

**UFRRJ**  
**INSTITUTO DE AGRONOMIA**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO**  
**AGRICOLA**

**DISSERTAÇÃO**

**O ENSINO DE FÍSICA EMBASADO NA APRENDIZAGEM  
SIGNIFICATIVA E NO USO DE ENERGIAS RENOVÁVEIS**

**EDSON ARAUJO DA SILVA**

**2019**



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO  
INSTITUTO DE AGRONOMIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO AGRÍCOLA**

**O ENSINO DE FÍSICA EMBASADO NA APRENDIZAGEM  
SIGNIFICATIVA E NO USO DE ENERGIAS RENOVÁVEIS**

**EDSON ARAUJO DA SILVA**  
*Sob a orientação do Professor*  
**Dr. Gabriel de Araújo Santos**

Dissertação submetida como requisito  
parcial para obtenção do grau de  
**Mestre em Educação**, no Programa de  
Pós-Graduação em Educação Agrícola,  
Área de Concentração em Educação  
Agrícola.

.

**Seropédica – RJ**  
**Agosto de 2019**

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Biblioteca Central / Seção de Processamento Técnico

Ficha catalográfica elaborada  
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

S586e SILVA, EDSON ARAUJO DA, 1963-  
O ENSINO DE FÍSICA EMBASADO NA APRENDIZAGEM  
SIGNIFICATIVA E NO USO DE ENERGIAS RENOVÁVEIS / EDSON  
ARAUJO DA SILVA. - Seropédica, 2019.  
36 f.: il.

Orientador: Gabriel de Araújo Santos.  
Dissertação(Mestrado). -- Universidade Federal Rural  
do Rio de Janeiro, PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM  
EDUCAÇÃO AGRÍCOLA, 2019.

1. Ensino de Física. 2. Aprendizagem Significativa.  
3. Mapas Conceituais. 4. Energias Renováveis. I.  
Santos, Gabriel de Araújo, 1955-, orient. II  
Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro.  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO AGRÍCOLA III.  
Título.

"O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de  
Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001 "This study was  
financed in part by the Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil  
(CAPES) - Finance Code 001"

**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO  
INSTITUTO DE AGRONOMIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO AGRÍCOLA**

**EDSON ARAÚJO DA SILVA**

Dissertação submetida como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Educação**, no Programa de Pós-Graduação em Educação Agrícola, Área de Concentração em Educação Agrícola.

DISSERTAÇÃO APROVADA EM 12/08/2019

---

GABRIEL DE ARAUJO SANTOS, Prof. Dr. UFRRJ

---

ANTONIO LUCIANO BAIA NETO, Prof. Dr. UFRRJ

---

JOSÉ GUILHERME MARINHO GUERRA, Prof. Dr. EMBRAPA

## **DEDICATÓRIA**

Dedico esse trabalho a minha mãe Maria e meu pai Raimundo (em memória), que mesmo sem acesso a uma educação formal, ensinaram através do exemplo como viver em sociedade e desde cedo sempre estiveram presentes incentivando e destacando a importância da educação.

A minha esposa Cláudia e meus filhos Leonardo e Júlia, pela paciência e compreensão pelas ausências necessárias para construção desse trabalho, um grande beijo no coração, meu muito obrigado.

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus, por me conceder saúde e paz para realizar esse projeto.

Ao Professor Dr. Gabriel de Araújo dos Santos, pelas valiosas contribuições como Orientador desse trabalho, mas principalmente pelo exemplo de como é um “Ser Humano Iluminado”, a verdadeira personificação da palavra MESTRE, meus sinceros agradecimentos.

A minha esposa Cláudia e ao Professor Me. Mauro Geri, que contribuíram na revisão final dessa dissertação.

Ao IFAM, pelo incentivo à qualificação de seus servidores, em tempos onde os recursos se encontravam escassos.

Ao PPGEA, pela disposição em levar qualificação a todo Brasil, independente das dificuldades de logística que esse projeto impõe a todos os Docentes envolvidos.

Ao Campus Manacapuru onde colegas professores ajudaram nas minhas ausências e sempre tiveram uma palavra de apoio na hora das dificuldades.

Aos discentes que participaram proativamente desse projeto e frutificaram ao final um grande trabalho. Muito obrigado.

## BIOGRAFIA

Minha primeira experiência com a docência aconteceu já enquanto estudante da Faculdade de Tecnologia do Estado de São Paulo, do curso de Tecnologia em Construção Civil, quando fui monitor da disciplina Cálculo II, naquele momento percebi que quanto mais eu ensinava, mais aprendia os conceitos, ocorrendo uma troca de conhecimentos, cada pergunta levava a uma resposta e muitas vezes formas diferentes de resolver os mesmos problemas. Saindo da faculdade lecionei em um cursinho pré-vestibular, dando aulas de Matemática e Física, por cinco anos.

Posteriormente a esse período trabalhei na iniciativa privada, em áreas distintas da Educação.

Ao casar-me, minha esposa sendo professora, retomei o contato com o mundo da Educação. Como alguns colegas de minha esposa não tinham facilidade com os conteúdos específicos de Física, muitas vezes pediam-me para ministrar algumas aulas, substituí-los em eventualidades, ressurgindo então meu interesse pela docência.

Resolvi então cursar uma Complementação Pedagógica em Matemática e logo depois realizei a Complementação Pedagógica em Física. Retornei às salas de aulas já em 2012, como professor no Centro Estadual de Educação Profissional Pio XII e como professor substituto no Instituto Federal da Bahia; realizei uma especialização no ensino de Física Matemática, fiz alguns cursos de aperfeiçoamento e em 2017 ingressei como professor efetivo de Física no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas.

Nestes anos de atuação no IFAM, além de ensinar Física às turmas de Recursos Pesqueiros, Informática, Administração e Projeja, ministrei um curso para nivelamento em Matemática Básica também no IFAM e um curso de extensão para capacitação de professores da rede pública estadual em ensino de Física. Para mim, que venho do Nordeste, deparar-me com essa abundância de recursos naturais, impactou-me positivamente no início, mas logo me impôs uma responsabilidade, pois sendo educador tenho a oportunidade de contribuir para a valorização e conservação da Natureza e consequentemente do nosso planeta, podendo trabalhar com a perspectiva da educação ambiental, focando na disseminação da interdisciplinaridade através de projetos de ensino, pesquisa e extensão, junto aos arranjos produtivos de Manacapuru-Am. E visando esta perspectiva, para uma melhor qualificação da minha docência, está sendo a realização deste Mestrado em Meio Ambiente em Educação Agrícola.

E um novo horizonte foi descortinado através dos estudos realizados durante este

Mestrado, tanto na minha atuação como docente quanto como discente, o que acabou impulsionando-me a buscar uma maior aprendizagem ainda, através da realização de um Doutorado que agora pretendo realizar, pois o trem do conhecimento não pode ficar muito tempo parado na estação....

## RESUMO

SILVA, Edson Araujo da. **O ensino de física embasado na aprendizagem significativa e uso de energias renováveis.** 2019. 36f. Dissertação (Mestrado em Educação Agrícola). Instituto de Agronomia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2019.

A Física Clássica, que é ensinada no Ensino Médio, foi uma construção de muitos pensadores e alcançou seu auge há mais de três séculos com a publicação do livro “Princípios Matemáticos da Filosofia Natural”, de Isaac Newton, que é considerado até hoje um marco na história da ciência, mas essa Física não conseguia explicar todos os fenômenos da natureza, surge então, no início do século XX, Max Planck, com sua teoria da quantização da energia, a Física Quântica, que foi utilizada para demonstrar, entre tantas coisas, como um material semicondutor (silício) poderia ser empregado em painéis fotovoltaicos para transformar a luz do sol em energia elétrica. Aparece um questionamento sobre a necessidade de mudanças curriculares, assim poderíamos explicar como a mecânica quântica contribuiu no desenvolvimento de modernas tecnologias que estão presentes em todos os equipamentos eletrônicos que utilizamos no nosso cotidiano. Nossa práxis enquanto docente também precisa mudar e agregar as novas formas de ensinar e aprender, no qual os conteúdos lecionados devem ter significado para o estudante, proporcionando uma evolução nas suas capacidades cognitivas, para isso necessitamos de novos instrumentos de avaliação e os Mapas Conceituais, propostos por Novak e Gowin (1984), são particularmente apropriados, pois foram idealizados a partir dos conceitos da Aprendizagem Significativa de David Ausubel. As Energias Renováveis são um tema que perpassa por todas as disciplinas, impondo um diálogo entre os docentes de forma interdisciplinar, para que esses conceitos contribuam com a formação científica desses discentes. Como gerar energia renovável para mais de um bilhão de pessoas no mundo é um desafio no qual a ciência tem um papel central, essa discussão que vai além de uma questão técnica, uma vez que sem energia elétrica algumas comunidades regiões, e até países, continuarão condenados à fome e ao subdesenvolvimento, contrastando com regiões onde os recursos são desperdiçados em um consumismo irracional. Nesse projeto os saberes dos discentes foram avaliados através de Mapas Conceituais de forma qualitativa e ao responderem de que forma gerar energia elétrica para as comunidades ribeirinha de seu município, eles foram incentivados a produzir conhecimento científico, em uma abordagem interdisciplinar. Nossas conclusões, através da comparação desses Mapas Conceituais, apontam para uma formação durante o processo, onde o erro também é aproveitado e quando esses mapas são refeitos, verificamos que conceitos mais elaborados são integrados e percebidas novas inter-relações que antes os estudantes não possuíam, indicando assim evolução na aquisição de conhecimento.

**Palavras-chave:** Ensino de Física; Aprendizagem Significativa; Mapas Conceituais; Energias Renováveis.

## ABSTRACT

SILVA, Edson Araujo da. **Physics teaching based on significant learning and the use of renewable energy** 2019. 36f. Dissertation (Master Science in Agricultural Education) Instituto de Agronomia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2019.

The Physics Classic that is taught in high school was a construction of many thinkers and overtake or its height to more than three centuries with the publication of the book "Principles of Natural Philosophy Mathematic" Isaac Newton is considered to date a milestone in the history of science, but this physics could not explain all the phenomena of nature, then arises in the early twentieth century Max Planck with the energy quantization of the theory, quantum physics and its usage was used to explain among many things as a semiconductor material (silicon) could be used in photovoltaic panels to turn sunlight into electricity. Pops up a question about the need for curricular changes, so we could explain how quantum mechanics contributed to the development of modern technologies that are present in all the electronic equipment that we use in our daily life. Our praxis as a teacher also needs to change and aggregate the new ways of teaching and learning in which the contents taught must have meaning for the student by providing an evolution in their cognitive capacities, for this we need new evaluation tools and the Conceptual Maps proposed by Novak, Gowin (1984) are particularly appropriate since they were idealized from the concepts of David Ausubel's Significant Learning. Renewable Energies are a theme that permeates all disciplines, imposing a dialogue among teachers in an interdisciplinary way so that these concepts contribute to the scientific training of these students. How to generate renewable energy for more than 1 billion people in the world is a challenge in which science plays a central role, this discussion that goes beyond a technical question, is much more than that, without electricity some communities, regions and even countries they will continue to be condemned to starvation and underdevelopment by contrasting with regions where resources are wasted in irrational consumerism. In this project, students' knowledge was evaluated through qualitative maps and, in response to how they generate electricity for riverside communities in their municipality, they were encouraged to produce scientific knowledge in an interdisciplinary approach. Our conclusions by comparing these Conceptual Maps point to a formation during the process where the error is also exploited and when these maps are redone, we verify that more elaborate concepts are integrated and are perceived new interrelations that before the students did not possess thus indicating evolution in the acquisition of knowledge.

**Keywords:** Physics Teaching; meaningful learning; Conceptual Maps; Renewable Energy.

## **LISTA DE SIGLAS**

PCN - Parâmetros Curriculares Nacionais

BNCC - Base Nacional Comum Curricular

IFs - Institutos Federais de Educação

ENEM - Exame Nacional do Ensino Médio

IFAM - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas

ONU - Organização das Nações Unidas

PIB - Produto Interno Bruto

ELETROBRAS - Centrais Elétricas Brasileiras

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

CCP - Centros Comunitários de Produção

IHMC - Institute for Human and Machine Cognition

SAEEF - Sistema de Abastecimento de Energia Elétrica para Flutuante

F - Figura

MC – Mapa Conceitual

## **LISTA DE MAPAS CONCEITUAIS**

<b>MC 1</b> - Mapa Conceitual apresentado e os métodos para sua confecção. ....	17
<b>MC 2</b> - Mapa Conceitual sobre ondas, produzido por discente utilizando o programa Cmap Tools. Desenvolvido no Institute for Human and Machine Cognition (IHMC). ....	19
<b>MC 3</b> - Mapa Conceitual construído sem frases de ligações e com alguns erros entre conceitos, mas com noção hierárquica. ....	20
<b>MC 4</b> – Mapa feito pelo mesmo discente, notamos que os conceitos foram reordenados, frases de ligação foram acrescentadas, indicando avanços na percepção. ....	21

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> - Tabela para avaliar Mapas Conceituais. Fonte: Silva (2015, p. 801).....	14
<b>Figura 2</b> - Primeira tentativa de construção dos Mapas Conceituais em grupo. ....	18
<b>Figura 3</b> - Discentes refazendo os Mapas Conceituais no Laboratório de Informática.....	21
<b>Figura 4</b> - Energias Renováveis citadas nos Mapas Conceituais Produzidos pelos discentes.	22
<b>Figura 5</b> - Tipos de energia presentes nos Mapas Conceituais após debate em sala.....	22
<b>Figura 6</b> - Colóquio sobre Energias Renováveis entre os docentes de Física, Geografia e Sociologia. ....	24
<b>Figura 7</b> - Filme: do Diretor Chiwetel Ejiofor (2019).....	25
<b>Figura 8</b> - Resenha apresentada pelos discentes e os tópicos mais discutidos.....	26
<b>Figura 9</b> – Foto de flutuante as margens do rio Manacapuru.....	27
<b>Figura 10</b> - Demonstração experimental do funcionamento de um “carneiro hidráulico”.....	28
<b>Figura 11</b> - Demonstração do Sistema de Abastecimento de Energia Elétrica para Flutuante (SAEEF) .....	28
<b>Figura 12</b> - Rebojo ou redemoinho presente em algumas partes dos rios da região e como esse movimento poderia gerar energia elétrica.....	29
<b>Figura 13</b> - Experimento para gerar energia elétrica sendo demonstrado durante a apresentação.....	29
<b>Figura 14</b> - Os 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) e crianças em comunidade na Amazônia (Foto: Bruna Arcangelo/ Litro de Luz).....	3
<b>Figura 15</b> - Apresentação do experimento “Litro de Luz” e a critica aos poderes públicos. ..	30
<b>Figura 17</b> - Avaliação tradicional escrita (primeira coluna) comparada com Mapas Conceituais (MC) .....	31

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>JUSTIFICATIVA .....</b>	<b>2</b>
<b>3</b>	<b>OBJETIVOS .....</b>	<b>5</b>
3.1	Objetivo Geral .....	5
3.2	Objetivos Específicos .....	5
<b>4</b>	<b>REFERENCIAL TEÓRICO .....</b>	<b>6</b>
4.1	Energias Renováveis.....	6
4.2	O Ensino da Física.....	9
4.2.1	Interdisciplinaridade entre a Física e as Ciências Naturais .....	11
4.3	Mapas Conceituais.....	12
4.3.1	Modelos de Avaliação a partir dos Mapas Conceituais.....	13
4.4	Teorias da Aprendizagem: David Ausubel e o Conceito da Aprendizagem Significativa.....	14
<b>5</b>	<b>METODOLOGIA.....</b>	<b>16</b>
<b>6</b>	<b>Resultados e discussão.....</b>	<b>17</b>
<b>7</b>	<b>Conclusões .....</b>	<b>33</b>
<b>8</b>	<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>34</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O ensino de Física durante o Ensino Médio está centrado nas descobertas de muitos cientistas ou “Filósofos Naturais”, como eram conhecidos os Físicos; sendo Isaac Newton o mais importante no período clássico, e há pouco mais de um século Max Planck intuiu que a energia seria quantizada, surgindo então a mecânica quântica, presente em todos as grandes descobertas do mundo moderno, que seguramente nos levarão a criação dos computadores quânticos e consequentemente da inteligência artificial, proporcionando que muitos desafios hoje considerados insolúveis poderão ser superados rapidamente. É nesse contexto que o conceito de energia ganha relevo, por estar presente em todas as atividades do ser humano e ser um bem essencial para o desenvolvimento de toda sociedade. Refinando mais esse conceito vamos usar a energia renovável como foco de nosso projeto, pois ela causa menos impactos e danos ao meio ambiente, tanto na sua geração como distribuição.

Vamos utilizar outra forma de ensinar e aprender baseada na Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel (2000), que atribui grande valor aos saberes que os aprendizes trazem do convívio em sociedade, usando os Mapas Conceituais desenvolvidos por Novak e Gowin (1984), onde o erro também pode ser valorado e ao refazer as atividades propostas os discentes demonstram se houve evolução na assimilação dos conceitos ensinados, quando essas ideias estão presentes em seu cotidiano e são relevantes para sua comunidade.

Através de roda de conversa, onde os discentes compartilham suas descobertas com seus colegas, colóquio interdisciplinar, onde o diálogo entre docentes possa enriquecer os estudantes com novas visões sobre o mesmo tema, projeção de obra cinematográfica “O menino que descobriu o vento”, onde o protagonista utiliza a energia eólica para irrigar a terra, ajudar sua família e comunidade e um seminário onde os discentes foram desafiados a descobrir como gerar energia renovável com o mínimo de impacto e danos para os ribeirinhos de sua cidade.

Vamos comparar os resultados de duas avaliações, a escrita feita com o método tradicional e a baseada em mapas conceituais, onde o discente é envolvido no processo de aprendizagem e outras respostas podem ser consideradas para uma mesma questão e a avaliação pode ser refeita após cada nova interação com o tema em estudo.

## 2 JUSTIFICATIVA

Ao discutir o tema energias renováveis e suas várias formas, nota-se por um lado que desperta grande interesse nos estudantes adolescentes, por outro lado o ensino de Física, segundo Moreira (2017), está desatualizado em conteúdo e tecnologias, focado no docente, preocupado em avaliações e engessado em um livro texto. Esse modelo tradicional já não atende a um discente conectado e informado, esse futuro cidadão necessita encontrar um significado para os conceitos ensinados.

É importante reiterar que a aprendizagem significativa se caracteriza pela interação entre conhecimentos prévios e conhecimentos novos, e que essa interação é não literal e não arbitrária. Nesse processo, os novos conhecimentos adquirem significado para o sujeito e os conhecimentos prévios adquirem novos significados ou maior estabilidade cognitiva. (MOREIRA, 2012, p. 02)

Assim sendo, urge que haja uma quebra de paradigmas que reflita no obsoleto conceito de ensino-aprendizagem, exigindo que todos criem conhecimento. Sobre essa nova forma de aprender e ensinar Paulo Freire (1981, p. 79) diz que “ninguém educa ninguém, ninguém se educa a si mesmo, os homens se educam entre si, mediatizados pelo mundo”.

Pensando em novos conteúdos para disciplina, de acordo com Kawamura e Hosoume, (2003) deve-se utilizar a Física para explicar as telecomunicações, internet, telefonia celular ou a medicina de imagem, além de trabalhar com equipamentos do cotidiano dos discentes como geladeira, ar-condicionado e motores.

Sobre a finalidade do ensino “a principal meta da educação é criar homens que sejam capazes de fazer coisas novas não simplesmente repetir o que outras gerações já fizeram. A segunda meta da educação é formar mentes que estejam em condições de criticar, verificar e não aceitar tudo que a elas se propõe” (PIAGET 1982, p.246). É imperativo, portanto, que o docente esteja aberto para uma nova realidade, compreendendo que ainda há muito a aprender, e isto exige que ele se dispa da presunção de ser o detentor da verdade, desenvolva sua audição, respeitando os saberes e arranjos locais.

Ao colocar seus pilares neste novo alicerce, é imprescindível que os educadores, em um estado com recursos naturais sem igual como o Amazonas, trabalhem de forma coesa para alcançar uma consciência e sensibilização coletiva sobre a importância do bioma a ser explorado de forma racional, com uma visão de desenvolvimento ecológico e sustentável.

A nova Base Nacional Comum Curricular (BNCC, 2017) explica que essas competências devem ser trabalhadas com os discentes para que eles possam;

Analisar situações-problema e avaliar aplicações do conhecimento científico e tecnológico e suas implicações no mundo, utilizando procedimentos e linguagens próprios das Ciências da Natureza, para propor soluções que considerem demandas locais, regionais e/ou globais, e comunicar suas descobertas e conclusões a públicos variados. (p.539)

O município de Manacapuru ocupa uma área de 7.329,234 km<sup>2</sup> e sua população, estimada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2014), era de 92.996 habitantes. Neste senso, Manacapuru é o quarto município mais populoso do estado do Amazonas, superado por Manaus, Parintins e Itacoatiara e é o segundo de sua microrregião. A história de Manacapuru está ligada à aldeia dos Índios Mura, que se estabeleceram na margem esquerda do rio Solimões por volta do século XVIII, fazendo com que surgisse a localidade. Numa comunidade com essas características e tradições, é de suma importância introduzir temas que levem esses discentes a construírem uma visão ampla de como a Amazônia está

inserida em todas as discussões nacionais sobre energia, sua geração e como esse recurso indispensável para qualquer ser humano deve chegar para toda a sua população. De acordo com CHU e Goldemberg (2010), um dos grandes desafios para a humanidade neste século será fazer a transição para um futuro de energia sustentável.

As ciências possuem um papel extraordinário na solução de vários problemas, embora tenham criado diversos deles, podem também apontar soluções; um exemplo simples para ilustrar esse fato é a indústria de veículos que mais cresce no mundo, a ‘Tesla’, vendendo automóveis elétricos e híbridos que poluem pouco. Com base nesta perspectiva, é preciso salientar a teoria de Gaia, de LOVELOCK (2006), defendendo que nosso planeta é um ser vivo e como tal pode perecer, essa concepção que na época parecia piada, na atualidade é encarada como um perigo real.

A energia está no centro do desafio da sustentabilidade em todas as suas dimensões: social, econômica e ambiental. Cabe a esta geração a tarefa de mapear um novo caminho. Agora, e nas décadas à frente, nenhum objetivo político é mais urgente do que encontrar meios para produzir e usar energia que limite a degradação ambiental, preserve a integridade dos sistemas naturais subjacentes e apoie, em vez de desestabilizar, o progresso em direção a um mundo mais estável, pacífico, justo e humano. (CHU, GOLDEMBERG, 2010, p. 59)

A Física, enquanto disciplina que estuda os fenômenos naturais, pode contribuir para que esses discentes enxerguem com clareza acontecimentos, como efeito estufa ou o ciclo da água, que estão interligados ao tema energia, só para citar alguns, de maneira que agregue um significado para o conteúdo, o que, além de gerar uma aprendizagem significativa, criará também o devido respeito ao consumo consciente de energia. Para a construção destes saberes, a interdisciplinaridade é primordial, uma vez que a Física, Química, Biologia como também as Ciências Sociais e Humanas podem auxiliar na interpretação de acordos em conferências mundiais, muitas vezes assinados por países baseados apenas numa perspectiva econômica, em detrimento de uma visão de longo prazo que preserve a vida da Terra e na Terra. “Ainda que a Física pertença à área de Ciências da Natureza, seu ensino deve também contemplar as dimensões de linguagem e conteúdo humano-social” (Kawamura; Hosoume, 2003, p. 12).

Como escapar desta armadilha e reparar os danos e impactos socioambientais que já foram causados ao planeta constitui-se num grande desafio para a humanidade, assim sendo, enquanto não conseguimos todas as respostas, carecemos, mais do que nunca, trabalhar cada um na sua ambição, porém em unidade, para preservarmos nossa “casa”.

Pesquisar o ensino de Física com foco em energias renováveis nos cursos técnicos integrados do IFAM justifica-se, antes de tudo, pela sua relevância na formação científica dos discentes, propiciando uma aprendizagem significativa e interdisciplinar que promova a autonomia dos estudantes nas escolhas de quais energias renováveis seriam mais viáveis para atender às comunidades ribeirinhas, apresentando os impactos e os possíveis danos causados e incentivando os discentes a produzir pesquisa no ensino da Física. Com o auxílio dos Mapas Conceituais<sup>1</sup>, apropriar-se de saberes que eles já possuíam e agregar novos conhecimentos, possibilitando uma ressignificação dessas ideias de forma progressiva. Utilizando os conceitos teóricos lecionados referentes a essas energias renováveis, para que possam ser aplicadas, interferindo e transformando a realidade das comunidades ribeirinhas, as quais têm seus próprios meios de aprender e ensinar, conforme destacam Lima e Andrade (2010, p. 68).

Nas comunidades ribeirinhas, é possível afirmar que seus habitantes estão constantemente implicados tanto nas relações de saber quanto nas relações de

---

<sup>1</sup> Proposto no Livro: Aprender a aprender, Novak e Gowin (1984)

aprender. Isso porque os saberes construídos por lá, bem como a forma de aprender a sobrevivência e as regras sociais envolve, necessariamente, a história da comunidade.

Gerar energia de forma renovável para essas comunidades é um desafio, que se reveste de uma importância especial em função do grau de comprometimento da qualidade de vida das populações que habitam as margens dos rios no município de Manacapuru, no estado do Amazonas.

### **3 OBJETIVOS**

#### **3.1 Objetivo Geral**

- Construir um modelo de análise baseado na Aprendizagem Significativa de David Ausubel, em que os estudantes possam inferir que tipo de energia renovável pode ser utilizada nas comunidades ribeirinhas do Município de Manacapuru - AM.

#### **3.2 Objetivos Específicos**

- Desenvolver, a partir de Mapas Conceituais, métodos que propiciem aos discentes identificar os impactos e os possíveis danos causados nas comunidades ribeirinhas, a partir da geração dos variados tipos de energias renováveis.
- Incentivar os discentes a produzir pesquisa no ensino da Física, que possibilite a utilização dos conceitos teóricos lecionados, referentes às energias renováveis e que possam ser aplicados para interferir e transformar a realidade das comunidades ribeirinhas.
- Elaborar o projeto de forma interdisciplinar, para que o tema energia renovável possa ser relevante na formação científica dos discentes, proporcionando uma aprendizagem significativa, que possibilite a autonomia dos estudantes nas escolhas de qual energia renovável seria mais viável em seu município.

## 4 REFERENCIAL TEÓRICO

### 4.1 Energias Renováveis

A utilização de energia para produzir um determinado trabalho foi uma conquista da ciência, na Grécia Antiga já se estudava esse conceito, embora hoje haja algumas definições para essa grandeza, a energia não pode ser completamente explicada por estar imbricada em todos os fenômenos estudados na Física. A mesma ideia permeia outras disciplinas, como ensina Goldemberg e Lucon (2007), a energia que nosso corpo necessita é extraída da água, oxigênio e alimentos, esta máquina maravilhosa é muito eficiente, tem a potência de uma lâmpada 100W.

Richard Feynman, prêmio Nobel de Física no ano de 1965, em uma de suas palestras definiu de forma original essa grandeza, “ainda não sabemos o que é energia, mas não sabemos por ser a energia uma coisa ‘estranha’, a única coisa de que temos certeza e que a natureza nos permite observar é uma realidade, ou se preferir uma lei chamada Conservação de Energia”. Esta lei garante que a energia total do universo permanece constante, não podendo ser criada ou destruída, apenas transformada de um tipo de energia em outra, como por exemplo, quando a energia do vento é transformada em energia elétrica.

Nos países considerados desenvolvidos existe hoje um consumo exagerado de energia, em patamares que estão causando um grave desequilíbrio. “Ao mesmo tempo, os serviços básicos de energia atualmente não estão disponíveis a um terço das pessoas do mundo e mais energia será essencial para um desenvolvimento sustentável e equitativo”. (CHU; GOLDEMBERG, 2010, p.07). Como iremos produzir essa energia de forma sustentável é a resposta que a ciência terá que buscar no século XXI, ainda segundo os autores, o desenvolvimento da humanidade sempre esteve ligado a sua capacidade de produzir e aproveitar energia.

A Organização das Nações Unidas (ONU) patrocinou um projeto com as academias de Ciências de mais de 10 países, que tem um título bastante inspirador “Um futuro com energia sustentável: Iluminando o caminho”, indicando como podemos chegar a essa meta que parece ambiciosa, porém fundamental para todos nós, como utilizar os recursos energéticos de uma forma mais racional e equilibrada.

De acordo com esse estudo, um americano consome o dobro de energia que um europeu e cinco vezes mais que um latino americano, neste desequilíbrio reside um dos problemas, assim sendo, precisamos trabalhar mentes e corações para que cada vez mais pessoas estejam engajadas na resolução desse problema, considerada por muitos cientistas vital para que a raça humana possa sobreviver a este século. Portanto, é imprescindível trabalhar em conjunto para atingir uma meta ambiciosa que segundo Chu e Goldemberg (2010, p.27):

“Estender os serviços básicos de energia aos mais de 2 bilhões de pessoas em todo o mundo que atualmente não têm acesso às modernas formas de energia e reduzir os riscos à segurança e potenciais conflitos geopolíticos que de outra forma possam surgir devido a uma competição crescente por recursos energéticos irregularmente distribuídos”.

As descobertas da Física Quântica respondem hoje por 30% do Produto Interno Bruto (PIB) mundial, no qual semicondutores, tomógrafos, smartphones e uma infinidade de equipamentos tornaram-se sonho de consumo e símbolo de status social, para PERUZZO (2010). Esse consumo sem precedentes em nossa história está causando um grave desequilíbrio, impossível de ser suportado pelo planeta.

Conforme VIEIRA, P. F apud GERI, M. (2007) o conceito de resiliência ambiental se

define como “A capacidade de um sistema de fazer frente a mudanças e distúrbios externos sem se desestruturar, tornando-se menos vulnerável e mais capaz de se adaptar a um ambiente mutável e inserto”, ou seja, em síntese a capacidade que o planeta terra tem de receber impactos e se regenerar.

Um esforço mundial é liderado pela ONU para impor limites a essa política neoliberal<sup>2</sup>, que tem um de seus pilares na globalização, ao incentivar a confecção em larga escala de produtos demandantes cada vez mais de energia e insumos para sua produção, essa verdadeira “montanha” de produtos precisa ser consumida e a propaganda se encarrega de convencer consumidores alienados de que sua vida só terá sentido com a aquisição desses produtos, na sua grande maioria supérfluos. “É a oposição (...) contra os neoliberalismos que temem o sonho (...) em nome das adaptações fáceis às ruínas do mundo capitalista.” (FREIRE, 1992, p. 180).

Segundo Branco (2004), é necessário a procura de novas fontes alternativas de energia, de acordo com os diferentes ambientes específicos, para que o desenvolvimento energético não agrave de forma tão comprometedora o meio ambiente, salientando também que:

Faz-se necessário o desenvolvimento de um planejamento racional, cuja meta seja a obtenção de energia em quantidades exatamente proporcionais às necessidades reais da sociedade, sem desperdícios e sem gastos supérfluos devidos a falhas de construção ou a práticas incompatíveis com o ambiente em que vivemos. (BRANCO, 2004, p. 134)

Existe um consenso internacional de que a forma como a energia no mundo está sendo gerada, causa um desequilíbrio que não é sustentável a longo prazo. “A Conferência Mundial para o Meio Ambiente e Desenvolvimento, realizada no Rio de Janeiro em 1992 e, especialmente, a publicação do World Development Report, 1992 (Relatório sobre o Desenvolvimento Mundial, 1992), do Banco Mundial, consolidaram a primeira versão do conceito de “desenvolvimento sustentável” (LEMOS, 2004, p. 07).

Levantamentos feitos de acordo com Goldemberg e Lucon (2007) apontam para uma medida de sustentabilidade chamada “ecological footprint” ou “pegada ecológica”, que mede a área produtiva necessária para assimilar os rejeitos que são produzidos por uma determinada população com um certo padrão de vida. Em 1999, a “pegada” de cada habitante do planeta era de 2,3 hectares (ou 23 mil m<sup>2</sup>). Em 2050, seu valor total será o dobro da capacidade da Terra.

Estima-se que hoje, aproximadamente, 2,4 bilhões de pessoas usem carvão vegetal, lenha, resíduos de agricultura ou esterco como seu principal combustível para cozinhar, enquanto 1,6 bilhão de pessoas no mundo todo vive sem eletricidade. (CHU, GOLDEMBERG, 2010, p.64)

O desenvolvimento da ciência e da tecnologia, de forma indireta, ajudou a criar o problema e cabe a todos contribuir para a sua solução, para LEMOS (2004), através de práticas sociais, com foco na sustentabilidade e em arranjos locais, baseados na aquisição de benefícios para não expropriar, mas valorizar os saberes dessas comunidades.

O físico-químico Svante Arrhenius descobriu em 1896, estudando a queima de combustíveis fósseis como o petróleo, que a combustão acresceria a quantidade de dióxido de carbono na atmosfera, aumentando a temperatura de todo o planeta; foi então que criou a expressão até hoje utilizada em todo o mundo: efeito estufa. Contudo ainda não se tinha consciência das implicações para o meio ambiente, de acordo com Oliveira (2007), hoje

---

<sup>2</sup> Neoliberalismo. Acesso: <https://www.suapesquisa.com/geografia/neoliberalismo.htm> em 5/5/2019

acreditamos que a educação ambiental:

(...) que promova a reflexão na ação, entendida como práxis educativa, e que nos permita identificar problemas e conflitos relativos às nossas ações e à nossa própria presença no planeta, condicionada por nossa forma de pensar, nossos valores, nosso tempo histórico, nossa cultura etc. e que reflete igualmente nossas escolhas cotidianas como produtores e consumidores de bens e serviços. (OLIVEIRA, 2007, p. 105).

Referente ao Brasil, nossa matriz energética utiliza 44% de energias renováveis que não impactam nem causam graves danos ao meio ambiente, os 56% restantes são energias não renováveis, extraídas dos combustíveis fósseis. No entanto, observando a geração de energia elétrica, as energias renováveis representam 87% do total<sup>3</sup>, consequentemente chegamos à importância do Amazonas para solução desse desequilíbrio, uma vez que boa parte de suas potencialidades ainda não foram utilizadas, sendo preciso fazer isso de forma sustentável e com o mínimo de impacto e danos para o meio ambiente e os povos da floresta.

Entretanto estas discussões não devem ficar restritas apenas aos ambientalistas, físicos, cientistas e governantes, elas precisam perpassar por toda a sociedade, e como tal, a escola necessita propiciar esse debate, de maneira contextualizada, interdisciplinar e abrangente. Para (LEMOS, 2004, p. 14) “As necessidades e aspirações das populações locais encontram-se ausentes deste projeto que, ironicamente, as exclui do desenvolvimento nacional”.

É nesse contexto que aparece a Amazônia, um ecossistema riquíssimo, que há muito tempo desperta interesse e cobiça de nações desenvolvidas. Como sugere LEMOS (2004), com cerca de 60% do potencial hídrico remanescente do país e a descoberta de enormes jazidas de gás natural, esses fatores potencializam a capacidade de produção da Amazônia, colocando-a no centro do debate sobre o desenvolvimento energético do Brasil. Na Amazônia temos um quinto de toda a reserva de água potável disponível no planeta e, segundo muitos pesquisadores, esta riqueza no futuro poderá vir a ser foco de tensões e conflitos na região. Existem líderes mundiais<sup>4</sup> que defendem abertamente que a administração da Amazônia seja transferida para a ONU, e seus enormes recursos naturais sejam explorados de forma racional e os dividendos distribuídos entre os países mais pobres do mundo. Ainda segundo o autor, existem comunidades isoladas na Amazônia que estão excluídas dos projetos de distribuição de energia, portanto seu desenvolvimento social e o econômico estão prejudicados, a desigualdade na distribuição da riqueza na sociedade brasileira se reproduz na desigualdade de distribuição de consumo energético.

Historicamente, no Brasil, esses projetos trouxeram graves danos e impactos socioambientais e culturais, inclusive dizimando algumas comunidades indígenas e povos da floresta, que ao se aculturarem perderam parte de suas tradições, sendo atingidos pela exploração irracional de seus recursos naturais. Segundo Chu e Goldemberg (2010, p. 37). “Atender as necessidades básicas de energia das pessoas mais pobres deste planeta é um imperativo moral e social que pode e deve ser buscado em concordância com os objetivos de sustentabilidade”

Lembrando sempre que os povos da floresta, há séculos convivem de forma sustentável e sem desequilíbrio produzem a sua subsistência, sendo imperativo ter humildade para ouvi-los, para só então propor novas formas de exploração em que as populações nativas

<sup>3</sup> Fonte: Agencia Brasil-Notícias. Acesso em 18/06/2019

<http://agenciabrasil.ebc.com.br/economia/noticia/2018-08/fontes-renovaveis-responderam-por-quase-88-da-energia-gerada-em-junho>

<sup>4</sup> Brasil enfrenta pressões internacionais por causa da Amazônia. Acesso em 15/06/2019

<https://www.senado.gov.br/noticias/Jornal/emdiscussao/defesa-nacional/razoes-para-a-implementacao-da-estrategia-nacional-de-defesa/brasil-enfrenta-pressoes-internacionais-por-causa-da-amazonia.aspx>

sejam respeitadas. O guia de eletrificação rural da Centrais Elétricas Brasileiras (Eletrobrás) (2016), indica uma saída para essas comunidades, ao afirmar que levar energia de forma convencional se torna inviável por questões técnicas, econômicas e ambientais, apontando a alternativa para universalização do serviço de energia elétrica, que deve passar pela utilização de energias renováveis, em particular com o aproveitamento da energia solar. Em localidades remotas da região Norte, ainda segundo a Eletrobrás, a eletrificação é viável através de painéis fotovoltaicos (energia solar), e com isso é possível implantar Centros Comunitários de Produção (CCP) onde, pequenos produtores reunidos em cooperativa, podem beneficiar sua produção e aumentar assim o seu valor agregado. “Na maioria dos casos, as modernas tecnologias de energia renovável geram emissões muito mais baixas (ou quase nulas) de gases de efeito estufa ou poluentes atmosféricos convencionais”. (CHU; GOLDEMBERG, 2010, p. 186)

Conforme, Goldemberg e Lucon, (2007) a matriz energética do mundo está baseada nos combustíveis fósseis, que são recursos naturais não renováveis e estão se exaurindo rapidamente, portanto sua exploração não é sustentável a longo prazo.

Segundo Lemos (2004), é necessário modificar o modelo de exploração hidro energético, pois os recursos estão sendo usados para valorização internacional do capital e assim a população da Amazônia continuará pobre e no escuro. No intuito de atender aos interesses imediatos de produção e de consumo de energia, o ser humano se transforma no maior predador da natureza, sua interferência, além de ser destrutiva, chega a comprometer a existência de inúmeras formas de vida. Assim sendo, é imprescindível conhecer os fenômenos e as alterações que as atividades humanas provocam no nosso meio ambiente, de maneira que o Planeta Terra possa ser preservado, podendo-se desfrutar de tudo o que a natureza proporciona, de forma consciente e planejada, e isso só poderá ocorrer mediante o estudo das várias formas de energia renováveis, concomitante com a Física, que possui enorme potencialidade para colaborar na análise, prevenção e redução de problemas ambientais causados pela exploração dos recursos energéticos do planeta.

Para alcançar este objetivo, além da organização do poder público, que deveria orientar, legislar e fiscalizar as ações que possam causar danos e impactos socioambientais, é preciso que haja um movimento de conscientização e sensibilização de toda a sociedade e a escola tem um papel fundamental neste processo.

## 4.2 O Ensino da Física

O ensino da Física parece estar preso a concepções do século XIX, entretanto poderia e deveria estar centrado nas novas descobertas científicas que surgem no nosso século e são amplamente divulgadas, tanto nos meios científicos quanto nos meios de comunicação<sup>5</sup>. Alguns estudos<sup>6</sup> indicam que poderíamos modificar o currículo da disciplina e com isso seríamos capazes de trabalhar com conceitos que explicariam, por exemplo, como nas próximas décadas o desenvolvimento de computadores quânticos e, consequentemente, uma “inteligência artificial” possibilitarão que avanços científicos e tecnológicos aconteçam de forma exponencial, e como resultado estaremos preparados para elucidar alguns desafios que hoje, teoricamente, são insolúveis.

A Mecânica Quântica surgiu aproximadamente há um século e seu desenvolvimento interfere no cotidiano de todas as pessoas, para Kawamura e Hosoume (2003), os livros didáticos da disciplina tratam de forma superficial inovações nas telecomunicações, internet,

<sup>5</sup> Quais são as maiores descobertas da Física Contemporânea? Acesso: 14/4/2019 [https://www.bbc.com/portuguese/noticias/2013/10/131005\\_descobertas\\_fisica\\_lk](https://www.bbc.com/portuguese/noticias/2013/10/131005_descobertas_fisica_lk)

<sup>6</sup> Base Nacional Comum Curricular (BNCC), 2017.

telefonia celular ou na área de diagnóstico médico, esses avanços seriam impossíveis de acontecer sem a contribuição da Física.

Porém, no Brasil, a Física no Ensino Médio ainda é lecionada por docentes sem a formação apropriada ou, pior ainda, sem a titulação na disciplina, agravado pela falta de políticas públicas que incentivem a requalificação desses profissionais, para que possam contribuir significativamente com a aprendizagem e formação de uma educação científica, ainda mais, os discentes que ingressam no Ensino Médio não possuem a proficiência mínima em ciências exatas, número de aulas limitadas em oposição à grande quantidade de conteúdos a serem lecionados, alguns deles desatualizados, estimulando uma aprendizagem mecânica, restringindo os discentes a resoluções de exercícios sem reflexões e questionamentos. Sendo centralizado o conhecimento no professor em detrimento do discente, numa concepção bancária de educação<sup>7</sup>, segundo Moreira (2017, p. 5) “cabe a essa educação apassivar ainda mais os sujeitos que já são seres passivos, adaptando-os ao mundo. Quanto mais adaptados, tanto mais educados”, sem existir uma aprendizagem significativa para o ensino da Física, onde os conteúdos ensinados façam sentido ao discente que questiona “porque tenho que aprender isso” e não consegue resposta, ele procura entender o significado de tantas fórmulas e teorias, mas como ensina ainda Moreira (2017, pag. 4) “nessa interação o novo conhecimento deve relacionar-se de maneira não arbitrária e não literal com aquilo que o aprendiz já sabe”. Em grande parte das escolas o ensino da Física se limita a um livro texto ou, em muitos casos, apenas uma apostila.

Conforme MOREIRA (2017), numa concepção dialógica, o educando tem que se apropriar dos conteúdos de forma a relacioná-los com sua história, cultura e fatores sociais envolvidos nos processos de aprendizagem significativa, assumindo papel fundamental na sua formação. Ainda segundo Moreira, existe uma utilização inadequada da teoria de aprendizagem significativa de Ausubel, mas na prática, “no chão da sala de aula” os conteúdos ainda são trabalhados de forma mecânica e memorística. Para que a aprendizagem seja significativa, os novos conceitos têm que estar ancorados a conhecimentos prévios que o discente já possua.

Ainda na visão do autor, podemos utilizar os laboratórios virtuais para demonstrar alguns experimentos, esse processo desperta a curiosidade do estudante e fomenta sua formação científica. Quando utilizamos software para demonstrar um determinado fenômeno, verificamos que o interesse e assimilação aumentam, auxiliando na aquisição de novos conhecimentos. Portanto, existem novas possibilidades para que o docente se reinvente e desenvolva outras formas para abordar velhos conceitos, de forma que o discente sinta que existe um sentido em aprender, como ensina Moreira (2012): o aprendiz deve querer relacionar os novos conhecimentos, de forma lógica, mas não literalmente, a seus conhecimentos prévios.

Segundo os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) do Ensino Médio, “quando se toma como referência o ‘para que’ ensinar Física, supõe-se que se esteja preparando o jovem para ser capaz de lidar com situações reais, crises de energia, problemas ambientais” (BRASIL, 2002, p. 4). Ainda segundo (PCN), a Física tem que contribuir para formação de um cidadão contemporâneo, atuante e solidário, com instrumentos para compreender, intervir e participar da realidade. Esse objetivo ambicioso esbarra em condições de trabalho adversas para maioria dos docentes, que se dividem em várias escolas para poder garantir um mínimo de rendimento para sua subsistência. “É fácil falar, mas difícil fazer. A escola real é muito mais complexa do que os instrumentos disponíveis para descrevê-la ou analisá-la” (KAWAMURA; HOSOUYE, 2003, p. 9).

---

<sup>7</sup> Conforme Paulo Freire (1988)

Os novos desafios da educação indicam para formação de um cidadão pleno e integrado a sua comunidade, esses objetivos estão presentes na Base Nacional Comum Curricular BNCC (2017, p. 539).

Analisar fenômenos naturais e processos tecnológicos, com base nas relações entre matéria e energia, para propor ações individuais e coletivas que aperfeiçoem processos produtivos, minimizem impactos socioambientais e melhorem as condições de vida em âmbito local, regional e/ou global.

Os Institutos Federais de Educação (IFs) no Brasil ofertam cursos técnicos de forma integrada, portanto as matérias da base comum e técnicas são lecionadas em conjunto, ocasionando uma grave crise de funcionalidade em seu sistema educacional; a maioria dos discentes que recebemos todos os anos não tem vocação para aquele curso e, salvo poucas exceções, estão na instituição apenas para receber uma educação de qualidade que os prepare de forma adequada para as avaliações nacionais como, por exemplo, Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM).

No Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas (IFAM), Campus Manacapuru, temos alguns desafios adicionais, pois os discentes não dispõem dos conhecimentos mínimos para avançar em seus estudos, portanto se faz necessário novas formas de ensinar e avaliar os conteúdos lecionados, dando a devida importância aos conhecimentos que alguns desses discentes adquiriram vivendo em comunidades ribeirinhas no município de Manacapuru. Esses saberes trazidos do convívio na sua ambiência não são valorizados no espaço escolar e alguns deles sentem-se diminuídos em relação a colegas que vivem na comunidade urbana, como observa Lima e Andrade (2010, p. 61) “Destituídos de um saber escolar, esses homens e mulheres ribeirinhos alimentam-se e guiam-se pelo saber do senso comum, nas vias da comunicação oral”.

É neste contexto, que em um Instituto Federal de Tecnologia, no coração da Amazônia brasileira, nossa tarefa é, de forma integrada, trabalhar com esses discentes, conceitos que possam assumir novos significados em sua estrutura cognitiva e incentivar a produção de conhecimento científico com foco nas energias renováveis, direcionando os esforços para geração de energia para os ribeirinhos da cidade de Manacapuru.

#### **4.2.1 Interdisciplinaridade entre a Física e as Ciências Naturais**

A ideia de interdisciplinaridade remete a um diálogo entre duas ou mais disciplinas, a partir da construção do cenário problema. Para pesquisar com conceitos de forma dialogada, e com isso possibilitar que os discentes, de forma autônoma, possam evoluir e agregar novos significados na sua estrutura cognitiva. Ainda como ensina Fazenda (2008, p. 165) “levar o discente a ser protagonista da própria história, personalizando-o e humanizando-o, numa relação de interdependência com a sociedade”.

Neste Projeto de Pesquisa o diálogo entre as Ciências da Natureza e a Matemática foi substituído pelas disciplinas que compõem as Ciências Humanas, Sociologia e Geografia; para Fazenda (2008) esse é um diálogo entre profissionais capaz de decodificar informações nas diferentes linguagens e que muitas vezes não estão acessíveis aos discentes. Os saberes que cada discente traz de sua comunidade são fundamentais neste contexto, como explica ainda, a autora, “a necessidade de condições humanas diferenciadas no processo de interação que faça com que saberes de professores numa harmonia desejada integrem-se aos saberes dos discentes” (FAZENDA, 2008, p. 22).

Apenas uma disciplina isolada é incapaz de explicar, compreender ou descrever completamente a produção e distribuição dos vários tipos de energias renováveis e possíveis

impactos e danos causados, conforme (PCN, 2002, p. 14).

A forma mais direta e natural de se convocarem temáticas interdisciplinares é simplesmente examinar o objeto de estudo disciplinar em seu contexto real, não fora dele. Por exemplo, sucata industrial ou detrito orgânico doméstico, acumulados junto de um manancial, não constituem apenas uma questão biológica, física, química; tampouco é apenas sociológica, ambiental, cultural, ou então só ética e estética – abarcam tudo isso e mais que isso.

Para que o objetivo do diálogo seja alcançado precisamos ter flexibilidade e capacidade de adaptação, pois a interlocução entre docentes tem que ser construído em todo o processo, para Hartmann e Zimmermann (2017, p. 5) “o trabalho interdisciplinar, aquele realizado por dois ou mais professores que, por meio do diálogo, negociam entre si atividades conjuntas, com o objetivo de conectar saberes específicos das suas disciplinas para o estudo de um objeto de conhecimento comum”.

Quando na Física introduzimos o conceito de Energia, deixamos claro que ele está presente em todos os fenômenos naturais e conseguimos explicar, compreender e descrever desde sua produção até a sua relação de massa e energia, mas sem as Ciências Naturais não conheceríamos totalmente a realidade pesquisada.

Assim sendo, o ensino de Física deve ser repensado, especialmente em um curso no Alto Solimões, onde o Meio Ambiente deve ser explorado de modo sustentável, com isso seja produzida a energia necessária para que esses ribeirinhos tenham as facilidades do mundo contemporâneo, desta forma faz-se necessário um ensino interdisciplinar, no qual, por exemplo, o efeito estufa pode ser explicado pela Física, a fotossíntese pela Biologia, a reação química para produção de oxigênio pela Química, a desertificação pela Geografia e os tratados internacionais para redução de poluentes estejam contemplados nas discussões de Filosofia e Sociologia, em um programa institucional interdisciplinar.

### **4.3 Mapas Conceituais**

Para Moreira (2003), Mapas Conceituais são diagramas de significados que indicam uma conexão entre conceitos hierarquizados, relações significativas que são interligados por uma frase de ligação podendo ter um verbo. Não há regras gerais fixas para o traçado de Mapas Conceituais. O importante é que o mapa seja um instrumento capaz de evidenciar significados atribuídos a conceitos e relações entre ideias no contexto de um corpo de conhecimentos, de uma disciplina, de uma matéria de ensino.

Como podemos verificar de forma clara o que o aprendiz já sabe, para Novak e Gowin (1984) o Mapa Conceitual é o instrumento ideal para exteriorizar esses saberes e tanto ele como o professor podem trabalhar para modificar ou ampliar sua compreensão. Reside aí o maior valor de um Mapa Conceitual. É claro que a externalização de significados pode ser obtida de outras maneiras, porém Mapas Conceituais são particularmente adequados.

Também, é uma técnica que representa o conhecimento na forma de um gráfico, ilustra a estrutura conceitual de uma fonte de saberes, de um modo geral, Mapas Conceituais, ou Mapas de Conceitos, são apenas diagramas indicando relações entre ideias, ou entre palavras que usamos para representar conceitos.

Para Novak e Gowin (1984) a construção de Mapas Conceituais é importante na cognição, os estudantes relatam sem exceção, que este trabalho “realmente os fez pensar” ou que os tinha auxiliado a ver relações que nunca tinham percebido anteriormente.

Utilizar os Mapas Conceituais para avaliação da aprendizagem é, sem dúvida, uma outra forma de verificar a compreensão de um determinado conteúdo lecionado, como também, determina como cada estudante em momentos diferentes apropriam-se desses

conhecimentos.

Poder afirmar que os mapas conceituais têm *validade de construção*, usando a linguagem da teoria da avaliação. Existe uma correspondência entre a avaliação do desempenho cognitivo e aquilo que a nossa teoria prevê acerca do que deve ser a organização cognitiva que resulta da aprendizagem significativa. Além disso, e tal como referimos anteriormente, acreditamos que os mapas conceituais têm uma validade epistemológica e psicológica como ferramentas para avaliação da aprendizagem. (NOVAK; GWIN, 1984, p.121)

As concepções tradicionais de avaliação baseadas em provas escritas estão apenas preocupadas com instrumentos quantitativos, perguntas “como, o que, para que, como e quando avaliar” geralmente sem respostas objetivas fazem parte das atividades e da vida dos docentes. Em oposição a essa perspectiva, este trabalho propõe a construção de Mapas Conceituais como instrumentos não convencionais de avaliação, que envolva um posicionamento mais qualitativo.

Para ampliarmos nossos limites trabalharemos com mapas conceituais que trarão avanços para os discentes, pois na sua confecção os conhecimentos pré-existentes são evidenciados, esses instrumentos podem ainda ser utilizados também para verificar o grau de aprendizagem de um conteúdo ensinado e comprovar se houve aprendizagem de forma significativa como explica Novak e Gowin (1984, p. 121) “Existe uma correspondência entre a avaliação do desempenho cognitivo e aquilo que a nossa teoria prevê acerca do que deve ser a organização cognitiva que resulta da aprendizagem significativa”.

Esses mapas serão utilizados na avaliação da aprendizagem dos discentes, sem o compromisso de aferir uma pontuação mínima, desta forma, cada estudante a seu tempo, pode construir seu processo cognitivo a partir de seus conhecimentos prévios de forma significativa.

#### **4.3.1 Modelos de Avaliação a partir dos Mapas Conceituais**

Um dos maiores obstáculos no processo de avaliação dos Mapas Conceituais está centrado no fato de que a sua elaboração se estabelece mediante a percepção da aprendizagem de cada estudante, portanto não podemos avaliar os mapas como cem por cento incorretos, nem tão pouco criar modelos de avaliações construídos a partir de escalas com valores de zero ou inaceitável. No entanto, existem vários modelos como opções de avaliação, não entraremos no mérito de qual o melhor ou o pior modelo, mas apenas apresentaremos as regras e os padrões utilizados como referência de avaliação.

Essa nova forma de produzir conhecimentos e avaliar, segundo Silva (2015, p. 794) citando Ausubel, “sugere que a avaliação da aprendizagem significativa não pode ser apenas somativa (final); deve ser também formativa (durante o processo) e recursiva (aproveitando o erro), permitindo que o estudante refaça as atividades de aprendizagem”. Os modelos de avaliação da aprendizagem a partir dos Mapas Conceituais se opõem aos determinismos presentes nas avaliações de múltipla escolha ou questões dissertativas que apresentam apenas uma resposta certa, porque mesmo com os desafios de lidar com as incertezas e as subjetividades, surgem circunstâncias convenientes para construir diálogos e interações entre os discentes e docentes. É como se os discentes estivessem incluídos nos processos de avaliação, rompendo com os paradigmas vigentes na maioria das salas de aula, onde somente o professor tem o direito de avaliar a produção dos discentes. Utilizaremos nessa pesquisa como forma de avaliação o modelo proposto por Novak e Gowin (1984) conforme quadro abaixo. Os Mapas Conceituais de cada discente serão avaliados, incentivando sua

reconstrução, dessa forma surgem novos níveis hierárquicos, sendo assim percebida a diferenciação progressiva e a reconciliação integradora de conceitos fundamentais no processo de aprendizagem.

### Modelo de avaliação proposto por Novak e Gowin

Critério	Descrição
Proposições	É a relação entre dois conceitos indicados por uma linha de conexão e palavra(s) de ligação. É uma relação válida? Para cada proposição significativa apresentada atribui-se 1.0 ponto.
Hierarquia	O mapa mostra hierarquia entre os conteúdos? Cada conceito mais específico é subordinado a uma mais geral (acima) no contexto do conteúdo do mapa? 5.0 pontos para cada nível válido da hierarquia
Ligação Cruzada	O mapa mostra conexões significativas entre um segmento da hierarquia de conceitos com outro segmento? Assinalar 10.0 pontos para cada ligação cruzada que é tanto válida quanto significante e 2.0 pontos para cada ligação cruzada válida; mas que não aponta uma síntese entre os conjuntos de conceitos ou proposições relacionadas. Se houver ligações cruzadas originais e criativas, o professor pode atribuir pontuações extras.
Exemplos	Eventos científicos ou objetos que são instâncias válidas daquelas designadas por um rótulo de conceito pode ser atribuído 1.0 ponto por cada exemplo.

**Figura 1** - Tabela para avaliar Mapas Conceituais. Fonte: Silva (2015, p. 801)

#### 4.4 Teorias da Aprendizagem: David Ausubel e o Conceito da Aprendizagem Significativa

Para a Teoria da Aprendizagem de David Ausubel (2000), o conceito fundamental é a Aprendizagem Significativa, na qual os conhecimentos prévios trazidos pelos discentes da sua ambiência irão se fundir às novas ideias a eles apresentadas, formando uma nova rede de percepções, que segundo Moreira (2010) é um processo por meio do qual uma nova informação relaciona-se, de maneira substantiva (não-literal) e não-arbitrária, a um aspecto relevante da estrutura de conhecimento do indivíduo, no qual o discente já possui alguns conhecimentos que evoluem para proposições mais elaboradas, através de um processo constante de ressignificação, ainda para o autor, essa mudança seria a diferenciação progressiva que é o processo de atribuição de novos significados a um dado conceito resultante da sucessiva utilização dessa ideia para dar significado a novos conhecimentos.

A aprendizagem significativa ocorre quando uma nova informação fixa-se em conceitos imprescindíveis, já existentes na estrutura cognitiva do discente. De acordo com Ausubel (2000), as estruturas cognitivas são construídas por ordem de relevância dos conceitos, que são representações de experiências sensoriais do indivíduo, organizando-se de forma hierárquica em termos de nível de abstração, generalidade e inclusividade de seus conteúdos.

Em outras palavras, os novos conhecimentos que se adquirem relacionam-se com o conhecimento prévio que o discente possui. Ausubel (2000) define este conhecimento prévio como conceito subsuntores, que são estruturas de conhecimentos específicos que podem ser

mais ou menos abrangentes, de acordo com a frequência com que ocorre aprendizagem significativa, implicando no crescimento e na modificação desse conceito.

## 5 METODOLOGIA

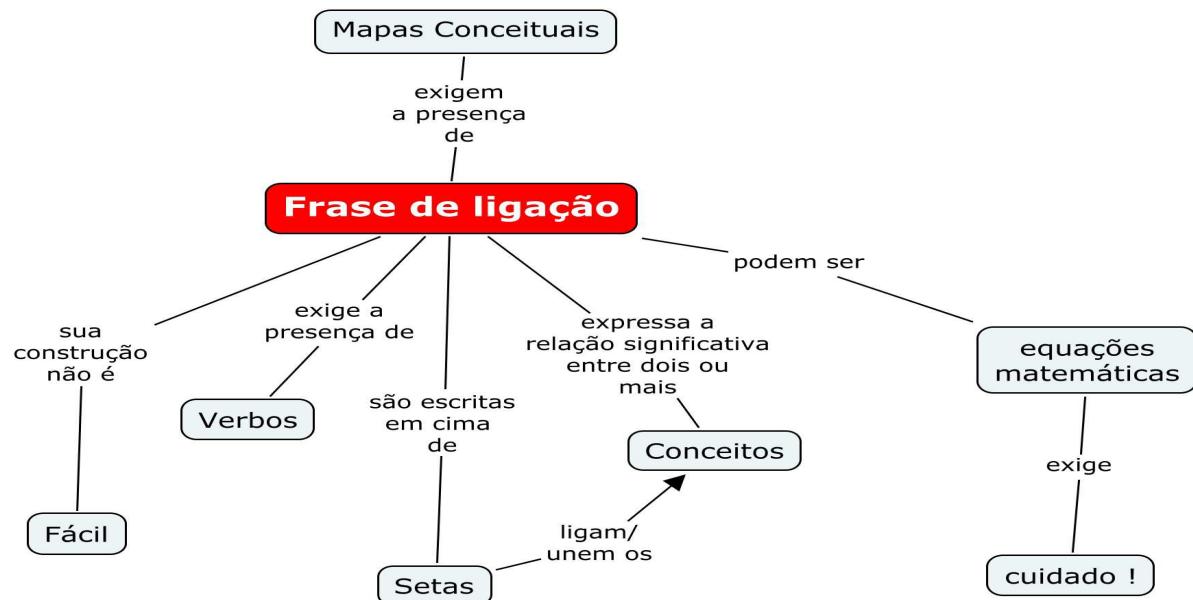
A metodologia desta pesquisa foi baseada na aprendizagem significativa de Ausubel (2000), a partir de Mapas Conceituais conforme Novak e Gowin (1984), com o objetivo de criar modelos de análise, possibilitando aos discentes responder a seguinte questão: “Como gerar energia de forma renovável para as comunidades ribeirinhas do município de Manacapuru, minimizando os impactos e danos ao meio ambiente?”. O projeto de pesquisa foi elaborado através de uma abordagem interdisciplinar, na qual o objetivo foi proporcionar uma formação autônoma aos discentes com um enfoque descritivo, pois o projeto visou estudar diferentes concepções sobre o mesmo tema e como essas várias visões de Ciência dialogaram e puderam se relacionar para solucionar um problema comum ao grupo de indivíduos pesquisados (GIL, 2002). O centro do diálogo foi a aquisição de conhecimentos dos discentes, num processo de troca de saberes entre pesquisador e pesquisados, visando uma pesquisa descritiva explicativa.

Os participantes do projeto de pesquisa foram 30 (trinta) discentes do 2º Ano do Ensino Integrado do Curso de Informática do Instituto Federal do Amazonas, Campus Manacapuru. Ao final desse projeto produziram um seminário para discutir como responder ao questionamento proposto, externalizando os conhecimentos adquiridos e assinalando como eles poderiam ser utilizados para solucionar um problema que afeta tantos ribeirinhos em sua comunidade, na conclusão do seminário os discentes apontaram os pontos positivos e negativos desta proposta de ensino.

## 6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir de uma aula expositiva e teórica, foram apresentados alguns modelos de Mapas Conceituais, onde foi discutido com a turma como escolher quais conceitos são relevantes em um determinado conteúdo estudado, tomando o cuidado de ressaltar que essas escolhas são particulares e muitas vezes dependem de alguns conhecimentos que o estudante já possui na sua estrutura cognitiva; feita esta seleção, passamos a discutir de que forma poderíamos, com pequenas frases de ligação, interligar essas ideias de forma hierárquica, e em seguida foram organizadas oficinas com os discentes participantes da pesquisa, na qual desenvolveram e confeccionaram os Mapas Conceituais apresentados nesta aula. Notamos ganhos na aprendizagem dos discentes por se tratar de um instrumento muito versátil, no qual, os saberes pré-existentes na memória do aprendiz são explicitados no momento de sua confecção, apresentando para o docente qual nível de compreensão esse discente possui, daquele determinado assunto que será lecionado.

Segundo Moreira (2003, p. 4), esses mapas podem ser construídos “para uma única aula, para uma unidade de estudo, para um curso ou, até mesmo, para um programa educacional completo”.

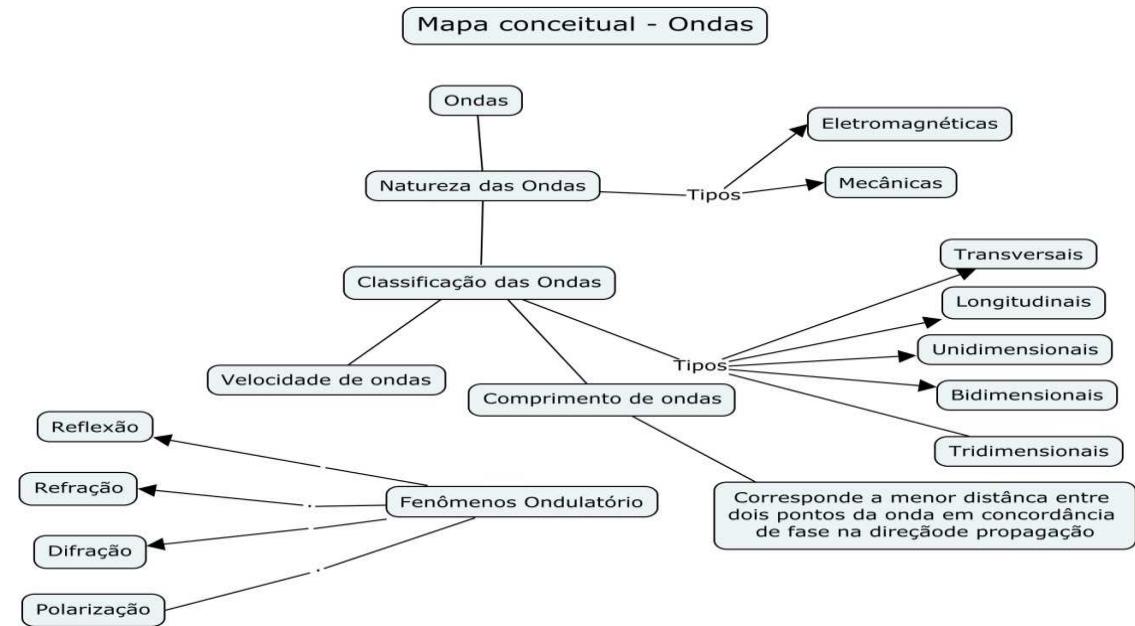


MC 1 - Mapa Conceitual apresentado e os métodos para sua confecção.



**Figura 2** - Primeira tentativa de construção dos Mapas Conceituais em grupo.

A aprendizagem significativa de David Ausubel (2000) e os modelos de Mapas Conceituais conforme Gowin e Novak (1984) proporcionaram aos discentes participantes do projeto perceberem seu desenvolvimento e suas descobertas, assim sendo, cada um, a seu tempo, construiu em sua estrutura cognitiva saberes referentes às escolhas de como identificar os impactos e possíveis danos causados na geração dos variados tipos de energias renováveis. Percebemos a necessidade de utilizar uma ferramenta para aperfeiçoar a confecção e correções nestes mapas, utilizamos o programa de computador Cmap Tools para criar mapas online e depois, quando necessário, fazer alterações de forma muito rápida. Alguns discentes aderiram e surpreendentemente, em pouco tempo estavam ensinando aos colegas como trabalhar nessa nova ferramenta, de forma que ao final da aula, eu, como docente, aprendi muito mais sobre como utilizar as várias potencialidades daquele programa. Como estávamos estudando Ondulatória, propus à turma que utilizássemos os conceitos em destaque no livro texto da disciplina, para produzir um Mapa Conceitual sobre ondas, neste momento tivemos produções aceitáveis para uma abordagem inicial.

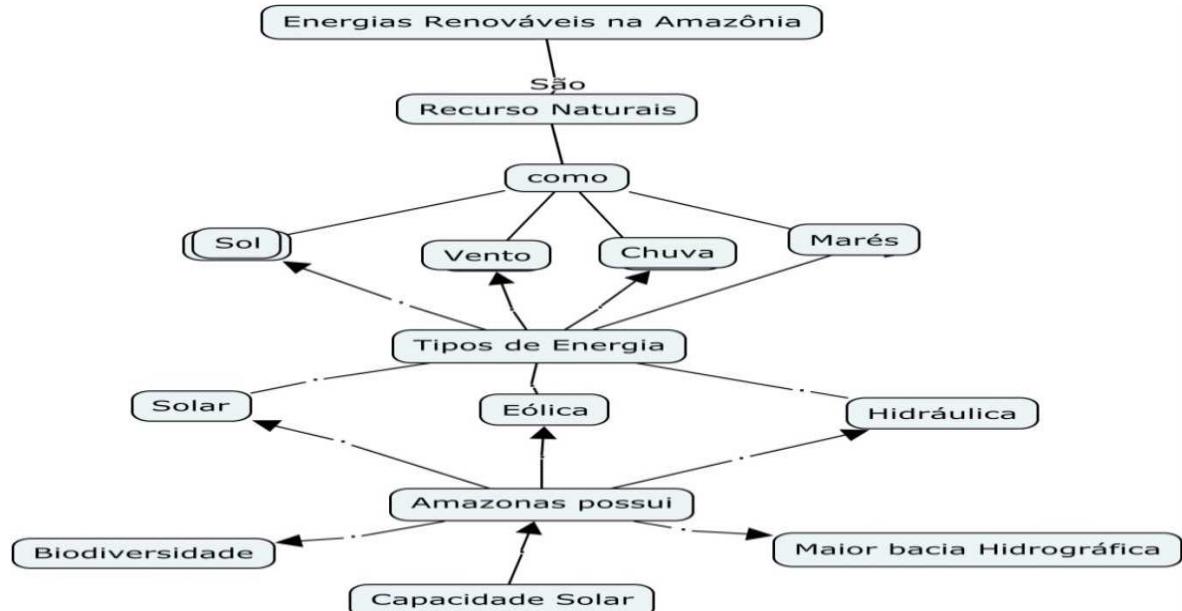


**MC 2** - Mapa Conceitual sobre ondas, produzido por discente utilizando o programa Cmap Tools. Desenvolvido no Institute for Human and Machine Cognition (IHMC)<sup>8</sup>.

Como nos mostra Freire (1996, p. 47) “Ensinar não é transferir conhecimento, mas criar as possibilidades para a sua própria produção ou a sua construção”, utilizando uma qualidade poderosa em todos os discentes, que é a curiosidade, instigá-los de muitas maneiras a procurar qual seria a melhor solução para as comunidades ribeirinhas quando pensamos em energias e como produzi-las, de uma forma renovável, minimizando os possíveis impactos e danos socioambientais, pois em nenhum ecossistema do nosso planeta esses pressupostos são tão importantes e vitais para a vida do Planeta Terra.

Quando foi solicitado um Mapa Conceitual sobre Energias Renováveis, os discentes relataram dificuldades em ordenar os conceitos referentes a esse assunto, sugeriu que pesquisassem em sala de aula, através de livros e na internet, e assim conseguiram produzir de forma incipiente a hierarquização de conceitos, porém ainda sem frases de ligação, indicando a união entre as ideias. Para Novak e Gowin (1984, p. 50) “os primeiros mapas têm uma má simetria ou apresentam grupos de conceitos com uma localização deficiente em relação a outros conceitos ou grupos de conceitos”.

<sup>8</sup> Acesso - <https://cmaptools.br.uptodown.com/windows>, em 27/02/2019.

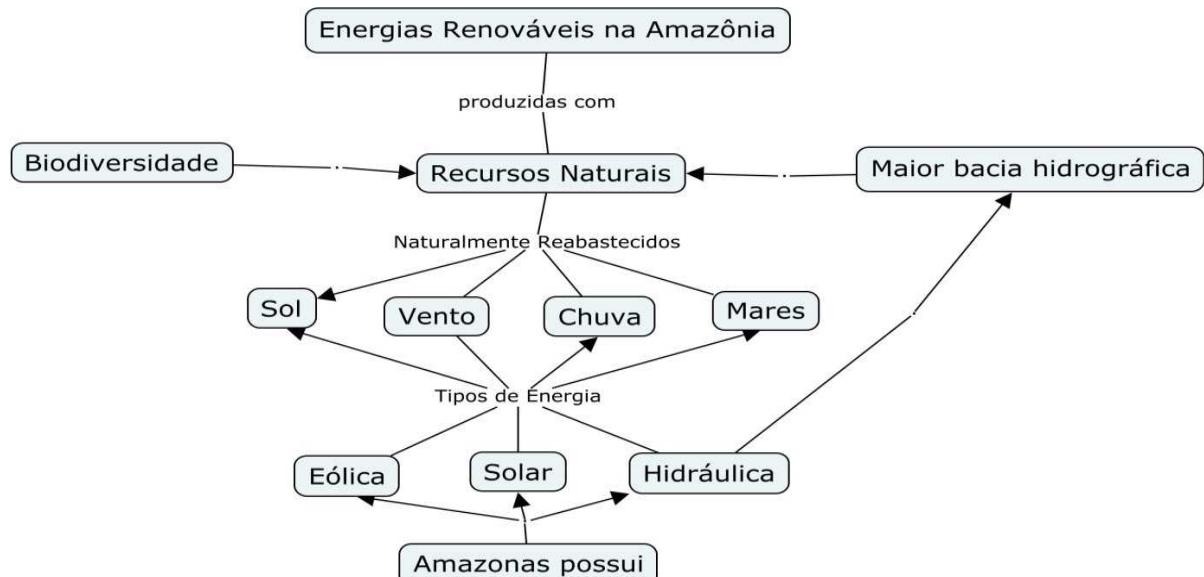


**MC 3** - Mapa Conceitual construído sem frases de ligações e com alguns erros entre conceitos, mas com noção hierárquica.

Após a apresentação dos Mapas Conceituais pedimos aos estudantes para formar um círculo e iniciamos uma “roda de conversa” sobre o tema, solicitando que apresentassem suas descobertas. Alguns discentes relataram que, não sabiam que os biocombustíveis eram uma fonte de energia renovável. Depois desse trabalho foi requerido a reconstrução do Mapa Conceitual, enfatizando a necessidade de hierarquização dos conceitos e de frases de ligação entre eles. Para Novak e Gowin (1984) é necessário para se construir um Mapa Conceitual expor de forma razoável os significados preposicionais, de maneira que os discentes compreendam, e que possam refazer esses mapas várias vezes. A partir da utilização da ferramenta de edição do programa Cmap Tools, o Mapa Conceitual apresentado acima foi rapidamente refeito.



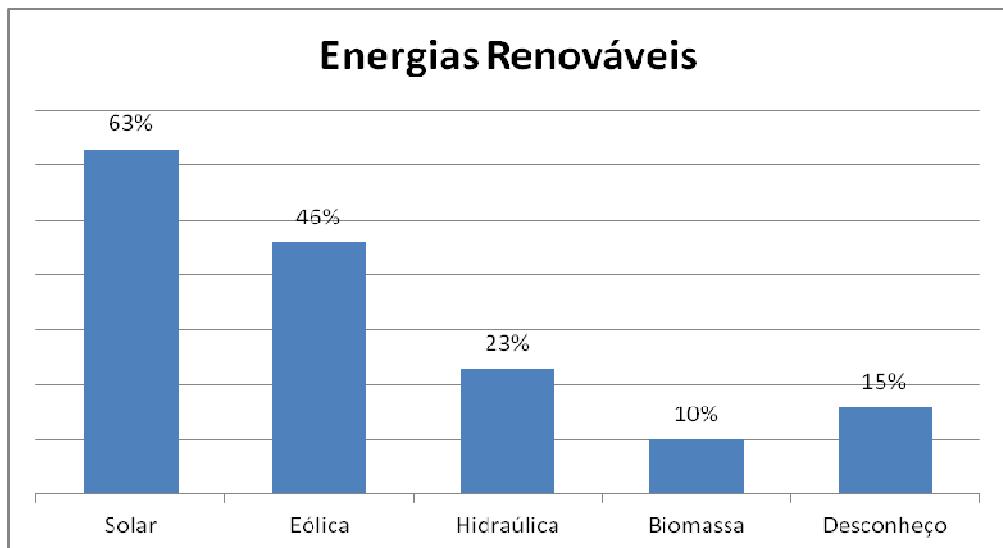
**Figura 3** - Discentes refazendo os Mapas Conceituais no Laboratório de Informática



**MC 4** – Mapa feito pelo mesmo discente, notamos que os conceitos foram reordenados, frases de ligação foram acrescentadas, indicando avanços na percepção.

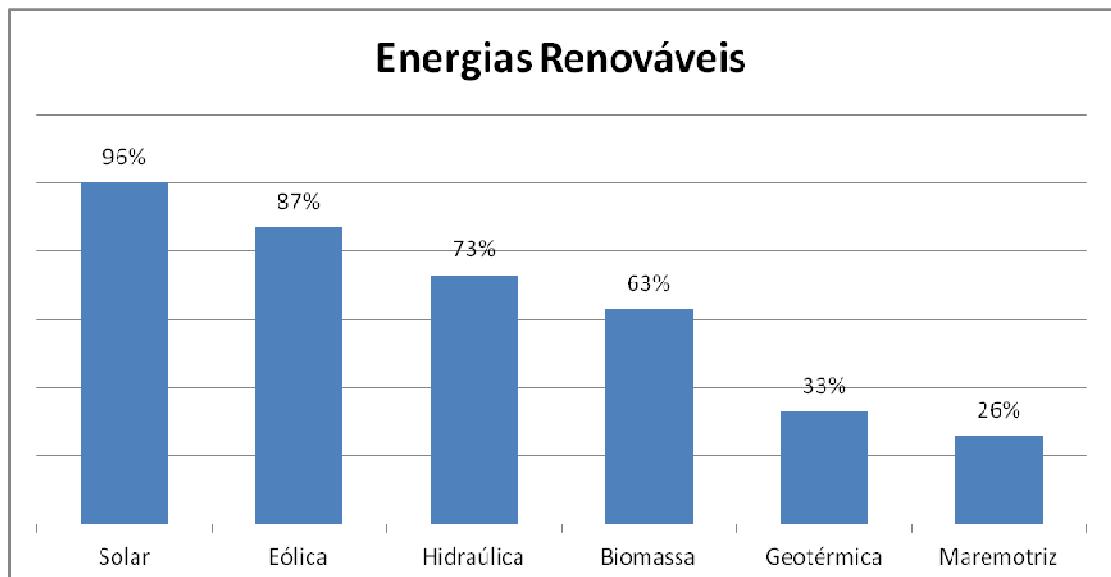
Os resultados desse Projeto de Pesquisa foram avaliados de forma qualitativa, através de Mapas Conceituais, tendo como referência que não existe Mapa Conceitual certo ou errado; sendo esse instrumento baseado na aprendizagem significativa de David Ausubel, usado para aferir o grau de proficiência que cada estudante possui sobre um determinado tema, possibilitando que o docente tenha uma visão naquele momento dos saberes que aqueles discentes já possuem e o que pode ser trabalhado para que novas informações possam ser agregadas em um processo dialogado, lembrando que o discente tem que ser estimulado a superar as concepções que já trazia de sua vivência em comunidade. Nossa primeiro desafio foi a construção de um Mapa Conceitual sobre Energias Renováveis e utilizando o programa

Cmap Tols logo descobrimos que alguns discentes não sabiam definir quais seriam essas energias, e até mesmo que energia hídrica ou biocombustíveis eram tipos de energia renovável. As Energias Renováveis mais conhecidas, Solar, Eólica, Hidráulica e Biomassa, foram citadas mais de uma vez nos mapas produzidos e foram tabuladas em percentuais no gráfico abaixo.



**Figura 4** - Energias Renováveis citadas nos Mapas Conceituais Produzidos pelos discentes.

Com base nesse resultado incentivamos os discentes a busca pela compreensão do tema através de uma pesquisa, que foi socializada em uma roda de conversa onde a maioria dos discentes demonstrou que havia acrescentado novos conhecimentos; como ensina a Teoria da Aprendizagem Significativa, na qual as atividades, mesmo com erros inclusive conceituais, devem ser levadas em consideração e deve ser permitido que a cada nova interação e diálogo entre os discentes haja a oportunidade de refazer as atividades. Pedimos aos discentes para reformular seus Mapas Conceituais e pudemos notar avanços na percepção dos vários tipos de Energias Renováveis, os conceitos estavam hierarquizados, mas ainda sem frase de ligação para interligar.



**Figura 5** - Tipos de energia presentes nos Mapas Conceituais após debate em sala.

É importante aqui lembrar as sábias palavras de Freire, (1994) “é preciso ousar, aprender a ousar, para dizer não à burocratização da mente a que nos expomos diariamente. É preciso ousar para jamais dicotomizar o cognitivo do emocional. Não deixe que o medo do difícil paralise você”.

Posteriormente convidamos alguns colegas para realização de um colóquio com o tema “Energias Renováveis na Amazônia”, os professores Jonatas Matos e Mauro Geri, que lecionam as disciplinas de Geografia e Sociologia, aceitaram esse desafio de discorrer sobre um tema que, seguramente, está imbricado na formação de qualquer cidadão minimamente integrado e consciente para contribuir de forma proativa em sua comunidade.

Durante minha participação destaquei como as várias formas de gerar e distribuir as Energias Renováveis e não Renováveis impactam o meio ambiente e a sua participação na matriz energética, em um nível mundial e nacional e em especial na Amazônia brasileira, pois estamos, infelizmente, desperdiçando um imenso potencial, por falta de políticas públicas que priorizem essas populações marginalizadas do nosso país e que se encontram isoladas e abandonadas como se vivessem no século XIX.

O Me. Jônatas Matos ressaltou a necessidade de inserir no ensino as bases da Agenda Ambiental na Administração Pública<sup>9</sup> (A3P) e os princípios da Sustentabilidade Ambiental, com ênfase na necessidade de elaborar projetos para geração de energia sustentável para comunidades na Amazônia, considerando as potencialidades regionais.

Destacando ainda os impactos ambientais decorrentes da construção de hidrelétricas nos rios amazônicos, os quais têm regime hidrológico influenciado pelo volume precipitado nas cabeceiras dos Andes, e por possuírem pouca declividade torna-se necessário inundar uma extensa área para que a eletricidade seja gerada.

Na exposição foram explorados vários projetos com caráter sustentável na produção de energia, para comunidades mais afastadas das capitais ou das cidades polos, ressaltando que a localização geográfica do Amazonas é privilegiada e deveriam existir políticas públicas para incentivar a geração de energia solar.

O Me. Mauro Geri apresentou a Teoria do Eco Desenvolvimento Ambiental, enfatizando que, tanto as estruturas de governo quanto as classes dominantes, estão voltadas para a geração do lucro e as questões ambientais não são prioritárias em um sistema globalizado e neoliberal.

O sistema natural tem um tempo geológico e os sistemas sociais um tempo histórico, sem conexão entre eles, nosso planeta, segundo a Teoria de Gaia, seria um ser vivo e corre sério risco de perecer se continuarmos a exploração dos recursos de forma irracional.

Discorreu ainda sobre a metodologia transdisciplinar, na qual a ciência procura estender sua compreensão sobre um dado conceito; utilizando uma visão de outras áreas, através do diálogo e discussão desses valores comuns.

Apontando que a preservação ambiental do Planeta exige uma mudança política, onde outros ‘atores’ assumam as suas responsabilidades e uma nova ordem mundial seja implantada, tendo o ser humano e o nosso planeta no cerne de todas as decisões. Salientou também que essa possibilidade, embora utópica, vá aos poucos encontrando adeptos em vários países, inclusive alguns que têm em sua história tradição e cultura, baseadas no Liberalismo Econômico.

---

<sup>9</sup> Agenda Ambiental na Administração Pública (A3P) - <http://www.mma.gov.br/mma-em-numeros/a3p>, acesso em 30/05/2019.



**Figura 6** - Colóquio sobre Energias Renováveis entre os docentes de Física, Geografia e Sociologia.

Percebemos que houve aquisição de novos conceitos, algumas descobertas foram explicitadas pelos discentes e quando foram perguntados, relataram que na apresentação dos professores durante o colóquio perceberam, em cada explanação, algumas ideias que eles ainda não conheciam ficando mais evidentes, pois foram abordadas de várias maneiras pelos três palestrantes. Relatamos agora os depoimentos desses discentes após as palestras:

Palestra Professor Edson Araujo da Silva (Física)

“O professor Edson mostrou que a Energia está presente em todas as disciplinas, e cada povo tem que discutir qual a melhor opção para sua comunidade”.

Outro discente comentou: “Na palestra o professor mostrou como são utilizadas as Energia Renováveis no Mundo, no Brasil e mostrou que na Amazônia, mesmo com grande potencial de produção, não existe incentivo e investimento”.

Palestra Professor Me. Jônatas Matos (Geografia)

“Achei interessante quando o professor Jônatas falou dos rios voadores que cortam a Amazônia e vão para outras regiões do nosso país”.

Ainda nessa apresentação outro discente destacou que “O professor disse que para produzir energia hidroelétrica, na Amazônia, haveria grandes impactos, porque as áreas inundadas teriam uma grande extensão”.

“A Energia Renovável contribui para preservação da natureza, mas o investimento para instalação ainda é alto”.

Palestra Professor Me. Mauro Geri (Sociologia)

“Ele explicou como funciona o sistema político, e que as pessoas que estão no poder não estão preocupadas com a natureza, são capitalistas e só estão preocupadas em ganhar mais dinheiro, produzir cada vez mais para aumentar seus lucros. Comparou a Terra a um ser vivo e se continuarmos a degradar ela pode acabar”.

“Gostei do professor de Sociologia, que disse que precisamos mudar os políticos para que as Energias Renováveis sejam prioridade”.

“Mudar o sistema político para que o planeta possa se regenerar”.

Ao final, destacamos o depoimento de um discente que disse: “Gostei de participar desse evento, porque consegui ver o mesmo assunto sendo abordado de três formas diferentes, foi muito interessante”.

Apresentamos através da obra fílmica, baseada em uma história real, “O menino que descobriu o vento”, um exemplo de que maneira os conteúdos lecionados em sala de aula, podem e devem ser utilizados para solução de alguns problemas referentes às Energias Renováveis nas comunidades carentes. Nesta obra percebemos como os conceitos científicos da Física foram apropriados de forma significativa pelo ator protagonista do filme, e também como os conhecimentos prévios se relacionam com os novos saberes adquiridos.

A aprendizagem significativa ocorre quando uma nova informação fixa-se em conceitos imprescindíveis já existentes na estrutura cognitiva. Como apresenta o ator protagonista na obra, ao utilizar matérias que estavam no lixo para reparar aparelhos eletrônicos que não funcionavam por falta de energia. A partir de um livro sobre aerogeradores ele intuiu como produzir energia por meio dos ventos, podendo assim irrigar a terra e produzir alimentos para sua comunidade, mesmo em períodos de estiagem.

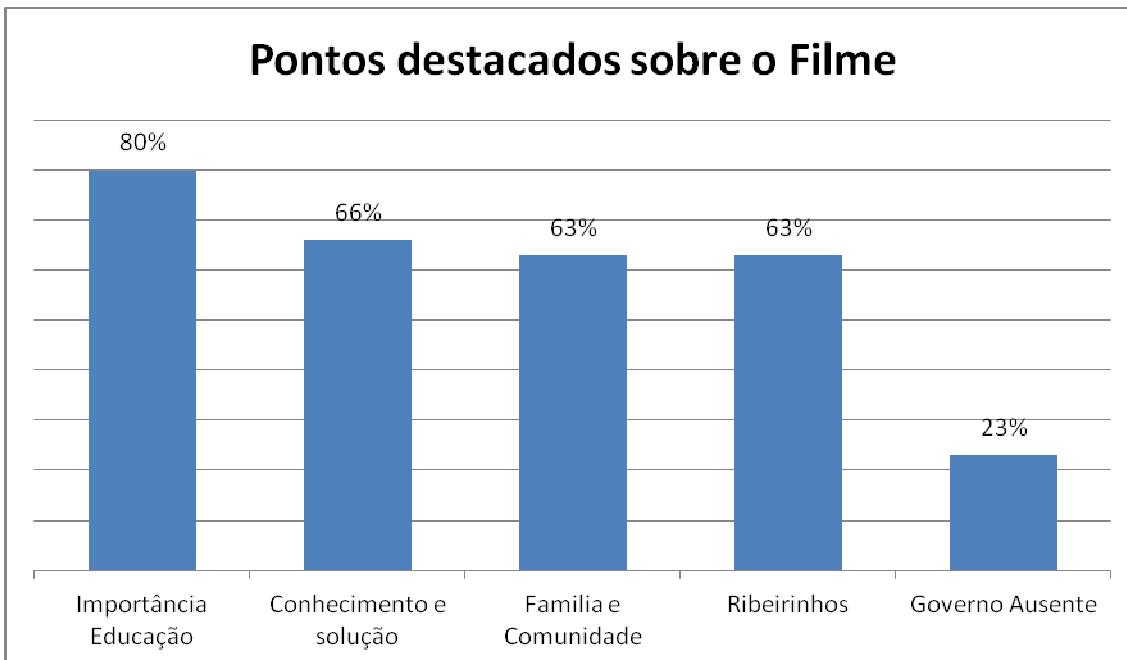


**Figura 7** - Filme: do Diretor Chiwetel Ejiofor (2019).

Com a apresentação do filme, que narra a história verídica de um adolescente Malawi, Willian, que uniu os conhecimentos que ele já possuía com novas descobertas nas aulas de ciências da sua escola e de forma autônoma, em uma pequena biblioteca, com ajuda de um livro sobre Energia Eólica, conseguiu produzir com materiais descartados no lixo, a bicicleta de seu pai e um pequeno dínamo, uma maneira de gerar energia para carregar uma bateria e com isso movimentar uma bomba elétrica e retirar água de um poço para irrigar as terras de sua família e, depois, de sua comunidade. A proposta com sua exibição era perceber quantos discentes poderiam intuir que esse exemplo poderia ser utilizado como inspiração para ajudar os habitantes das comunidades ribeirinhas, que ainda vivem sem eletricidade na Amazônia. Solicitamos que os discentes produzissem uma resenha dos pontos mais importantes desse filme e selecionamos alguns tópicos que foram destacados na maioria dos trabalhos:

- Importância da Educação;
- Utilizar conhecimento para resolver um problema;
- Desejo de ajudar sua família e a comunidade;
- Ribeirinhos na Amazônia;

- Governo ausente das soluções.



**Figura 8** - Resenha apresentada pelos discentes e os tópicos mais discutidos.

Retiramos alguns trechos das resenhas produzidas para destacar alguns conceitos que apresentaram maior relevância na opinião dos discentes:

“Em nosso estado, especialmente nas comunidades carentes, os moradores enfrentam uma triste realidade, pois anualmente as cheias dos rios invadem as casas e destroem as plantações, usando o exemplo do filme poderíamos utilizar a força das águas para produzir energia elétrica”.

“Conta a história de um garoto Malawi que não aguenta mais ver sua família e seus amigos passarem necessidades, ele acredita que a escola e o estudo podem salvar a vida de todos, mesmo sem poder frequentar as aulas, pois seus pais não podem pagar o colégio, ele não desiste e consegue com livros aprender sozinho”.

“No filme, quando um chefe local reclama ajuda do governo, alertando sobre o perigo de seca e falta de alimentos, ele é agredido, os líderes fingem que está tudo bem. Aqui nossos governantes e a sociedade estão tranquilos, dormindo no ar condicionado na Capital, não se importam com os ribeirinhos que precisam usar querosene para ter um pouco de luz à noite”.

“O filme mostra a luta de William contra todas as dificuldades: a pobreza, as enchentes, a seca extrema, a ambição do homem, desigualdades sociais e falta de apoio do governo”.

Nesses pequenos relatos, conseguimos perceber que os dois objetivos, de construir novos conceitos e ressignificar ideias que esses jovens já possuíam, foram atingidos e podemos avançar para uma proposta mais ambiciosa, que esses discentes descubram como gerar Energia Renovável para as comunidades ribeirinhas com o mínimo impacto e dano ao meio ambiente.

O ápice desse projeto foi a realização de um seminário produzido pelos discentes, que tiveram o seguinte desafio: Como gerar energias de forma renováveis nas comunidades ribeirinhas do município de Manacapuru.



**Figura 9** – Foto de flutuante as margens do rio Manacapuru.

Foi solicitado ao final das exposições que cada grupo apresentasse um Mapa Conceitual para ser avaliado de forma qualitativa, nos quais os diferentes mapas podem e devem ser levados em consideração para um mesmo tema, assim não cairemos na armadilha da resposta única, dando condições a cada um desses discentes, a seu tempo, ligar esses conhecimentos às experiências trazidas de sua comunidade, em um processo no qual inéditos significados são adicionados a cada nova interação, oportunizando verificar como cada discente se apropriou daquela atividade para reconstruir idéias e consequentemente rever valores e importância a conceitos que ele já possuía.

O primeiro grupo utilizou a energia cinética da água para movimentar o dispositivo conhecido como “carneiro hidráulico”, usando um desnível em um rio ou igarapé para produzir através da diferença de pressão uma elevação da massa de água, sendo utilizada para girar uma turbina, que ligada a um alternador, através do fenômeno de indução eletromagnética, alimentaria baterias e com a utilização de um inversor de tensão, converteria baixa tensão para tensão de 127 volts, podendo ser utilizada em qualquer eletrodoméstico presente nas casas das comunidades ribeirinhas, produzindo energia elétrica e eliminando as linhas de transmissão que impactam o meio ambiente e tornam esse fornecimento inviável economicamente, e ainda mais, utilizando materiais recicláveis, evitando assim o seu descarte na natureza.



**Figura 10** - Demonstração experimental do funcionamento de um “carneiro hidráulico”.

O segundo grupo apresentou o “Sistema de Abastecimento de Energia Elétrica para Flutuante” (SAEEF), eles iniciaram lembrando que o Estado do Amazonas tem uma população das mais pobres do país, vivendo na sua maioria às margens dos rios da região. Utilizando partes de veículos que são descartadas em “ferros velhos”, como alternadores, polias e hélices, poderíamos produzir mecanismos similares aos antigos moinhos, estes dispositivos, utilizando a força da correnteza dos rios (energia hidro cinética), a partir de indução eletromagnética, gerariam uma corrente elétrica, conforme citado pelos discentes o SAEEF seria uma “hidrelétrica em pequena escala”.

Houve uma preocupação com os custos desses materiais e a sua recuperação para possível utilização neste projeto e seu custo ficou orçado em torno de R\$ 1.500,00, (mil e quinhentos reais), algumas famílias relatam que seu gasto mensal com energia elétrica, a partir de gerador movido a óleo diesel, com apenas quatro horas de uso diário é de R\$ 250,00 (duzentos e cinquenta reais), indicando a viabilidade econômica deste projeto.

## METODOLOGIA


+

=
**SAEEF**

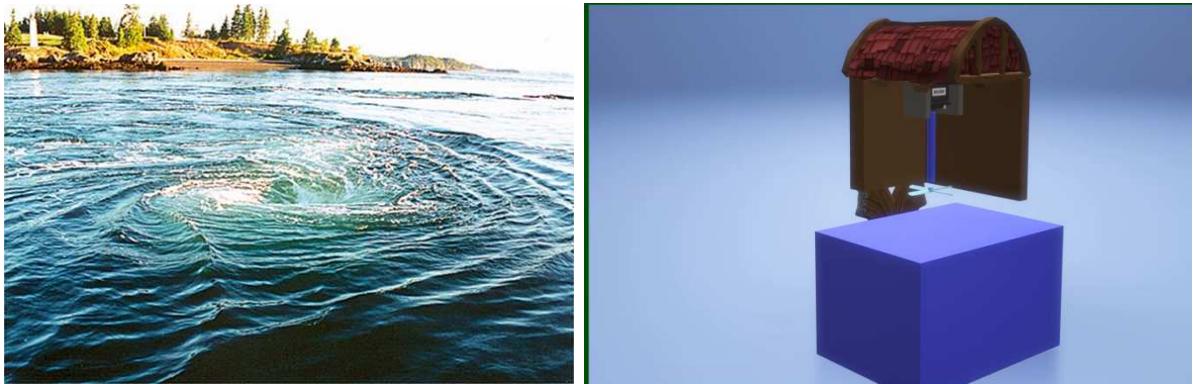
Utilizando os conceitos sobre os antigos moinhos a base da roda de água, das hidrelétricas e da produção de energia eólica, é possível transferir isso para a realidade dos ribeirinhos amazônicos, com um simples dispositivo acessível.



**Figura 11** - Demonstração do Sistema de Abastecimento de Energia Elétrica para Flutuante (SAEEF)

O terceiro grupo a se apresentar destacou que as energias renováveis são uma matriz

energética limpa e que causa poucos impactos e danos ao meio ambiente, mas infelizmente na região não existe políticas públicas que incentivem a sua produção, propôs uma solução diferente na geração de energia, utilizar redemoinhos que existem em algumas partes dos rios da região que recebem o nome de “rebojo” para movimentar uma turbina e com isso aproveitar esse deslocamento para produzir energia nessas localidades.



**Figura 12** - Rebojo ou redemoinho presente em algumas partes dos rios da região e como esse movimento poderia gerar energia elétrica.

Em seguida a quarta equipe, com uma abordagem geral do problema, construiu um experimento que através da energia eólica ou hidro cinética movimentaria uma hélice e utilizando a indução eletromagnética produziria energia elétrica, empregando um dínamo ou gerador para carregar uma bateria e com um inversor de tensão conseguir fornecer energia para uma residência.



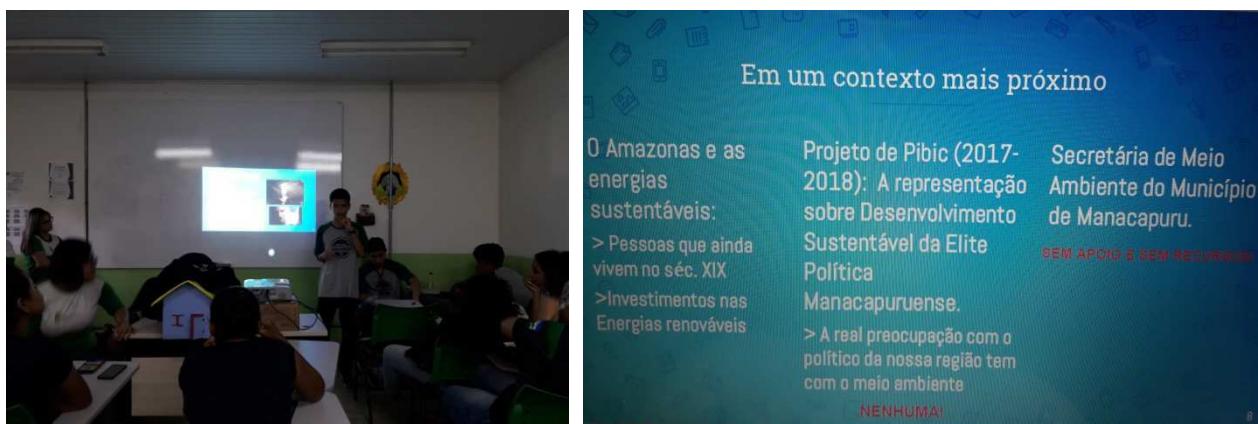
**Figura 13** - Experimento para gerar energia elétrica sendo demonstrado durante a apresentação.

O quinto grupo a expor seu trabalho apresentou os principais tipos de energias renováveis disponíveis e lembrou os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), que são 17 objetivos e 169 metas globais que foram propostas pela Assembleia Geral da Nações Unidas, destacou ainda a falta de empenho dos políticos da sua cidade nas questões ambientais, exibiu uma solução simples e economicamente viável para iluminação em áreas como as comunidades ribeirinhas de Manacapuru, o “Litro de Luz”, que utilizou uma placa solar, uma bateria e alguns leds para fornecer iluminação em comunidades carentes do Brasil.

Essa ideia já está sendo implementada pela ONG Litro de Luz<sup>10</sup> e agora chega também na Amazônia.



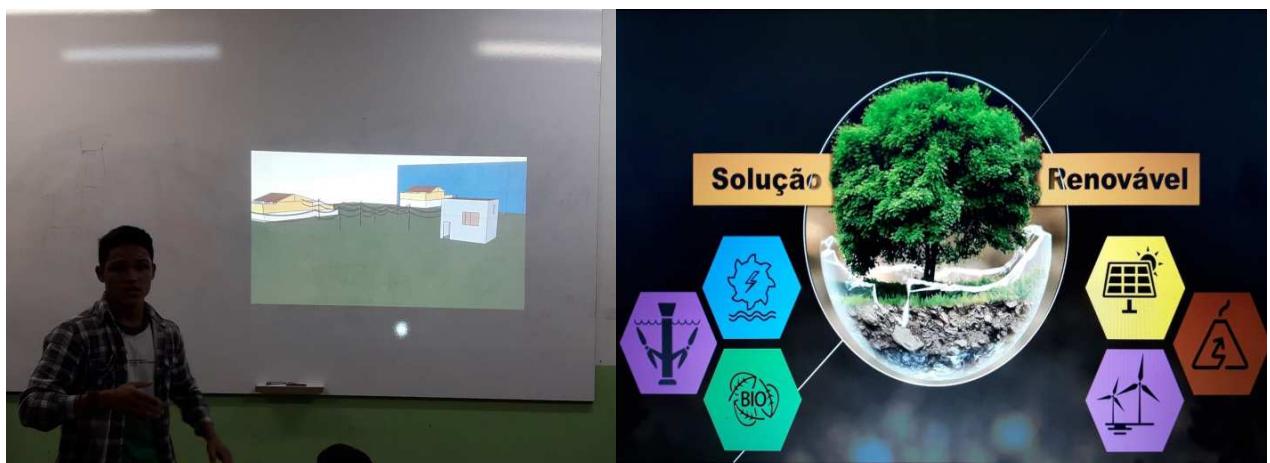
**Figura 14** - Os 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) e crianças em comunidade na Amazônia (Foto: Bruna Arcangelo/ Litro de Luz)



**Figura 15** - Apresentação do experimento “Ladro de Luz” e a critica aos poderes públicos.

Finalizamos o Seminário com o sexto grupo, que apresentou os tipos de Energias Renováveis para as comunidades ribeirinhas isoladas, na sua apresentação destacou a dificuldade de acesso à energia e suas consequências, indicando algumas vantagens como facilidade de conexão, redução dos custos, inclusive de manutenção, e não gerando poluentes. Sendo os benefícios gerar energia sem impactos e danos socioambientais, visando lucro e emprego nas comunidades e fortalecendo a economia nos municípios do interior. A proposta para gerar energia consistia em criar um desvio na margem do rio e com isso movimentar uma turbina, essa tecnologia já existe em outros países e poderia ser utilizada para produzir eletricidade para várias residências nas comunidades ribeirinhas.

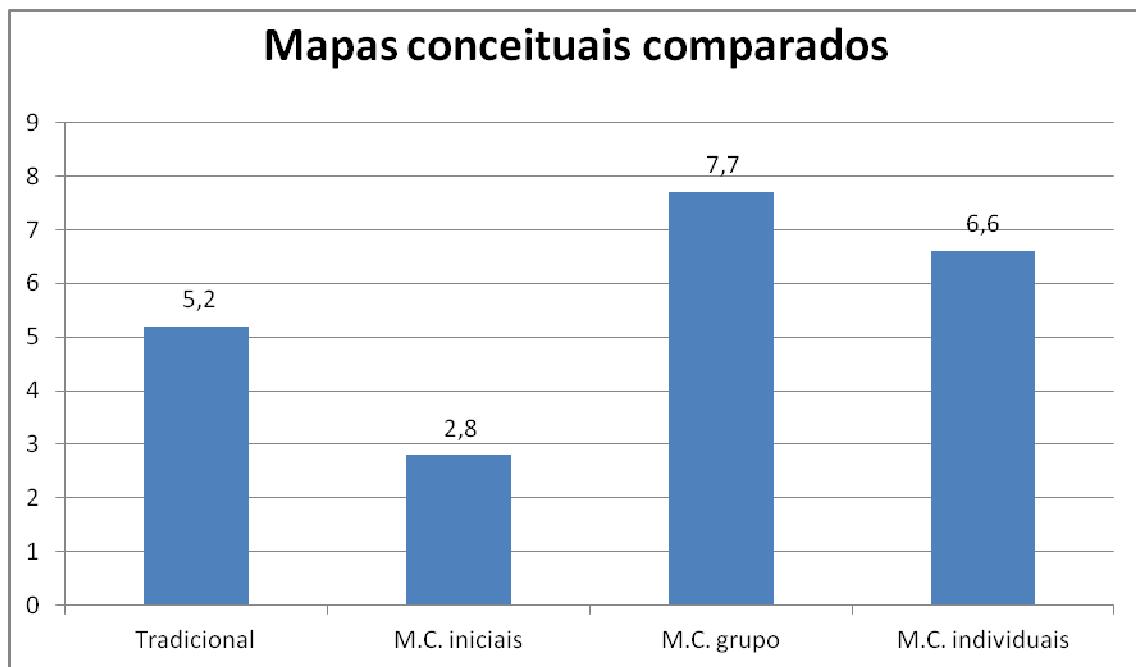
10 Litro de luz leva iluminação por meio de energia solar a comunidades na Amazônia. Acesso: 12/06/2019 <https://ciclovivo.com.br/inovacao/inspiracao/litro-de-luz-leva-iluminacao-por-meio-de-energia-solar-a-comunidades-na-amazonia/>



**Figura 16** - Apresentação do projeto de desvio do rio e os vários tipos de Energias Renováveis.

Pedimos aos discentes que ao final de cada trabalho deveria ser construído um Mapa Conceitual que resumisse as ideias mais relevantes em cada projeto. Esses mapas foram feitos em grupo e depois cada integrante fez seu mapa individualmente, tornando perceptível que em um mesmo grupo, conceitos e novos significados foram adquiridos de forma diferente por cada estudante.

Esses Mapas Conceituais foram avaliados segundo a tabela proposta por Novak, Gowin (1986), figura 22 em anexo nesta dissertação. Comparando com os primeiros mapas produzidos, houve grande evolução e até alguns discentes, que não obtinham bom aproveitamento em avaliações tradicionais, apresentaram grande evolução, elevando a nota média da turma, como mostram os resultados descritos nos gráficos a seguir.



**Figura 17** - Avaliação tradicional escrita (primeira coluna) comparada com Mapas Conceituais (MC)

Os vários projetos apresentados mostraram que os discentes, quando motivados a expandir seus conhecimentos para produzir soluções que possam afetar positivamente sua

comunidade, têm uma atitude proativa e demonstram outras habilidades e competências que muitas vezes não são valoradas em uma concepção voltada para memorização de conceitos dissociados da sua realidade.

Quanto a mim, mesmo ciente que a docência não é o cerne desse projeto, sinto uma profunda mudança, pois era um docente focado na aprendizagem por memorização, com repetição de exercício, objetivando preparar esses estudantes para o trabalho e os vestibulares. Preocupo-me em ir mais profundo e além, busco incentivar a formação de mentes inquietas, que não estejam insensíveis aos anseios de sua comunidade e libertas para produzir novas formas de aprender, de maneira que o conhecimento não esteja preso a uma sala, mas se faça presente em todas as atividades que discente e docente, unidos, possam aproveitar o conhecimento de todos sem preconceito, de forma libertária.

## 7 CONCLUSÕES

A utilização dos Mapas Conceituais foi considerada muito positiva, pois mostrou aos discentes que mesmo com o erro eles poderiam em outro momento agregar novos conhecimentos, ao refazer a atividade ressignificar ideias e apresentar mapas mais elaborados. Com a apresentação do colóquio interdisciplinar houve grande interesse por parte dos estudantes e as questões levantadas por cada docente deixaram claro que, mesmo com visões diferentes, alguns pontos são comuns quando o tema é Energias Renováveis na Amazônia, como a preocupação com a sustentabilidade e a ausência de políticas públicas que coloquem o ribeirinho no centro das discussões. Com a exibição do filme os estudantes puderam se colocar no lugar do protagonista da história e vislumbrar a possibilidade de, através da apropriação dos conteúdos estudados, melhorar as condições de vida em sua comunidade. No seminário percebemos a maturidade das propostas, algumas, inclusive, preocupadas com os custos para sua implantação e a viabilidade técnica, tendo também sido destacado a inexistência de vontade política para solução do problema de brasileiros, que não têm acesso a energia por estarem às margens dos rios da Amazônia. Ao finalizar as apresentações pedimos aos estudantes para compartilharem suas impressões sobre nosso projeto de pesquisa e os discentes externaram o desejo de colocar essas ideias em prática e eu assumi o compromisso de dar prosseguimento ao projeto, para atingir esse que seria o meu objetivo maior, iluminar a vida de um cidadão brasileiro que vive à margem do rio, na cidade de Manacapuru.

Neste projeto a hipótese de avanço na aquisição de conhecimento se confirmou, os discentes entenderam que não existe apenas um modo de aprender e sentindo-se parte do processo de ensino e aprendizagem. Ao ser dada a devida importância aos saberes que esses estudantes trouxeram de suas comunidades, eles sentiram-se valorizados, tendo alguns relatados que em algum momento de sua vida residiram em flutuantes, onde não existia energia elétrica e como a falta desse recurso impactava os moradores, inclusive economicamente. Perceberam que, através da ciência, poderiam produzir mudanças para esses cidadãos brasileiros, os quais ainda se encontram no século XX, por estarem excluídos e esquecidos pelos governos e empresas privadas.

Nosso objetivo inicial para esse projeto de pesquisa foi amplamente alcançado, pois os discentes assumiram a responsabilidade sobre sua aprendizagem, desejaram aprender sobre o tema Energias Renováveis e de forma relevante desenvolveram pesquisa científica com a finalidade de proporcionar uma vida melhor aos ribeirinhos da cidade de Manacapuru.

## 8 REFERÊNCIAS

BRANCO, Samuel Murgel. Energia e meio ambiente. 2<sup>a</sup> Ed. São Paulo: Moderna, 2004.

BASE NACIONAL COMUM CURRICULAR (BNCC), Ministério da Educação, Secretaria de Educação Continuada, Alfabetização, Diversidade e Inclusão; Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica. Conselho Nacional de Educação; Câmara de Educação Básica, 2017.

BRASIL, Ministério da Educação, Secretaria de Educação Média e Tecnológica. Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN): Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Brasília: Ministério da educação, 2002.

BRASIL. LEI N. 11.892, DE 29 DE DEZEMBRO DE 2008. Institui a Rede Federal de Educação Profissional, Científica e Tecnológica, cria os Institutos Federais de Educação, Ciência e Tecnologia, e dá outras providências. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2008/lei/l11892.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2008/lei/l11892.htm). Acesso em: 18/03/2019.

DAVID, Ausubel P.; Aquisição e retenção de conhecimentos: Uma perspectiva cognitiva; Lisboa, Paralelo Editora LDA, 2000.

Centrais Elétricas Brasileiras S.A. (ELETROBRAS). Energia solar aplicada aos centros comunitários de produção, Divisão de estudos técnicos de projetos setoriais, Rio de Janeiro, 2016.

FAZENDA, Ivani C. A.; O Que é interdisciplinaridade? Ivani Fazenda (org.); vários autores; São Paulo : Cortez, 2008.

FREIRE, Paulo. Pedagogia da Esperança: um reencontro com a Pedagogia do Oprimido, São Paulo: Paz e Terra, 1992.

FREIRE, Paulo. Pedagogia do oprimido. 9 ed. São Paulo: Paz e Terra, 1981.

FREIRE, Paulo. Pedagogia da Autonomia. Saberes necessários à prática educativa. São Paulo: Paz e Terra, 1996. 148p.

FREIRE, Paulo. Professora Sim, Tia Não-cartas a quem ousa ensinar, 4 a ed. São Paulo: Olho d'Água, 1994.

GERI, Mauro C. A. Conflitos Socioambientais na Zona Costeira – Estudo de caso Sobre a Lagoa Pequena na Planície do Campeche, Município de Florianópolis, SC, 2007, Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Santa Catarina. Centro de Filosofia e Ciências

Humanas. Programa de pós-graduação em Sociologia Política.

GIL, Carlos A. Como Elaborar Projeto de Pesquisa, 4<sup>a</sup> ed., São Paulo, Editora Atlas, 2002.

GOLDEMBERG, José; CHU, Steven. (coord.). Um futuro com energia sustentável: Iluminando o caminho, [Amsterdam]: InterAcademy Council ; [Rio de Janeiro] : Academia Brasileira de Ciências, 2010.

GOLDEMBERG, José; LUCON, Osvaldo. Energias Renováveis: Um futuro sustentável, Revista USP, São Paulo, n.72, 2006-2007.

GRIBBIN, J. R.. Hothouse earth: The greenhouse effect and gaia. New York: G. Weidenfeld Ed, 1990.

HARTMANN, Angela M.; ZIMMERMANN, Erica; O trabalho interdisciplinar no Ensino Médio: A reaproximação das “Duas Culturas”; Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências, Vol. 7, N<sup>o</sup> 2, 2007.

IBGE, Censo Demográfico, 2014.

KAWAMURA, Maria R. D; HOSOUYE, Yassuko. Explorando o ensino de Física, v. 07, SAEB, p. 22-27, 2003.

LANDULFO, Eduardo. Meio Ambiente e Física. São Paulo: SENAC, SP, 2005.

LEMOS, Chélen Fischer de. Energia na Amazônia: caminho para o desenvolvimento ou aprofundamento da exclusão?. In: II Encontro da Associação Nacional de Pós Graduação e Pesquisa em Ambiente e Sociedade - ANPPAS, 2004, Indaiatuba, São Paulo, 2004.

LIMA, Maria A. R. de; ANDRADE, Erika dos R. G.; Os ribeirinhos e sua relação com os saberes, Revista Educação em Questão, Natal, v. 38, n. 24, p. 58-87, maio/ago. 2010.

LOVELOCK, J. Gaia. A cura para um mundo doente. 2 ed. São Paulo: Cutrix, 2006.

MOREIRA, Marco A. Mapas Conceituais e Aprendizagem Significativa, Texto base de um minicurso realizado no XV SNEF, 2003, Curitiba.

MOREIRA, Marco A. O que é afinal Aprendizagem Significativa? , Revista Curriculum, La Laguna, Espanha, 2012.

MOREIRA, Marco A. Grandes desafios para o ensino da Física na educação contemporânea, vol. 1; Brasília, Revista do professor de Física, 2017.

NOVAK, Joseph D; GOWIN D. B; Aprender a aprender, 1<sup>a</sup> ed. Lisboa: Plátano E. T; 1984.

OLIVEIRA, H. T.. Educação Ambiental - ser ou não ser uma disciplina: essa é a principal questão?!. In: Mello, S.S.& Trajber, R.. (Org.). Vamos cuidar do Brasil: conceitos e práticas em educação ambiental. 1a.ed.Brasilia - DF: MEC/CGEA, MMA/DEA, UNESCO, 2007.

O MENINO que descobriu o vento (The Boy Who Harnessed the Wind). Direção: Chiwetel Ejiofor. Produção: Andrea Calderwood, Gail Egan. Roteiro: Chiwetel Ejiofor. Intérpretes: Maxwell Simba, Chiwetel Ejiofor, Aïssa Maïga, Joseph Marcell e outros. distribuidor brasileiro: Netflix. 2019, (113 min).

ONU. Declaração da Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente Humano, Estocolmo, 1972. Disponível em: <http://www.direitoshumanos.usp.br/index.php/Meio-Ambiente/declaracao-de-estocolmo-sobre-o-ambiente-humano.html>. Acesso em: 18/10/2018.

PERUZZO, Jucimar. Física quântica: conceitos e aplicações. Clube de Autores, 2010.

PIAGET, Jean. A Formação do Símbolo na Criança: imitação, jogo e sonho, imagem e representação. 3. ed. Rio de Janeiro: Zahar, 1978a.

SILVA, Edson C. da; Mapas conceituais: propostas de aprendizagem e avaliação, ADMINISTRAÇÃO: ENSINO E PESQUISA RIO DE JANEIRO V. 16 No 4 P. 785–815 OUT NOV DEZ 2015

TOLMASQUIM, Mauricio Tiomno (coord.). Energia Renovável: Hidráulica, Biomassa, Eólica, Solar, Oceânica. EPE, Rio de Janeiro, 2016.