar os conhecimentos que possui, nem mesmo construir novos conhecimentos ou modificar as ideias, muitas vezes falaciosas, que traz para sala de aula, além de promover o desenvolvimento de entendimentos superficiais e um conhecimento fragmentado e difuso (FIGUEIRÉDO & JUSTI, 2011), o que afeta de forma especial a aprendizagem das Ciências e da Matemática. Nesse sentido nos questionamos: como trabalhar esse conceito para despertar o interesse do aluno? “Como ensinar?”

Essa tem sido uma questão recorrente no cotidiano do processo educativo. Ela antecede as decisões do professor na organização do seu ensino. Está presente nas interações entre professores e formadores de professores, ora criando expectativa de receber receitas prontas, ora motivando construções coletivas para o aprimoramento profissional de ambos, ora oportunizando a

passagem de receitas e ora reforçando a atual distância entre professor e pesquisador por meio da tradicional negação da experiência (ou conhecimento) que um faz do outro (CAMPANARIO, 2002).

A ideia que “as coisas” estão prontas e no seu devido lugar, ou melhor, o professor ensina, o aluno aprende e reproduz, remete às ideias tradicionalistas que têm como base o “conteúdo” centrado no professor. Segundo Ronca (apud SANTOS, 2008, p.02) “Se o papel do professor é dar aulas, enquanto ele dá a sua aula, o aluno faz o quê?” O termo “dar aula” nos remete a uma ideia de algo pronto, que não sofrerá mudanças. Em um mundo em constantes transformações, é necessário conduzir o aluno a acompanhar o raciocínio de uma forma objetiva, simples, compartilhada, levando para a sala de aula a liberdade de expressão, abrindo diálogo tanto entre alunos como entre alunos e professores.

Em outras palavras, o aluno precisa participar ativamente nas aulas, deixando de ser passivo, e o professor observar a diferença entre a linguagem utilizada na aula e a natural do aluno, fortalecendo ou ampliando o que o aluno já sabe, incentivando-o no processo de aprendizado, oferecendo ajuda diante das dificuldades e garantindo assim sua autonomia nos objetivos que deseja alcançar. Gasparin (2001, p. 8) afirma que os alunos:

São jovens que vivenciam a paixão, o sentimento, a emoção, o entusiasmo, o movimento. Anseiam por liberdade para imaginar, conhecer, tudo ver, experimentar, sentir. O pensar e o fazer, o emocional e o intelectual, estão entrelaçados, de maneira que estão inteiros em cada coisa que fazem.

Quando ingressam na escola, os jovens deixam o seu cotidiano de lado, devido às regras escolares, pois muitas vezes não é um local onde há espaços para emoção e sentimentos. Esse choque então limita a criticidade do aprendiz. Sendo assim o professor deve assumir uma postura de mediador entre o aluno e o conhecimento.

De acordo com Bereiter e Scardamalia (1999), metodologias participativas de ensino do tipo Aprendizagem Baseada em Problema ou Projeto (Problem Based Learning - PBL) propiciam uma melhor aquisição de conhecimento, principalmente por envolver os alunos nas decisões referentes à aprendizagem,

submetendo-os a resolução de problemas reais e por promover o desenvolvimento de habilidades necessárias ao desempenho funcional.

Enquanto as ideias tradicionalistas têm como base o “conteúdo” centrado no professor, a PBL têm como base o aprendizado centrado no aluno, que sai do papel de receptor passivo, para o principal responsável pelo seu aprendizado. Os professores atuam como facilitadores e têm a oportunidade de conhecer bem os estudantes. Essa técnica de ensino tem como base o racionalismo, onde o conhecimento é produto de um processo dedutivo. Logo um dos princípios dessa técnica é o conhecimento prévio.

A Teoria de Aprendizagem significativa (TAS) destaca o conhecimento prévio ao descrever o processo de aprendizagem. Para promover a aprendizagem significativa, Masini e Moreira (2001) afirmam que inicialmente é preciso estabelecer uma organização prévia dos conceitos, através de organizadores prévios cuja função principal é a de superar a fronteira entre o que o aluno já sabe e aquilo que ele precisa saber.

Todavia, é importante observar que o trabalho com projetos deve se desenvolver por períodos prolongados e culminar com a produção de um produto (JONES et.al., 1997; THOMAS et.al., 1999; SCARBROUGH et.al., 2004). Nesta perspectiva, Fourez (2005) propõe que as atividades nas quais se exercitaria o conhecimento por projetos sejam orientadas por uma metodologia de trabalho: as Ilhas de Racionalidade (IR). Uma Ilha de Racionalidade designa uma representação teórica apropriada de um contexto e de um projeto, permitindo comunicar e agir sobre o assunto. Segundo Fourez, a teorização proposta na Ilha de Racionalidade é quase sempre interdisciplinar, e esses conhecimentos que são utilizados para construir a representação têm no modelo teórico o meio de comunicar o que vai ser feito sobre a situação (NEHRING et.al., 2002).

Pietrocola (1999) aponta ainda que a intensificação nas estratégias de construção do conhecimento é importante para os alunos na medida em que eles possam perceber que o conhecimento científico aprendido na escola serve como forma de interpretação do mundo que os cerca. Entretanto, como afirmam Laburú e coautores (2005, p. 30) “falar em melhoria da qualidade das escolas, de modo que sejam privilegiados o ensino e a aprendizagem, obrigatoriamente, é falar em

avaliação”. Nesse contexto, há a necessidade de construção de um novo olhar avaliativo, abandonando a prática classificatória e excludente, transformando-a em prática formativa, centrada na aprendizagem, possibilitando a inversão da lógica competitiva em cooperativa (MONTENEGRO, 2008).

Assim, há a necessidade de desenvolver procedimentos avaliativos não ortodoxos, que priorizem a ação do aluno como sujeito do processo e possibilitem um olhar diagnóstico capaz de demonstrar evidências da aprendizagem de questões tão complexas como julgamentos de valor, compreensão da natureza da Ciência, capacidade de tomada de decisão, conhecimentos efetivamente construídos e evolução de conceitos.

Diante da motivação acadêmica e da justificativa referenciada a presente pesquisa se propôs a responder a seguinte questão:

Qual o aprendizado de eletrônica (evidenciando os conceitos específicos de associação de resistores) que estudantes da educação básica pública conseguem desenvolver em uma proposta de Educação Científica Baseada em Projetos (ECPB)?

Com o propósito de alcançar essa resposta, buscamos nesta pesquisa investigar os níveis de aprendizagem dos conceitos de eletrônica, segundo a taxonomia de Bloom no contexto da ECPB. Nesse sentido, os objetivos específicos são:

- Categorizar os níveis de aprendizagem em relação aos conceitos de eletrônica.
- Investigar a contribuição da ECPB para o domínio dos conceitos de eletrônica.
- Elencar as aprendizagens alcançadas na proposta da ECPB à luz da Teoria da Aprendizagem Significativa.

Desta forma, o segundo capítulo trata da Aprendizagem Significativa. O terceiro capítulo, por sua vez, trata da proposta da Educação Científica Baseada em Projetos (ECPB), especificamente de como se deu a coleta de dados, e da

Taxonomia de Bloom. O quarto capítulo traz a análise e conseguinte o conjunto de habilidades e competências que foram observadas nos alunos, do primeiro ano do Ensino Médio da escola estadual Professor Mário Sette. E, por fim, um capítulo as considerações finais.

CAPÍTULO 2

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Neste capítulo apresentamos ao leitor aspectos da teoria de Aprendizagem Significativa desenvolvida por David Ausubel, focando nos tipos de aprendizagens possíveis e na aprendizagem que se desenvolve na educação baseada em projetos.

2.1 A TEORIA DE APRENDIZAGEM DE AUSUBEL

A teoria de David Ausubel prioriza a aprendizagem cognitiva e propõe uma explicação teórica do processo de aprendizagem. Para o autor, aprendizagem é a organização e integração do conteúdo aprendido numa edificação mental ordenada, estrutura cognitiva (AUSUBEL, 1968).

Essa teoria é cognitiva construtivista, quer dizer que a cognição se dá por construção, onde o sujeito constrói seu conhecimento ao invés de simplesmente armazenar. Para Ausubel, segundo Moreira (1999b, p. 152), “... o fator isolado mais importante influenciando a aprendizagem é aquilo que o aprendiz já sabe. Descubra isso e ensine-o de acordo”. Nessa ótica aprender significativamente é processar uma nova informação relacionando-a com um aspecto relevante da estrutura cognitiva.

O conceito central da teoria de Ausubel é o de aprendizagem significativa. Para Ausubel, aprendizagem significativa é um processo por meio do qual uma nova informação relaciona-se com um conhecimento prévio adequado, especificamente relevante da estrutura de conhecimento do indivíduo, em um processo não-literaL e não-arbitrário. A essa estrutura de conhecimento específico, Ausubel define como conceito de subsunçor, ou simplesmente subsunçor (MOREIRA, 1999b).

O conhecimento prévio (conceitos e proposições) em grande parte apresenta coerência do ponto de vista do indivíduo, mas não necessariamente do

ponto de vista científico. Muitas vezes, quando os alunos tentam compreender uma nova situação a partir dos seus conhecimentos prévios, acabam por realizar uma interpretação dessa nova informação em termos dos conhecimentos prévios que possuem, gerando um novo conhecimento que não reflete uma compreensão científica. Pozo e Crespo (2009) afirmam que este é um dos problemas fundamentais para aprendizagem de ciência. Os alunos interpretam qualquer situação que lhes for apresentada a partir de seus conhecimentos prévios, visto que, em vez de interpretar seus conhecimentos prévios em função dos conhecimentos científicos, costumam fazer o contrário, assimilar a ciência aos seus conhecimentos cotidianos. Os conhecimentos prévios, quando não correspondem a um conhecimento cientificamente correto são conhecidos por concepções alternativas (POZO e CRESPO, 2009).

As concepções alternativas têm origens sensorial, cultural e escolar. As concepções alternativas sensoriais são adquiridas pelos alunos por meio dos sentidos, que as formulam na tentativa de dar significado às atividades cotidianas. Já as concepções alternativas de origem cultural são originadas no meio social do aluno. Como a escola não é o único meio de transmissão cultural, os alunos chegam às salas de aulas induzidos por crenças socialmente aceitas. Por fim, temos as concepções alternativas de origem escolar, que surgem quando as apresentações deformadas e simplificadas dos conceitos presentes nos livros e na explicação do professor levam os alunos à assimilação errônea, levando a erros conceituais (POZO e CRESPO, 2009).

Porém, uma vez que, na interação entre os materiais de aprendizagem e os conhecimentos prévios ativados pra dar-lhes sentido, esses conhecimentos prévios sejam modificados, fazendo surgir um novo conhecimento, promove-se o aprendizado significativo. À medida que a aprendizagem começa a ser significativa os chamados subsunçores, conhecimentos prévios adequados especificamente relevantes, vão ficando cada vez mais elaborados e capazes de ancorar novas informações (AUSUBEL, 2003).

Ao atingir a idade escolar a maioria das crianças já possui um conjunto adequado de conceitos que permite a ocorrência da aprendizagem significativa. No processo de escolarização ocorre a formação de inúmeros conceitos, que em sua

maioria são adquiridos através da assimilação, ou seja, um conceito é assimilado sob um conceito mais inclusivo já existente na estrutura cognitiva. Não só a nova informação, mas também o conceito subsunçor, com o qual ela se relaciona, são modificados pela interação, existente na estrutura cognitiva. A assimilação de conceitos, que promove a aprendizagem significativa, pode ocorrer por meio de dois processos conhecidos por diferenciação progressiva e reconciliação integrativa.

AUSUBEL (2003, p. 60; 166) refere-se ao princípio de diferenciação progressiva afirmando que:

“(...) a maioria da aprendizagem e toda a retenção e a organização das matérias é hierárquica por natureza, procedendo de cima para baixo em termos de abstração, generalidade e inclusão”, de “(...) regiões de maior inclusão para as de menor, cada uma delas ligada ao degrau mais acima na hierarquia, através de um processo de subsunção (...) de conceitos e de proposições menos inclusivos, bem como características de dados informativos específicos”.

Para Ausubel é mais fácil para os seres humanos captar aspectos diferenciados de um todo, anteriormente apreendido e mais geral, do que chegar ao todo a partir de suas partes diferenciadas em termo de detalhe e especificidade.

Já o princípio de reconciliação integradora pode ser conceituado como a “(...) capacidade de discriminação das diferenças entre os novos materiais de aprendizagem e ideias aparentemente análogas, mas frequentemente conflituosas, na estrutura cognitiva do aprendiz” (AUSUBEL, 2003, p. 170). Ou seja, apresenta-se algo mais específico, relacionando-o com o geral, chamando atenção para diferenças e semelhanças, é uma conexão entre conceitos que não era claramente perceptível.

Contrastando com aprendizagem significativa, Ausubel (2003) define aprendizagem mecânica como sendo a aprendizagem de novas informações com pouca ou nenhuma interação com conceitos relevantes existentes na estrutura cognitiva. Nesse caso a informação é armazenada de maneira arbitrária e o aprendiz conseguirá apenas reproduzir de maneira idêntica aquela que lhe foi apresentada. Não há interação entre a nova informação e aquela já armazenada. Porém, Ausubel não estabelece a distinção entre aprendizagem significativa e aprendizagem mecânica como sendo uma dicotomia, já que a aprendizagem mecânica é sempre necessária quando um indivíduo adquire informações em uma área de

conhecimento nova e alguns elementos de conhecimento relevantes à novas informações existam na estrutura cognitiva possam servir como subsunçores que vão ficando cada vez mais elaborados (MOREIRA, 1999b).

Como citado anteriormente, para Ausubel, se fosse possível isolar uma variável como a que mais influencia a aprendizagem, esta seria o conhecimento prévio do aprendiz. O conhecimento prévio que é o conjunto de conhecimentos procedimentais, afetivos e contextuais que configuram a estrutura cognitiva do aluno que aprende, pode servir de “ancoradouro” para novos conhecimentos, mas o termo “ancoragem” é metafórico, porque nessa interação o “ancoradouro” também se modifica. Moreira (2013, p.6) descreve resumidamente esse processo:

- Um novo conhecimento interage com algum conhecimento prévio, especificamente relevante, e o resultado disso é que esse novo conhecimento adquire significado para o aprendiz e o conhecimento prévio adquire novos significados, fica mais elaborado, mais claro, mais diferenciado, mais capaz de funcionar como subsunçor para outros novos conhecimentos.
- Durante um certo período de tempo, a fase de retenção, o novo conhecimento pode ser reproduzido e utilizado com todas suas características, independente do subsunçor que lhe deu significado em um processo de interação cognitiva.
- No entanto, simultaneamente, tem início um processo de obliteração cujo resultado é um esquecimento (residual) daquele que era um novo conhecimento e que foi aprendido significativamente. Isso quer dizer que aprendizagem significativa não é sinônimo de “nunca esquecer” ou “daquilo que não esquecemos”.
- A assimilação obliteradora é a continuidade natural da aprendizagem significativa. Mas essa obliteração não leva a um esquecimento total. Ao contrário, o novo conhecimento acaba “ficando dentro do subsunçor” e a reaprendizagem é possível e relativamente fácil e rápida.

Essas são as vantagens essenciais em relação à aprendizagem mecânica. O conhecimento que se adquire de maneira significativa é retido e lembrado por mais tempo, os conteúdos são aprendidos de maneira mais fácil mesmo que a informação original for esquecida, e uma vez esquecida facilita a aprendizagem seguinte – a reaprendizagem.

Para promover a aprendizagem significativa, Masini e Moreira (2001) afirmam que inicialmente é preciso estabelecer uma organização prévia dos conceitos, através de organizadores prévios. Segundo Moreira (2006 p.137):

“Organizadores prévios são materiais introdutórios apresentados antes do material de aprendizagem em si. ... Eles podem tanto fornecer “ideias âncora” relevantes para a aprendizagem significativa do novo material,

quanto estabelecer relações entre ideias, proposições e conceitos já existentes na estrutura cognitiva e aqueles contidos no material de aprendizagem.”

A utilização de organizadores prévios deve servir de ponte entre o que o aprendiz já sabe e o que precisaria saber para que pudesse aprender significativamente um determinado conhecimento. É afirmado por Ausubel, (Apud MOREIRA, 2006) que a utilização de organizadores prévios é a principal estratégia para manipular a estrutura cognitiva, promovendo aprendizagem significativa.

2.1.1 TIPOS DE APRENDIZAGEM

Ausubel (2003) diferencia a aprendizagem significativa em três tipos:

i) Representacional

Ocorre sempre que o significado dos símbolos arbitrários se equipara aos referentes (objetos, acontecimentos, conceitos) e tem para o aprendiz o significado, que os referentes possuem. Ausubel enfatiza ainda que, a aprendizagem representacional é significativa, porque tais proposições de equivalência representacional podem relacionar-se de forma não arbitrária, como exemplares, a uma generalização existente na estrutura cognitiva de quase todas as pessoas quase desde o primeiro ano de vida, ou seja, de que tudo tem um nome e que este significa aquilo que o próprio referente significa para determinado aprendiz. Por exemplo, se para uma criança a palavra gato significa somente aquele gato que vive em sua casa ela não tem o conceito de gato, apenas uma representação de gato.

ii) Conceitual

Podem definir-se os conceitos como objetos, acontecimentos, situações ou propriedades que possuem atributos específicos comuns e são designados pelo mesmo signo ou símbolo. A aprendizagem conceitual é distinguida em formação conceitual, que ocorre principalmente nas crianças jovens, e em assimilação conceitual, que é a forma dominante de aprendizagem conceitual nas crianças em idade

escolar e nos adultos. Na formação conceitual, os atributos específicos do conceito adquirem-se através de fases sucessivas de formulação de hipóteses, testes e generalização. Já na teoria de assimilação os conceitos constituem um aspecto importante, pois a compreensão e a resolução significativas de problemas dependem amplamente da disponibilidade de conceitos na estrutura cognitiva do aprendiz. Uma vez construído um conceito, o sujeito se libera de referentes específicos. Por exemplo, quem tem o conceito de aula não necessita associá-lo a uma determinada aula.

iii) Proposicional

Não é aprender significativamente o que palavras isoladas ou combinadas representam, mas sim aprender o significado de ideias em forma de proposição. Não é aprender o significado dos conceitos e sim o significado das ideias por meio desses conceitos sob forma de proposição (MOREIRA, 1999b).

2.2. APRENDIZADO BASEADO EM PROBLEMA OU PROJETO

Aprendizado baseado em Problema ou Projeto (PBL) é uma estratégia pedagógica centrada no aluno. O elemento principal do aprendizado é o aluno, ele é exposto a situações motivadoras em que através dos problemas é levado a definir objetivos de aprendizado sobre o tema. As escolas pioneiras na adoção do método são as escolas de McMaster, no Canadá e a de Maastricht, na Holanda (SANTOS, 1994).

Nesta aprendizagem é proposto um problema para o desenvolvimento dos estudos sobre um tema, que deve despertar o interesse do aluno pela sua discussão e o problema deve propor situações sobre as quais o aluno já tenha algum conhecimento prévio. Portanto esse tipo de estratégia pedagógica permite ao aluno que ele busque o conhecimento nos meios de difusão do conhecimento hoje disponíveis. Pois só a postura de estudo torna possível a sobrevivência profissional em um mundo de constantes transformações, tornando-os independentes e detentores de conhecimentos adquiridos por mais tempo.

Nesse contexto, a presente pesquisa apresenta o desenvolvimento de uma proposta de Educação Científica Baseada em Projetos (ECBP) de forma a adequar as etapas de construção de um fotobiomodulador à metodologia de Ilhas de Racionalidade (IR), a fim de verificar a adequação da organização da aprendizagem em torno de um projeto desafiador, tecnologicamente inovador, e com grande poder interdisciplinar. A fotobiomodulação é um conceito interdisciplinar que relaciona a modulação no crescimento celular pela oferta de luz, desta forma, o fotobiomodulador, no presente projeto, constitui-se por um equipamento que “deveria ser propício para modular a germinação de sementes e o crescimento de mudas pela ação da luz” (SILVA et. al., 2013, p. 3). Compreende-se que um projeto como o da fotobiomodulação, pode ser metodologicamente organizado, seguindo as etapas de IR, e propiciar a construção de aprendizagens significativas sobre conteúdos e conceitos pertinentes às ciências (SILVA et. al., 2013).

Fourez (2005) propõe que as atividades nas quais se exercitaria o conhecimento por projetos, sejam orientadas por uma metodologia de trabalho, as Ilhas de Racionalidade. Uma Ilha de Racionalidade designa uma representação teórica apropriada de um contexto e de um projeto, permitindo comunicar e agir sobre o assunto. Segundo Fourez, a teorização proposta na Ilha de Racionalidade é quase sempre interdisciplinar, e esses conhecimentos que são utilizados para construir a representação têm no modelo teórico o meio de comunicar o que vai ser feito sobre a situação (NEHRING et.al., 2002).

Para construir a Ilha de Racionalidade são propostas algumas etapas, de modo a permitir que o trabalho vá sendo delimitado para que atinja sua finalidade. Embora apresentadas de maneira linear, elas são flexíveis e abertas, em alguns casos podendo ser suprimidas e/ou revisitadas, quantas vezes se julgar necessário. Elas servem como um esquema de trabalho, de modo a evitar que ele se torne tão abrangente que não se consiga chegar ao final (NEHRING et.al., 2002).

A primeira etapa da IR, “Elaborar um Clichê da situação estudada”, compreende a construção de um conjunto de perguntas que expressam as concepções e as dúvidas iniciais que o grupo tem a respeito da situação. No desenvolvimento do fotobiomodulador, essa etapa surgiu naturalmente, com a construção dos primeiros questionamentos sobre o comprimento de onda, a fonte de

luz, etc. Nessa etapa, por ser uma etapa de questionamentos espontâneos, podem surgir questões abertas e questões específicas, questões que devem ser respondidas e questões que podem ser desconsideradas a princípio, sempre focando no desenvolvimento da IR.

Na segunda etapa da IR “Elaborar o panorama espontâneo”, há a ampliação do clichê a partir de várias ações, tais como: o refinamento das questões, a definição dos participantes, o levantamento de normas e restrições de interesses e tensões, listagem dos diversos aspectos da situação que serão abordados, escolha dos caminhos a seguir, listagem das especialidades e dos especialistas envolvidos com a situação (PINHEIRO, 2002). Pode-se verificar que, no desenvolvimento do fotobiomodulador, essa etapa se deu com uma consulta a priori de conhecimentos elencados pelo próprio grupo e que ajudaram no refinamento das questões e na escolha dos caminhos a seguir.

Já na etapa três, “Consulta aos especialistas e às especialidades”, busca-se definir quais especialistas da lista serão consultados. Os membros da equipe podem atuar como especialistas internos ao projeto. Nesta etapa ocorre o envolvimento com diversas áreas do conhecimento (PINHEIRO, 2002). Observa-se que as etapas de uma IR não são estanques, podendo se sobrepor ou até mesmo formarem um *continuum*, no caso do projeto do fotobiomodulador, essa etapa se mescla com a anterior, tanto os especialistas da equipe foram consultados, como um levantamento bibliográfico foi necessário para desvendar algumas questões em aberto (denominadas de “caixas-preta” na IR).

A próxima etapa da IR, configura-se por “ir a prática”. É uma etapa de aprofundamento, definido pelo projeto e pelos produtores da ilha de racionalidade, na qual ocorre o confronto entre a própria experiência e as situações concretas. Deixa-se de pensar sobre a tecnologia da situação para confrontá-la mais diretamente com a prática. Na construção do fotobiomodulador essa etapa se caracteriza pela definição do projeto de protótipo e pelo seu desenvolvimento.

A etapa cinco, “Abertura aprofundada de alguma caixa preta para buscar princípios disciplinares”, é marcada pelo surgimento das disciplinas específicas dentro de uma proposta multidisciplinar. Pode-se recorrer a especialistas ou não, a fim de conduzir ao estudo de noções importantes no mundo técnico-

científico e correspondentes aos pontos do programa a estudar. A confecção da placa de iluminação, com o desenvolvimento do circuito elétrico, do circuito impresso, a instalação dos LEDs, etc., evidenciou todo um aprendizado específico e aplicado de eletrônica nessa etapa.

Na etapa seis, “Esquematisando a situação pensada”, há a elaboração de uma síntese, um esquema geral que assinale os aspectos importantes escolhidos pela equipe, contendo os principais pontos da ilha de racionalidade e especificando novas caixas-pretas que podem ser abertas. Essa etapa se caracteriza, no projeto do fotobiomodulador, pela etapa em que a placa já está pronta e novos questionamentos são lançados sobre o protótipo e a definição de como será instalada a placa na confecção do equipamento de fotobiomodulação.

A penúltima etapa da IR, “Abrir algumas caixas pretas sem a ajuda de especialistas”, é marcada pelo aprofundamento de algumas questões sem consultar especialistas, que podem não estar disponíveis. É um momento de autonomia da equipe. Analisando o desenvolvimento do fotobiomodulador, verificamos que essa etapa acontece com a construção de hipóteses, o que define a autonomia da equipe frente ao projeto.

A última etapa, consiste em elaborar uma síntese da IR, ou seja apresentar “O produto final”. Essa etapa foi claramente atingida, com a confecção do protótipo de fotobiomodulador.

CAPÍTULO 3

METODOLOGIA

Neste capítulo descreveremos como foram elaborados os dois questionários baseados na Taxonomia de Bloom e como foi desenvolvido o projeto interdisciplinar do fotobiomodulador.

3. METODOLOGIA

A presente pesquisa se caracteriza por uma pesquisa exploratória com delineamento quase experimental. A pesquisa exploratória pode ser realizada através de diversas técnicas, geralmente com uma pequena amostra, permite ao pesquisador definir o seu problema de pesquisa e formular a sua hipótese com mais precisão, ela também lhe permite escolher as técnicas mais adequadas. O objetivo de uma pesquisa exploratória é familiarizar-se com um assunto ainda pouco conhecido, pouco explorado. Por ser um tipo de pesquisa muito específica, quase sempre ela assume a forma de um estudo de caso (GIL, 2008). O delineamento quase experimental é marcado pelo processo de observação antes e depois de um dado tratamento (APPOLINÁRIO, 2006) e, no nosso caso, a intervenção na escola, com a aplicação da ECBP, caracteriza-se pelo “tratamento” realizado ao grupo, e os questionários aplicados antes e depois da intervenção caracterizam-se pelas observações realizadas para coleta de dados.

Desta forma, a metodologia do trabalho está sobre três grandes etapas: a intervenção na escola que gera o “ambiente para aprendizagem”; a construção dos instrumentos de coleta de dados (dois questionários) baseados na taxonomia de Bloom; a aplicação e análise dos questionários a luz da Teoria da Aprendizagem Significativa.

No presente trabalho apresentamos a aprendizagem alcançada por alunos da educação básica em uma proposta de educação baseada em projetos. Foi proposto para alunos do 1º ano do Ensino Médio, o desenvolvimento de um fotobiomodulador enquanto projeto interdisciplinar. No primeiro encontro para desenvolvimento do fotobiomodulador foi aplicado um questionário para levantar o

conhecimento prévio dos alunos sobre os conteúdos que seriam abordados no projeto. Ao término do projeto, no último encontro, foi aplicado outro questionário a fim de avaliar a aprendizagem alcançada. Descreveremos a seguir como foram elaborados os dois questionários e o processo de análise dos mesmos e como foi desenvolvido o projeto do fotobiomodulador.

Segundo Araujo (2005 p.71):

“para avaliar a ocorrência de uma aprendizagem significativa, devemos buscar evidências que o aprendiz está compreendendo genuinamente um conceito, ou seja, que ele está atribuindo a ele significados claros, precisos, diferenciados e transferíveis. Entretanto, um estudante após uma longa experiência em fazer exames pode se habituar a memorizar proposições e fórmulas, mas também, causas, exemplos, explicações e formas de resolver “problemas exemplares”. Deste modo, Ausubel propõe que a melhor maneira de evitar a “simulação de aprendizagem significativa” é utilizar questões e problemas que sejam novos e não familiares ao estudante e que requeiram máxima transformação do conhecimento existente”.

Dessa forma, foram feitas dois tipos de avaliação: um instrumento aplicado antes do desenvolvimento do projeto, que foi elaborado submetendo os alunos à resolução de problemas reais; e outro aplicado após o desenvolvimento do projeto para verificação do avanço dos significados dos alunos abordando as relações entre tensão, resistência e intensidade.

A metodologia utilizada para o desenvolvimento da proposta de educação por projetos foi a de Ilhas de Racionalidade, elaborada por Gerard Fourez (2005), abordando o conceito de eletrônica evidenciando os conceitos específicos de associação de resistores, para o desenvolvimento de um fotobiomodulador. E, a fim de acompanhar a aprendizagem dos alunos do Ensino Médio, foram elaboradas questões contextualizadas que visam instigar o aluno a pensar. A fim de classificar e categorizar as aprendizagens alcançadas pelos alunos, fizemos uso da Taxonomia de Bloom.

A Taxonomia de Bloom é um instrumento cujo objetivo é auxiliar a identificação e a declaração dos objetivos ligados ao desenvolvimento cognitivo que engloba a aquisição do conhecimento, competência e atitudes, visando facilitar o planejamento do processo de ensino e aprendizagem (FERRAZ & BELHOT, 2010).

Benjamin Bloom foi um educador norte-americano que liderou um grupo formado pela Associação Americana de Psicologia pra criar uma “classificação de objetivos de processos educacionais”. Tinha como critério a complexidade das operações mentais necessárias para alcançar determinados objetivos. Ele e seus colegas criaram uma divisão de objetivos educacionais em três partes: cognitiva, afetiva e psicomotora. O domínio cognitivo é dentre estes três, o mais frequentemente usado.

A Taxonomia de Bloom do Domínio Cognitivo é estruturada em níveis de complexidade crescente, ou seja, para adquirir uma nova habilidade pertencente ao próximo nível, o aluno deve ter dominado e adquirido a habilidade do nível anterior. A mesma contém seis níveis cognitivos, são eles: conhecimento, compreensão, aplicação, análise, síntese e avaliação. Cada nível cognitivo tem seus subníveis e estão descritos no Anexo A.

A intervenção foi realizada no período de 04 de outubro a 05 de novembro de 2013, com uma média de dois encontros semanais com uma turma de primeiro ano do Ensino Médio da escola estadual Professor Mário Sette. No primeiro encontro os alunos alvo da intervenção responderam uma avaliação diagnóstica que buscou conhecer as noções dos alunos referentes aos conceitos de eletrodinâmica (tensão, resistência e corrente elétrica). O Quadro 1 apresenta as questões que compõem o primeiro instrumento de coleta de dados, que objetivou coletar os conhecimentos prévios dos alunos. No Quadro 1 também descrevemos qual o objetivo de cada questão, bem como qual o nível de complexidade da mesma a partir da classificação proposta por Bloom.

Quadro 1 - Questões aplicadas antes do desenvolvimento da proposta de Educação por projetos

1. Você já fez alguma experiência relacionada à Eletrônica? Qual?

Sim

Não

Objetivo: descrever possíveis experiências vividas pelo aluno relacionadas à eletrônica, e quais conhecimentos o mesmo pode ter adquirido nas mesmas.

Categoria de Bloom - 3. Aplicação - Habilidade de usar informações, métodos e conteúdos aprendidos em novas situações concretas. Isso pode incluir aplicações de regras, métodos, modelos, conceitos, princípios, leis e teorias (FERRAZ & BELHOT, 2010, p. 426).

2. Houve um grande investimento por parte do governo nas construções de estádios de futebol para a copa do mundo de 2014, que acontecerá no Brasil. A sede em São Paulo, por exemplo, terá a maior fachada de LEDs criada para um estádio em todo o planeta. Sabendo que o “led” é um dos componentes eletrônicos, o que você entende por led? Dê exemplos de sua utilização no dia-a-dia.

Objetivos (essa questão tem duas perguntas):

1. *Espera-se que os alunos conceituem o termo led;*
2. *Espera-se que os alunos conheçam a aplicação desse termo no ramo eletrônico.*

Categoria de Bloom - 2. Compreensão - Habilidade de compreender e dar significado ao conteúdo. Essa habilidade pode ser demonstrada por meio da tradução do conteúdo compreendido para uma nova forma (oral, escrita, diagramas etc.) ou contexto. Nessa categoria, encontra-se a capacidade de entender a informação ou fato, de captar seu significado e de utilizá-la em contextos diferentes (FERRAZ & BELHOT, 2010, p. 426).

3. Numa cidade, a população vive dentro de um circuito elétrico. Há redes elétricas energizadas por todos os lados. Devido ao gigantismo da rede elétrica, o choque é um evento corriqueiro e cada pessoa já recebeu pelo menos um choque, muitos destes fatais ou com sequelas. O que você entende por choque elétrico? Dê exemplos?

Objetivos (essa questão tem duas perguntas):

1. *Espera-se que os alunos conheçam o significado do termo choque elétrico;*
2. *E os efeitos que pode causar esse evento.*

Categoria de Bloom - 2. Compreensão - Habilidade de compreender e dar significado ao conteúdo. Essa habilidade pode ser demonstrada por meio da tradução do conteúdo compreendido para uma nova forma (oral, escrita, diagramas etc.) ou contexto. Nessa categoria, encontra-se a capacidade de entender a informação ou fato, de captar seu significado e de utilizá-la em contextos diferentes (FERRAZ & BELHOT, 2010, p. 426).

4. Nos cabos das tomadas dos eletrodomésticos vem colado, geralmente, um selo dos fabricantes com o seguinte aviso: VERIFIQUE O VALOR DA VOLTAGEM (110V - 220V) NO SELETOR DO APARELHO ANTES DE LIGÁ-LO A REDE ELÉTRICA. Para você, qual é o significado da palavra voltagem? O que pode ocorrer se uma pessoa compra um eletrodoméstico e não leva em consideração o aviso do fabricante.

Objetivos (essa questão tem duas perguntas):

1. *Espera-se que os alunos conceitue o termo voltagem;*
2. *E descreva a importância desse conceito na tecnologia.*

Categoria de Bloom - 4. Análise - Habilidade de subdividir o conteúdo em partes menores com a finalidade de entender a estrutura final. Essa habilidade pode incluir a identificação das partes, análise de relacionamento entre as partes e reconhecimento dos princípios organizacionais envolvidos. Identificar partes e suas inter-relações. Nesse ponto é necessário não apenas ter compreendido o conteúdo, mas também a estrutura do objeto

estudado (FERRAZ & BELHOT, 2010, p. 426).

5. Abaixo estão representadas ligações de uma lâmpada a uma fonte de energia elétrica. Em qual(is) dela(s) a lâmpada acenderá? Justifique

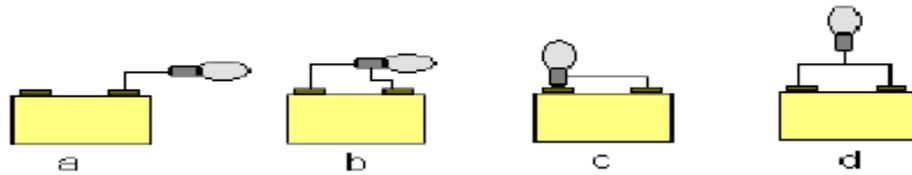


Figura 01: Imagem da questão aplicada antes do desenvolvimento da proposta de Educação por projetos (Observação: As lâmpadas são as mesmas, as fontes de energias são ideais e os fios possuem resistência desprezível).

Objetivo: espera-se que os alunos visualizem que a corrente elétrica depende das características da fonte, e para sua circulação o circuito deverá estar fechado, ou seja, a lâmpada só acenderá se os dois polos do gerador estiverem conectados a ela, um polo conectado a base e outro polo conectado a rosca.

Categoria de Bloom - 4. Análise - Habilidade de subdividir o conteúdo em partes menores com a finalidade de entender a estrutura final. Essa habilidade pode incluir a identificação das partes, análise de relacionamento entre as partes e reconhecimento dos princípios organizacionais envolvidos. Identificar partes e suas inter-relações. Nesse ponto é necessário não apenas ter compreendido o conteúdo, mas também a estrutura do objeto estudado (FERRAZ & BELHOT, 2010, p. 426).

6. Numa das faces do circuito impresso são colocados os componentes e na outra face são feitas as ligações através de um método de impressão e corrosão de uma película fina de cobre. Supondo que o retângulo abaixo representa a face da placa onde são feitas as ligações, desenhe um circuito, envolvendo uma fonte de energia e LEDs. (No circuito desenhado os LEDs deverão acender).



Objetivo: espera-se que nessa questão o aluno descreva como funciona um circuito que deverá conter LEDs e uma fonte de energia para que os LEDs acendam.

Categoria de Bloom - 5. Síntese - Habilidade de agregar e juntar parte com a finalidade de criar um novo todo. Essa habilidade envolve a produção de uma comunicação única (tema ou discurso), um plano de operações (propostas de pesquisas) ou um conjunto de relações abstratas (esquema para classificar informações). Combinar partes não organizadas para formar um "todo" (FERRAZ & BELHOT, 2010, p. 426).

Na segunda semana de encontro, teve início o desenvolvimento das 8 etapas propostas para a construção da IR. Na etapa de elaboração da situação

clichê, os alunos assistiram a vídeos da coleção “viagem na eletricidade”. Essa coleção de origem francesa trata a eletricidade de maneira muito simples, didática e divertida. Dentre os 26 vídeos dessa coleção os alunos assistiram aos três primeiros onde foram questionados, com o objetivo de fazê-los expressar, espontaneamente, sobre a eletricidade em situações cotidianas. A sequência de vídeos é apresentada no Quadro 2.

Quadro 2 - Temas e resumos dos episódios apresentados aos estudantes da educação básica.

Tema do episódio	Resumo do episódio
1. Aula 1 de eletricidade - As Fontes de Corrente	Desenvolvimento do conceito de energia elétrica e as diversas fontes de geração de energia.
2. Aula 2 de eletricidade - Entre o Mais e o Menos	Convenção da corrente elétrica, o conceito de diferença de potencial e a demonstração de como funciona um circuito simples.
3. Aula 3 de eletricidade - Os Três Mosqueteiros	Mostra as relações: corrente, potência e diferença de potencial; corrente, resistência e diferença de potencial, além de mostrar o efeito de um curto-circuito.

Episódios disponíveis em: <www.youtube.com/watch?v=Kst1OKvXAIY&list=PLYfrhgvQ39rW_WIYQgEK04nr5rSz1rgGP>

Em seguida foi confeccionada a placa de iluminação com LED e resistores em um circuito impresso. Com a proposição de novos questionamentos, foi construída a etapa de elaboração do panorama espontâneo. Nessa etapa, observa-se o aparecimento de algumas dúvidas, faz-se necessário a abertura de uma caixa-preta, ou seja, responder ao questionamento. Para isso, utilizou-se da consulta ao especialista ou especialidade tendo como base os conceitos que envolvem circuito simples e associação de resistores.

A fim de gerar o confronto entre a própria experiência e as situações concretas, os alunos apresentam placas com circuito em série e em paralelo, havendo simultaneamente discussões sobre as causas de cada tipo de associação e as consequências disso, construindo, assim, a etapa “indo à prática”. E novas caixas-pretas surgem: “Porque estes se comportam de maneira diferente quando se muda o tipo de arranjo?”, “Porque esse LED não acende?”, “Qual a voltagem necessária para acender essa placa de iluminação?” “Quando a combinação é feita em paralelo temos que a tensão entre os terminais das resistências será a mesma?”,

“Já na associação em série, temos que a corrente entre os terminais das resistências será a mesma”? O processo de busca de respostas a esses questionamentos leva a elaboração de hipóteses, e propicia a abertura aprofundada das caixas-pretas, trazendo os princípios disciplinares para a proposta interdisciplinar.

A terceira semana iniciou com um debate em grupo sobre as placas de iluminação produzidas pelos alunos. Esse debate foi acompanhado pela equipe de discentes, das Licenciaturas em Química, Física e Matemática envolvidos no projeto. O mesmo propiciou um esquema geral, que assinala os aspectos importantes abordados na trajetória de construção das etapas desenvolvidas até este momento e auxiliam na “esquematização global da tecnologia”.

Na quarta semana, a fim de construir a sétima e penúltima etapa da IR, caracterizada pela “abertura de algumas caixas-pretas sem a ajuda de especialistas”, os alunos foram divididos em grupo para produzir o fotobiomodulador (produto final).

Na quinta semana, a última etapa da construção da IR, a síntese, foi realizada oralmente. Assim os alunos ressaltaram os pontos de destaque do material produzido e foi aplicado um novo instrumento para coleta de dados e análise da aprendizagem. As questões que compõem esse segundo instrumento estão no Quadro 3, bem como os objetivos e a categoria de Bloom associada a cada questão.

Quadro 3 - Questões aplicadas após o desenvolvimento da proposta de Educação por projetos

1. Nas residências as instalações elétricas obedecem a um tipo de associação e é por isso que podemos, por exemplo, ligar a televisão sem que se altere o funcionamento de qualquer outro aparelho que esteja ligado à rede elétrica. Qual o tipo de circuito elétrico utilizada na sua residência? Justifique sua resposta.

Objetivo: o aluno deverá citar o tipo de circuito utilizado e justificar.

Categoria de Bloom - 4. Análise - Habilidade de subdividir o conteúdo em partes menores com a finalidade de entender a estrutura final. Essa habilidade pode incluir a identificação das partes, análise de relacionamento entre as partes e reconhecimento dos princípios organizacionais envolvidos. Identificar partes e suas inter-relações. Nesse ponto é necessário não apenas ter compreendido o conteúdo, mas também a estrutura do objeto estudado(FERRAZ & BELHOT, 2010, p. 426).

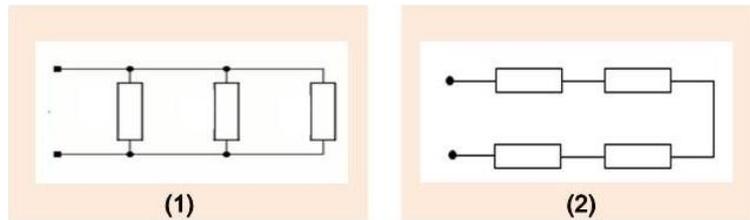
2. Temos uma verdadeira invasão de sistemas de pisca-pisca em nossas casas na época

de Natal. Como são ligadas essas lâmpadas utilizadas para enfeitar a árvore de Natal? Se você estivesse perto de um sistema de pisca-pisca e precisasse realizar uma experiência para confirmar sua resposta, o que você faria?

Objetivo: o aluno deverá citar um dos três tipos de circuito e explicar como ele confirmaria sua resposta sobre o circuito que estava sendo usado.

Categoria de Bloom - 4. Análise - Habilidade de subdividir o conteúdo em partes menores com a finalidade de entender a estrutura final. Essa habilidade pode incluir a identificação das partes, análise de relacionamento entre as partes e reconhecimento dos princípios organizacionais envolvidos. Identificar partes e suas inter-relações. Nesse ponto é necessário não apenas ter compreendido o conteúdo, mas também a estrutura do objeto estudado (FERRAZ & BELHOT, 2010, p. 426).

3. Abaixo estão representadas duas formas de associação de resistores.



Se os terminais das associações forem conectados a uma fonte de energia elétrica, em qual ocorrerá maior resistência à passagem de corrente elétrica? (Observação: os resistores de ambas as associações possuem o mesmo valor).

Objetivo: espera-se que alunos definam em qual circuito a resistência será maior.

Categoria de Bloom - 5. Síntese - Habilidade de agregar e juntar parte com a finalidade de criar um novo todo. Essa habilidade envolve a produção de uma comunicação única (tema ou discurso), um plano de operações (propostas de pesquisas) ou um conjunto de relações abstratas (esquema para classificar informações). Combinar partes não organizadas para formar um "todo" (FERRAZ & BELHOT, 2010, p. 426).

4. Suponha um receptor (lâmpada) ligado a um gerador, conforme a figura abaixo. Uma pessoa ao ver a lâmpada acesa, avalia que seu brilho está menor que o esperado.



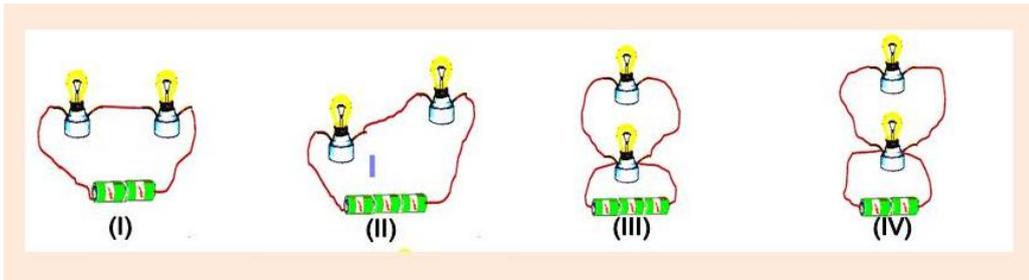
Então, decide substituir a pilha por uma de maior voltagem. Nesta nova situação, o que aconteceu em relação ao brilho da lâmpada? Justifique sua resposta. (Observação: a pilha que substituirá a anterior tem uma maior voltagem.)

Objetivo: espera-se que os alunos descrevam o que acontecerá ao aumentar a voltagem da corrente fornecida à lâmpada.

Categoria de Bloom - 5. Síntese - Habilidade de agregar e juntar parte com a finalidade de criar um novo todo. Essa habilidade envolve a produção de uma comunicação única (tema ou discurso), um plano de operações (propostas de pesquisas) ou um conjunto de relações

abstratas (esquema para classificar informações). Combinar partes não organizadas para formar um "todo"(FERRAZ & BELHOT, 2010, p. 426).

5. Abaixo estão representadas ligações de lâmpadas a uma fonte de energia elétrica. Qual das montagens abaixo obtém o melhor brilho para as lâmpadas? Justifique. (Observação: As pilhas possuem o mesmo valor e as lâmpadas são as mesmas em todas as alternativas).



Objetivo: espera-se que o aluno descreva a relação entre a resistência equivalente e a intensidade de corrente elétrica

Categoria de Bloom - 5. Síntese - Habilidade de agregar e juntar parte com a finalidade de criar um novo todo. Essa habilidade envolve a produção de uma comunicação única (tema ou discurso), um plano de operações (propostas de pesquisas) ou um conjunto de relações abstratas (esquema para classificar informações). Combinar partes não organizadas para formar um "todo"(FERRAZ & BELHOT, 2010, p. 426).

6. Numa das faces do circuito impresso são colocados os componentes e na outra face são feitas as ligações através de um método de impressão e corrosão de uma película fina de cobre. Supondo que o retângulo abaixo representa a face da placa onde são feitas as ligações, desenhe um circuito, envolvendo uma fonte de energia, resistores (usado basicamente pra limitar a corrente elétrica) e LEDs. (No circuito desenhado os LEDs deverão acender).



Objetivo: espera-se que nessa questão o aluno descreva como se funciona um circuito com LEDs, resistores e uma fonte de energia para que os LEDs acendam.

Categoria de Bloom - 5. Síntese - Habilidade de agregar e juntar parte com a finalidade de criar um novo todo. Essa habilidade envolve a produção de uma comunicação única (tema ou discurso), um plano de operações (propostas de pesquisas) ou um conjunto de relações abstratas (esquema para classificar informações). Combinar partes não organizadas para formar um "todo"(FERRAZ & BELHOT, 2010, p. 426).

CAPÍTULO 4

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste capítulo apresentamos os resultados quantitativos e qualitativos obtidos na investigação e procedemos a discussão da aprendizagem dos estudantes na proposta de ECBP a luz da Aprendizagem Significativa de Ausubel.

4.1 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Como descrito anteriormente, antes do início da proposta de ECBP na escola foi aplicado o primeiro questionário, cujas questões estão apresentadas no Quadro 1, para um grupo de 15 alunos do primeiro ano do Ensino Médio. A seguir apresentamos a análise das respostas captadas com esse questionário. A identidade dos alunos é preservada, desta forma, eles são identificados como Aluno 01, Aluno 02, etc.

A totalidade dos alunos que participaram da proposta respondeu “não” a questão 1 do primeiro questionário (Quadro 1), evidenciando que nenhum deles tinha participado até então de alguma experiência com eletrônica. Já na segunda questão (Quadro 1) nenhum dos alunos conseguiu conceituar o termo LED, entretanto 73,3% apresentaram exemplos onde um LED pode ser encontrado, como computador, televisão, etc. Observa-se, então, que o LED é um componente eletrônico conhecido, mas não há compreensão do que ele seja. Dessa forma, LED apresenta-se como uma informação agregada na estrutura cognitiva apenas como um componente de outros instrumentos ou aparelhos mais cotidianos, que também não constituem um conhecimento científico, apenas concepções alternativas de origem cultural (POZO e CRESPO, 2009).

Para a questão 3 (Quadro 1), 26,7% dos alunos remetem a sua resposta ao fato de que um choque elétrico é prejudicial à saúde, já 53,3% deles relacionam o choque elétrico à antena de televisão, geladeira e outros eletrodomésticos e a eventos domésticos como colocar a mão na tomada, segurar em um fio desencapado com os pés no chão, etc. Novamente observamos uma concepção alternativa construída culturalmente sobre um fenômeno Físico. Apenas

20% dos alunos (Tabela 1) apresentam uma compreensão de que o corpo tem a função de condutor da corrente elétrica e que essa pode até matar, ou seja, esses possuem um conhecimento prévio adequado sobre o choque elétrico, muito provavelmente construído no ambiente escolar, já que nenhum deles apresentou experiência anterior com eletricidade (POZO e CRESPO, 2009; AUSUBEL, 2003).

Tabela 1 – Respostas a questão 3 do primeiro questionário

Questão 3 – Quadro 1	Respostas
Aluno 01	É quando passa uma corrente elétrica através de um corpo buscando a terra (solo), por exemplo, pegar em fio descoberto descalço.
Aluno 07	Um choque é uma corrente de energia que passa por um corpo e dependendo do valor da voltagem pode matar. Fogões, geladeiras, antenas de TV.
Aluno 13	Eu entendo por choque elétrico é quando você leva um choque e dá uma corrente de energia no corpo todo, exemplo, antenas, geladeira e etc.

Dos 15 alunos, 73,3% não apresentam nenhuma conceituação sobre o termo voltagem, 20% deles compreendem voltagem como uma quantidade de energia consumida pelo aparelho e 6,7% compreende que a voltagem está relacionada com a corrente elétrica que circula no eletrodoméstico. Desta forma, percebemos que nenhum deles traz o conceito de diferença de potencial elétrico em seus conhecimentos prévios. Contudo, 80% compreendem que se o aparelho não for ligado na voltagem correta ele pode “queimar”. As compreensões apresentadas, pelos 4 alunos (Alunos 05, 07, 10 e 15), na Tabela 2 demonstram que há algumas concepções alternativas criadas pelos alunos para explicar a voltagem. Essas concepções, aparentemente, têm duas origens, uma cultural, porque devem demonstrar experiências vividas com eletrodomésticos que não foram instalados corretamente, muito provavelmente no ambiente familiar, e uma origem sensorial, que tenta explicar o fenômeno observado a partir da “energia” que o aparelho suporta. Como essas concepções alternativas não trazem a compreensão do que é diferença de potencial, isto acaba aparecendo como um impeditivo para a aprendizagem de conceitos futuros de eletrônica (POZO e CRESPO, 2009).

Tabela 2 – Respostas a questão 04 do primeiro questionário

Questão 4 – Quadro 01	Respostas
Aluno 05	Voltagem será a quantidade de energia suportada em uma tomada, o eletrodoméstico queima.
Aluno 07	Significa o nível da corrente elétrica de um eletrodoméstico. As consequências podem acontecer de você perder o objeto e também acontecer de você morrer
Aluno 10	Voltagem é o quanto o aparelho consome energia, pode ocorrer riscos, para a saúde.
Aluno 15	A quantidade de energia que está passando por sua casa. Caso não leve em consideração e ligar o aparelho ele pode chegar a queimar.

Na quinta questão (Quadro 1) 6,7% declarou não saber. Dos demais, 13,3% escolheram a alternativa b, 46,7% escolheram a alternativa d e 33,3% escolheram b e d. Nenhum deles escolheu a alternativa c, que juntamente com a b eram as corretas. Percebemos que os alunos possuem um conhecimento informal equivocado, pois concluem que a lâmpada está ligada a duas fontes de energia, tratando dessa forma os polos como duas fontes, quando na verdade o desenho só demonstra uma. Também não conseguiram visualizar que a corrente elétrica depende das características da fonte e que para sua circulação o circuito deverá estar fechado. Os alunos até citam a necessidade dos polos positivos e negativos, mas não conseguem detalhar o porquê da importância desses polos para acender a lâmpada. Deparamos-nos novamente com concepções alternativas, entretanto é necessário observar que a concepção de polos distintos (positivo e negativo) está construída significativamente. Logo, esse subsunçor ainda não está suficientemente diferenciado a ponto de identificar como os polos de uma fonte interagem com um circuito.

Os 15 alunos que participaram da proposta não conseguiram responder a questão 6 do primeiro questionário (Quadro 1), evidenciando que nenhum deles tinha conhecimento prévio sobre a montagem de um circuito elétrico em placa para circuito impresso.

Após a ação da Educação Científica Baseada em Projetos na escola, e do desenvolvimento do fotobiomodulador, um novo questionário foi aplicado ao grupo de alunos, cujas questões estão no questionário 2, apresentado no Quadro 3.

Ao responder a questão 1 desse segundo questionário (Quadro 3), 40% dos alunos (Tabela 3) compreendem a associação em paralelo, e descrevem essa associação em suas respostas, alcançando os objetivos propostos pela taxonomia de Bloom, demonstrando “não apenas ter compreendido o conteúdo mas também a estrutura do objeto estudado” (FERRAZ & BELHOT, 2010, p. 426).

Tabela 3 – Respostas a questão 1 do segundo questionário

Questão 1 – Quadro 3	Respostas
Aluno 05	Paralelo, porque se algo acontecer tipo curto circuito será mais seguro e não apagava ou desligaria todos os eletrodomésticos ou lâmpada.
Aluno 06	Circuito paralelo, porque se ligar um aparelho elétrico não irá interferir nos outros e em vários o que acontece com um, não acontece com todos
Aluno 08 e 15	Paralelo, porque se uma lâmpada queimar as outras lâmpadas continua acesa.
Aluno 11	Circuito paralelo, porque se queimar os outros aparelhos continuaram ligados.
Aluno 14	Paralelo, porque no circuito em paralelo quando uma lâmpada queimar as outras ficaria com a mesma energia passando por elas.

Ainda para essa mesma questão, 60% caracterizam a associação em paralelo a um tipo de associação em que se uma lâmpada estiver queimada as demais não estarão queimadas. Na associação em paralelo cada dispositivo opera de forma independente dos outros dispositivos (HEWITT, 2002). Dessa maneira no circuito em paralelo quando uma lâmpada não está funcionando não necessariamente ela está queimada e sim o circuito naquele ponto foi interrompido, porém nesse tipo de circuito a corrente elétrica tem outros caminhos a percorrer, por isso as demais lâmpadas continuam acesas. Observamos aqui, que para alunos que não conseguiam sequer identificar uma ligação viável de uma única lâmpada (alternativa c da questão 5, Quadro 1), agora todos eles conseguiram identificar claramente que em uma residência o circuito adequado é de uma ligação em paralelo. Esse resultado remete ao “tratamento” a que foram submetidos esses alunos, ou seja, à proposta de ECBP que permitiu que em tão pouco tempo esses alunos diferenciassem progressivamente o conceito de circuito e fossem capazes de

aplicá-lo a uma situação real, tipificando a aprendizagem significativa (AUSUBEL, 2003; MOREIRA, 1997, LEMOS, 2011).

Para a questão 2 do segundo questionário (Quadro 3), 33,3% conseguem chegar à resposta esperada (Tabela 4), 46,7% identificam a associação em que as lâmpadas estão ligadas, de acordo com a realização da experiência, mas não conseguem justificar, ou melhor, em sua justificativa trazem concepções alternativas. 20% acreditam que se as lâmpadas estiverem em série e eles retirarem uma, as outras vão queimar, ou seja, os alunos associam que as demais lâmpadas não funcionam porque foram “queimadas”, quando na realidade apenas a corrente elétrica foi interrompida, já que em um circuito com lâmpadas em série a corrente terá apenas um caminho a percorrer. Observamos agora que o conceito de circuito em série não está tão claro, mas, ainda assim, é possível evidenciar que houve diferenciação progressiva do conceito de circuito elétrico, e que 20% dos alunos que compreendem corretamente o circuito em paralelo, também compreendem o circuito em série, lembrando que nenhum deles apresentava um conhecimento prévio adequado a respeito.

Tabela 4 – Respostas a questão 2 do segundo questionário

Questão 2 – Quadro 3	Respostas
Aluno 01	Em série, porque estão ligados uns aos outros. Cortaria o fio que estivesse conectado a um led e todos os outros se apagariam
Aluno 06	Se tirar uma lâmpada as outras continuam acesas então em paralelo
Aluno 10	Eu tiraria uma lâmpada e se depois que eu fiz isso se nenhuma lâmpada acendesse o pisca-pisca seria em série ou se todas continuassem acesas elas seriam paralelas.
Aluno 11	Eu tiraria uma lâmpada e se depois que eu fiz isso se nenhuma lâmpada acendesse o pisca-pisca seria em série ou se todas continuassem acesas elas seriam paralelas.
Aluno 14	Se tirar uma lâmpada de um pisca-pisca ele ainda acender porque o circuito está em paralelo.

Nenhum dos alunos consegue chegar à resposta esperada para a questão 3 do segundo questionário (Quadro 3). 93,3% escolhem a associação de resistores apresentada na figura 1 da questão 3 (Quadro 3), uma associação em paralelo, e apenas 6,7% escolhe a associação em série. Entretanto, eles justificam

suas escolhas pela suposta “segurança” da associação, e não pela que oferecerá maior resistência à passagem da corrente elétrica, demonstrando assim que não conseguem compreender a relação entre corrente elétrica e resistência elétrica. O fato de não terem alcançado essa compreensão na proposta de ECBP deve estar relacionado ao fato de que essa não foi uma questão evidenciada no desenvolvimento do fotobiomodulador, nem mesmo apareceu entre as caixas-pretas da Ilha de Racionalidade.

Para a questão 4, 46,7% dos alunos demonstram não compreender o objetivo da questão e descrevem sobre associação de resistores. Já os demais alunos chegam ao nível proposto pela taxonomia de Bloom. Eles compreendem a relação entre a voltagem e a intensidade de corrente. 20% respondem dizendo que se a voltagem for maior que a voltagem permitida, a lâmpada queimar.

Tabela 5 – Respostas a questão 4 do segundo questionário

Questão 4 – Quadro 3	Respostas
Aluno 01	O brilho vai aumentar, porque a voltagem e assim a corrente vai ficar mais forte.
Aluno 03	A relação do brilho da lâmpada vai aumentar porque o receptor da lâmpada que vai substituir é maior que a que estava ela recebe mais energia do que o receptor de antes. Porque com três pilhas recebe mais energia.
Aluno 05	A lâmpada vai queimar, porque os volts vão aumentar aí a lâmpada não vai aguentar.
Aluno 08	A lâmpada vai queimar por que os volts vão aumentar e a lâmpada não vai aumentar
Aluno 07;09;13	Ela vai brilhar mais, porque a pilha é maior que a outra.
Aluno 15	Se a voltagem for maior a lâmpada poderá chegar a queimar.

Os outros 33,3% dos alunos também demonstram essa mesma compreensão da relação entre voltagem e resistência, uma vez que relatam que ao aumentar a tensão (pilha maior) e a resistência permanecer a mesma (a lâmpada não foi alterada), conseqüentemente a intensidade de corrente será maior, ou seja, como o brilho da lâmpada está associado a intensidade, então quando maior a intensidade maior o brilho. Podemos observar que houve uma diferenciação progressiva do conceito de voltagem, pois na questão 4 do primeiro questionário foi

observado que 73,3% não apresentavam qualquer conceituação sobre o termo, 20% compreendiam voltagem como uma quantidade de energia consumida pelo aparelho e apenas 6,7% relacionava voltagem com a corrente elétrica que circula no eletrodoméstico. Após a ECBP eles conseguem relacionar voltagem com intensidade de corrente, evidenciando novamente a aprendizagem significativa.

73,3% dos alunos não conseguem chegar ao objetivo da questão 5 do segundo questionário (Quadro 3). Dentre esses 73,3%, 1,3% não respondem, 20% respondem, mas não justificam e 40% respondem mas justificam incorretamente. Contudo 26,7% respondem corretamente (Tabela 6), podemos observar que os alunos referem a quanto maior tensão maior brilho, porém eles também têm que levar em consideração a resistência do circuito. Se o circuito possuir a mesma quantidade de resistores e só diferenciar pela associação em série ou paralelo, temos que o circuito em paralelo a resistência equivalente é menor, por isso a escolha dos alunos pelo circuito em paralelo. E o outro caminho também correto escolhido pelos alunos é que quanto maior a tensão maior o brilho se a resistência permanecer a mesma. Desta forma, percebemos novamente uma diferenciação progressiva do conceito de circuito elétrico, que agrega novos conceitos e a partir da aplicação desses conceitos em uma situação real, observamos que atingiram a aprendizagem proposicional (MOREIRA, 1997).

Tabela 6 – Respostas a questão 5 do segundo questionário

Questão 5 – Quadro 3	Respostas
Aluno 01	III, porque as leds estão em paralelos e a voltagem é maior.
Aluno 03	III, ela é paralela e tem mais a quantidade de brilho e de pilhas, são três pilhas.
Aluno 07	III - O circuito está em paralelo, porque o número de pilhas é quem vai dar intensidade ao brilho.
Aluno 09	3 - O circuito está em paralelo, porque a quantidade de pilhas é que vai dar mais brilho a ela

Para a questão 6, observamos um significativo desenvolvimento da aprendizagem por parte dos alunos, pois essa questão foi aplicada no questionário 1 e nenhum aluno conseguiu responder. Nesse pós-teste apenas 20% não responderam. 66,7% responderam de maneira semelhante ao aluno 15. A

associação apresentada está correta, entretanto a questão solicitou o uso de resistores e não foi apresentado pelos 66,7%. Já os alunos 13,3% respondem a questão de acordo com o objetivo proposto (Tabela 7).

Tabela 7 – Respostas a questão 06 do segundo questionário

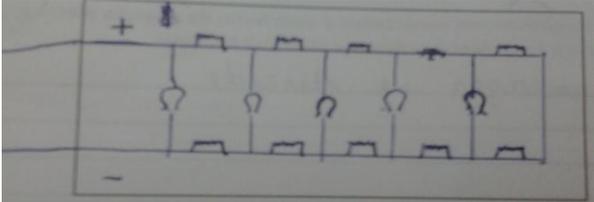
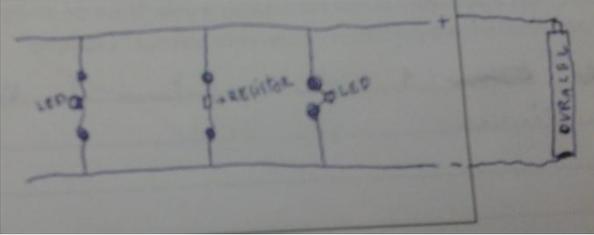
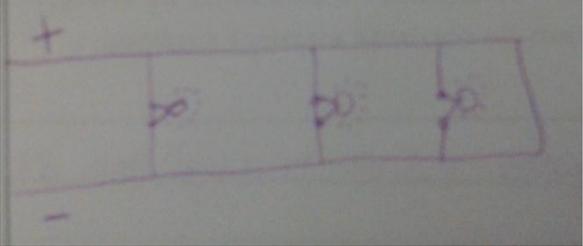
Questão 6 – Quadro 3	Respostas
Aluno 04	
Aluno 05	
Aluno 15	

Tabela 8 – Comparações das respostas dos alunos do antes e depois da ação da Educação Científica Baseada em Projetos

Conceitos	1° questionário – Quadro 1	2° questionário – Quadro 3
Intensidade da corrente elétrica	100% não conseguem visualizar que a corrente elétrica depende das características da fonte e que para sua circulação o circuito deverá estar fechado	53,3% conseguem relacionar voltagem com intensidade de corrente.
Diferença de potencial	73,3% não apresentam nenhuma conceituação sobre o termo voltagem ou diferença de potencial. 20% compreende voltagem como quantidade de energia consumida. 6,7% compreende que voltagem está relacionada com a intensidade de corrente elétrica que circula o eletrodoméstico	33,3% demonstram compreensão da relação entre voltagem e resistência.

Resistência elétrica	O conceito não foi evidenciado no 1º questionário (Quadro 1)	<p>100% conseguem identificar o circuito adequado em uma residência.</p> <p>Dos 100%, 40% compreendem circuito em paralelo e desses e 20% que compreendem associação em paralelo também compreende associação em série.</p> <p>60% caracterizam a associação em paralelo a um tipo de associação em que se uma lâmpada estiver queimada as demais não estarão queimadas.</p>
-----------------------------	--	--

CAPÍTULO 5

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A presente pesquisa evidencia a contribuição dada pela teoria da aprendizagem significativa de Ausubel, que permitiu refletir sobre a contribuição proporcionada pela aprendizagem baseada em projetos, uma vez que os alunos se sentiram motivados ao aprendizado e permitiram-se refletir e modificar o conhecimento existente, construindo e reconstruindo novos significados. Comprovados após a intervenção, os novos significados formaram necessários à aprendizagem da eletrônica na construção do fotobiomodulador.

Os resultados mostram que o grupo não possuía conhecimento prévio formal e evoluíram satisfatoriamente em todas as etapas. É constatada a evolução em relação aos níveis de aprendizagem dos conceitos, que inicialmente eram inexistentes. Desta forma, os resultados mostram que houve aprendizagem significativamente dos alunos.

A aprendizagem dos novos conhecimentos depende dos que já foram assimilados. Assim, diagnosticar as ideias prévias dos estudantes sobre o novo conhecimento é uma etapa essencial que deve fazer parte de estratégias de ensino, pois para o discente é mais fácil atingir os objetivos quando estes estão bem definidos.

É possível observar também o envolvimento dos estudantes da educação básica e o posicionamento pró-ativo na condução das atividades, além da motivação, o que permitiu a reflexão e a modificação do conhecimento existente. A primeira etapa envolveu a apresentação da temática e de seu contexto buscando conhecer quais os conhecimentos prévios e dúvidas existentes, bem como discutir qual a relevância de desenvolvimento de uma temática como essa para a aprendizagem das ciências.

Durante o processo de confecção da placa de iluminação, com o desenvolvimento do circuito elétrico, do circuito impresso, a instalação dos LEDs, evidenciou-se todo um aprendizado específico e aplicado de eletrônica, o qual foi

construído a partir de processos investigativos, do questionamento, do levantamento de hipóteses, etc.

A análise desses registros permitiu evidenciar o engajamento dos estudantes da educação básica no processo, fruto da metodologia de trabalho que coloca o estudante como corresponsável no desenvolvimento do projeto, propondo ao aluno situações novas e não familiares que requeiram máxima transformação do conhecimento adquirido. Desta forma, eles são motivados a desenvolver espontaneamente atividades investigativas, trabalhando autonomamente e desenvolvendo a tomada de decisão. Promovendo, então, uma aprendizagem mais significativa e o desenvolvimento de habilidades e competências próprias das ciências.

Como afirma Pietrocola (1999), pudemos observar que a intensificação nas estratégias de construção do conhecimento permitiram aos alunos perceber que o conhecimento científico aprendido na escola serve como forma de interpretação do mundo que os cerca. Além disso, o processo de ensino baseado em projetos permitiu que o conhecimento fosse construído de forma significativa, pois propiciou ao estudante o processo de aprendizagem por investigação.

Finalizamos esta pesquisa salientando a importância da educação por projetos como estratégia pedagógica poderosa para o aprendizado, permitindo aos alunos pensar, refletir, discutir, argumentar, pesquisar, analisar e tomar decisões.

REFERÊNCIAS

- APPOLINÁRIO, F. Metodologia da Ciência: filosofia e prática da pesquisa. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2006.
- ARAÚJO, I. S. **Simulação e Modelagem Computacionais como Recurso Auxiliares no Ensino de Física Geral**. 2005. 229f. Tese (Doutorado em Física) - Instituto de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2005.
- AUSUBEL, D. P. (1968). Educational psychology: a cognitive view. New York, Holt, Rinehart and Winston.
- AUSUBEL, D. P. **Aquisição e retenção de conhecimentos: uma perspectiva cognitiva**. Lisboa: Plátano, 2003. 226p.
- BEREITER, C.; SCARDAMALIA, M. **Process and product in PBL research**. Toronto: Ontario Institutes for Studies in Education/University of Toronto, 1999.
- CAMPANARIO, J. M. Asalto al castillo: ¿A qué esperamos para abordar en serio la formación didáctica de los profesores universitarios de ciencias?. **Enseñanza de las ciencias**. Barcelona, 20 (2), p. 315-325, 2002.
- DORNELES, P. F. T.; ARAUJO, I. S.; VEIT, E. A. Simulação e modelagem computacionais no auxílio à aprendizagem significativa de conceitos básicos de eletricidade: parte i – circuitos elétricos simples. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 28, n. 4, p. 487-496, 2006
- DORNELES, P. F. T. **Investigação de ganhos na aprendizagem de conceitos físicos envolvidos em circuitos elétricos por usuários da ferramenta computacional Modellus**. 2005. 141f. Dissertação (Mestrado em Física) - Instituto de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2005.
- DUIT, R.; RHONECK, C. V. Learning and understanding key concepts of electricity. In: TIBERGHEN, A.; JOSSEM, E. L.; BARAJOS, J. (Eds.). **Connecting research in physics education with teacher education**. International Commission on Physics Education. Disponível em: <<http://pluslucis.univie.ac.at/Archiv/ICPE/C2.html>> Acesso em: 17 de julho de 2014.
- FERRAZ, A. P. M; BELHOT, R. V. Taxonomia de Bloom: revisão teórica e apresentação das adequações do instrumento para definição de objetivos instrucionais. **Gest. Prod.**, v. 17, n. 2, p. 421-431, 2010.
- FIGUEIRÊDO, K. L. e JUSTI, R. Uma proposta de formação continuada de professores de ciências buscando inovação, autonomia e colaboração a partir de referenciais integrados. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 11, n.1, p.169-190, 2011.
- FOUREZ, G. **Alfabetización científica y tecnológica: acerca de las finalidades de la enseñanza de las ciencias**. 1ª ed. 3ª reimp. Buenos Aires: Colihue, 2005.
- GASPARIN, J. L. Motivar para aprendizagem significativa. **Jornal Mundo Jovem**. Porto Alegre, n. 314, p. 8, 2001.

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

HEWITT, Paul. G. Física Conceitual, 9ª Edição, Porto Alegre: Bookman, 2002.

JONES, B.F.; RASMUSSEN, C.M.; MOFFITT, M.C. **Real-life problem solving: A collaborative approach to interdisciplinary learning**. Washington,DC: American Psychological Association. 1997.

LABURÚ, C. E.; SILVA, D. da; VIDOTTO, L. C. Avaliação tradicional e alternativa no ensino: um estudo comparativo. **Semina: Ciências Sociais e Humanas**, v. 26, n. 1, p. 27-42, 2005.

LEMOS, E. S. A Aprendizagem significativa: estratégias facilitadoras e avaliação. **Aprendizagem Significativa em Revista/Meaningful Learning Review**, v.1, n. 1, p. 25-35, 2011.

MASINI, E. F. S; MOREIRA, M. A. **Aprendizagem Significativa: A Teoria de David Ausubel**. Editora Centauro: São Paulo, 2001.

MONTENEGRO, P. P. **Letramento científico: o despertar do conhecimento das ciências desde os anos iniciais do Ensino Fundamental**. 2008. 200 f. Dissertação (Mestrado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade de Brasília, Brasília, 2008.

MOREIRA, M.A. **Aprendizagem significativa**. Brasília: Unb, 1999a. 129p.

MOREIRA, M. A. **Aprendizagem significativa**. São Paulo: Editora Pedagógica Universitária, 1999b.

MOREIRA, M. A. **Aprendizagem Significativa: um conceito subjacente**, 1997. Disponível em <<http://www.if.ufrgs.br/~moreira/apsigsubport.pdf>>. Acesso em 15 julho de 2014.

MOREIRA, M. A. **A Teoria da Aprendizagem Significativa e sua Implementação em Sala de Aula**. Editora UNB: Brasília. 2006.

MOREIRA, M. A. Aprendizagem significativa em mapas conceituais. Textos de Apoio ao Professor de Física, **PPGenFis/IFUFRGS**, v. 24, n. 2, p.1-53, 2013.

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, p. 1-18, 2002.

PACCA, J. L. A.; FUKUI, A; BUENO, M. C. F.; COSTA, R. H. P.; VALÉRIO, R. M.; MANCINI, S. Corrente elétrica e circuito elétrico: algumas concepções do senso comum. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, v. 20, n. 2, p. 151-167, 2003.

PIETROCOLA, M. Construção e realidade: o realismo científico de Mário Bunge e o ensino de ciências através de modelos. **Investigações em Ensino de Ciências**, 4(3), 213-227, 1999.

PINHEIRO, T. de F. Experiências Interdisciplinares nas Aulas de Física da Segunda Série do Ensino Médio. In: **XVI Simpósio Nacional de Ensino de Física**, Florianópolis/SC, 2002.

POZO, J. I.; CRESPO, M. A. G. A aprendizagem e o ensino de ciências: do conhecimento cotidiano ao conhecimento científico. – 5. ed. – porto Alegre: Artmed, 2009.

SANTOS S.R. O aprendizado baseado em problemas (Problem-Based Learning-PBL). **Revista Brasileira de Educação Médica**, v.3, n.18, p. 121-124, 1993.

SANTOS, J. C. F. **O papel do professor na promoção da aprendizagem significativa**. Artigo científico 2008. Disponível em: <<http://www.famema.br/ensino/capacdoc/docs/papelprofessorpromocaoaprendizagemsignificativa.pdf>>. Acesso em 17 de junho de 2014.

SCARBROUGH, H. et al. The Processes of Project-based Learning: An Exploratory Study. **Management Learning**. v. 35, n. 4, p. 491-506, 2004.

SHAFFER, P. S.; McDERMOTT, L. C. Research as a guide for curriculum development: an example from introductory electricity. Investigation of student understanding. **American Journal of Physics**, v. 60, n. 11, p. 994-1003, 1992b.

SILVA, J. R. S; MARINHO, E.; LIMA, M.; GONÇALVES, C. S.; CUNHA, K. S., RODRIGUES, K. C. Proposta para o ensino de Física baseado em projetos. **Anais do XX Simpósio Nacional de Ensino de Física**, SNEF-2013, São Paulo, SP, 21 a 25 de Janeiro de 2013.

TAVARES, R. Aprendizagem Significativa e o Ensino de Ciências In: **Reunião Anual da Associação Nacional de Pós-graduação e Pesquisa em Educação**, 28, 2005, Caxambu. Disponível em:<<http://www.fisica.ufpb.br/~romero/pdf/ANPED-28.pdf>>. Acesso em: 17 julho de 2014.

THOMAS, J.W.; MERGENDOLLER, J.R.; MICHAELSON, A. **Project-based learning**: A handbook for middle and high school teachers. Novato, CA: The Buck Institute for Education. 1999.

ANEXOS

Anexo A

Estruturação da Taxonomia de Bloom do domínio cognitivo.

Categoria	Descrição
1. Conhecimento	<p>Definição: Habilidade de lembrar informações e conteúdos previamente abordados como fatos, datas, palavras, teorias, métodos, classificações, lugares, regras, critérios, procedimentos etc. A habilidade pode envolver lembrar uma significativa quantidade de informação ou fatos específicos. O objetivo principal desta categoria nível é trazer à consciência esses conhecimentos.</p> <p>Subcategorias: 1.1 Conhecimento específico: Conhecimento de terminologia; Conhecimento de tendências e sequências; 1.2 Conhecimento de formas e significados relacionados às especificidades do conteúdo: Conhecimento de convenção; Conhecimento de tendência e sequência; Conhecimento de classificação e categoria; Conhecimento de critério; Conhecimento de metodologia; e 1.3 Conhecimento universal e abstração relacionado a um determinado campo de conhecimento: Conhecimento de princípios e generalizações; Conhecimento de teorias e estruturas.</p> <p>Verbos: enumerar, definir, descrever, identificar, denominar, listar, nomear, combinar, realçar, apontar, relembrar, recordar, relacionar, reproduzir, solucionar, declarar, distinguir, rotular, memorizar, ordenar e reconhecer.</p>
2. Compreensão	<p>Definição: Habilidade de compreender e dar significado ao conteúdo. Essa habilidade pode ser demonstrada por meio da tradução do conteúdo compreendido para uma nova forma (oral, escrita, diagramas etc.) ou contexto. Nessa categoria, encontra-se a capacidade de entender a informação ou fato, de captar seu significado e de utilizá-la em contextos diferentes.</p> <p>Subcategorias: 2.1 Translação; 2.2 Interpretação e 2.3 Extrapolação.</p> <p>Verbos: alterar, construir, converter, decodificar, defender, definir, descrever, distinguir, discriminar, estimar, explicar, generalizar, dar exemplos, ilustrar, inferir, reformular, prever, reescrever, resolver, resumir, classificar, discutir, identificar, interpretar, reconhecer, redefinir, selecionar, situar e traduzir.</p>
3. Aplicação	<p>Definição: Habilidade de usar informações, métodos e conteúdos aprendidos em novas situações concretas. Isso pode incluir aplicações de regras, métodos, modelos, conceitos, princípios, leis e teorias.</p> <p>Verbos: aplicar, alterar, programar, demonstrar, desenvolver, descobrir, dramatizar, empregar, ilustrar, interpretar, manipular, modificar, operacionalizar, organizar, prever, preparar, produzir, relatar, resolver, transferir, usar, construir, esboçar, escolher, escrever, operar e praticar.</p>
4. Análise	<p>Definição: Habilidade de subdividir o conteúdo em partes menores com a finalidade de entender a estrutura final. Essa habilidade pode incluir a identificação das partes, análise de relacionamento entre as partes e reconhecimento dos princípios organizacionais envolvidos. Identificar partes e suas inter-relações. Nesse ponto é necessário não apenas ter compreendido o conteúdo, mas também a estrutura do objeto de estudo.</p> <p>Subcategorias: Análise de elementos; Análise de relacionamentos; e Análise de princípios organizacionais.</p> <p>Verbos: analisar, reduzir, classificar, comparar, contrastar, determinar, deduzir, diagramar, distinguir, diferenciar, identificar, ilustrar, apontar, inferir, relacionar, selecionar, separar, subdividir, calcular, discriminar, examinar, experimentar, testar, esquematizar e questionar.</p>
5. Síntese	<p>Definição: Habilidade de agregar e juntar partes com a finalidade de criar um novo todo. Essa habilidade envolve a produção de uma comunicação única (tema ou discurso), um plano de operações (propostas de pesquisas) ou um conjunto de relações abstratas (esquema para classificar informações). Combinar partes não organizadas para formar um "todo".</p> <p>Subcategorias: 5.1 Produção de uma comunicação original; 5.2 Produção de um plano ou propostas de um conjunto de operações; e 5.3 Derivação de um conjunto de relacionamentos abstratos.</p> <p>Verbos: categorizar, combinar, compilar, compor, conceber, construir, criar, desenhar, elaborar, estabelecer, explicar, formular, generalizar, inventar, modificar, organizar, originar, planejar, propor, reorganizar, relacionar, revisar, reescrever, resumir, sistematizar, escrever, desenvolver, estruturar, montar e projetar.</p>
6. Avaliação	<p>Definição: Habilidade de julgar o valor do material (proposta, pesquisa, projeto) para um propósito específico. O julgamento é baseado em critérios bem definidos que podem ser externos (relevância) ou internos (organização) e podem ser fornecidos ou conjuntamente identificados. Julgar o valor do conhecimento.</p> <p>Subcategorias: 6.1 Avaliação em termos de evidências internas; e 6.2 Julgamento em termos de critérios externos.</p> <p>Verbos: Avaliar, averiguar, escolher, comparar, concluir, contrastar, criticar, decidir, defender, discriminar, explicar, interpretar, justificar, relatar, resolver, resumir, apoiar, validar, escrever um review sobre, detectar, estimar, julgar e selecionar.</p>

Fonte: Bloom et al. (1956), Bloom (1986), Driscoll (2000) e Krathwohl (2002), (FERRAZ & BELHOT, 2010, p. 426)