

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE
CIÊNCIAS NATURAIS**

CHRISTIANE VALÉRIA COSTETTI DOS SANTOS ZUBLER

**UNIDADE DE ENSINO POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVA: UM
NOVO MODO DE ABORDAR O TEMA– O ESPECTRO
ELETROMAGNÉTICO**

**CUIABÁ
2016**

CHRISTIANE VALÉRIA COSTETTI DOS SANTOS ZUBLER

**UNIDADE DE ENSINO POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVA: UM
NOVO JEITO DE ABORDAR O TEMA– O ESPECTRO
ELETROMAGNÉTICO**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Naturais – PPGEN da Universidade Federal de Mato Grosso, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências Naturais.

Orientadora: Iramaia Jorge Cabral de Paulo

**CUIABÁ
2016**

Z93u Zubler, Christiane Valéria Costetti dos Santos.
Unidade de Ensino Potencialmente Significativa: : Um Novo Jeito de
Abordar um Tema "Difícil" – O Espectro Eletromagnético / Christiane
Valéria Costetti dos Santos Zubler. -- 2015
104 f. : il. color. ; 30 cm.

Orientador: Iramaia Jorge Cabral de Paulo.
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Mato Grosso, Instituto
de Física, Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Naturais,
Cuiabá, 2015.
Inclui bibliografia.

1. Ensino de Física. 2. Aprendizagem Significativa,. 3. Espectro
Eletromagnético. I. Título.



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO
PRÓ-REITORIA DE ENSINO DE PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS NATURAIS
Avenida Fernando Corrêa da Costa, 2367 - Boa Esperança - CEP: 78060900 - Cuiabá/MT
Tel : (65) 3615-8737 - Email : ppecn@fisica.ufmt.br

FOLHA DE APROVAÇÃO

TÍTULO : "Unidade de Ensino Potencialmente Significativa: um novo jeito de abordar o tema – O Espectro Eletromagnético"

AUTOR : Mestranda Christiane Valeria Costetti dos Santos Zubler

Dissertação defendida e aprovada em 27 de Junho de 2016.

Composição da Banca Examinadora:

Presidente Banca / Orientadora	Doutora	Iramaja Jorge Cabral de Paulo
Instituição :	Universidade Federal de Mato Grosso	
Examinador Interno	Doutor	Marcelo Paes de Barros
Instituição :	Universidade Federal de Mato Grosso	
Examinador Externo	Doutor	Glauco Cohen Ferreira Pantoja
Instituição :	Universidade Federal do Oeste do Pará	

Cuiabá, 27 de Junho de 2016.

Dedico este trabalho primeiramente a Deus, pois sem ele nada é possível. A toda a minha família, em especial ao meu marido Ademir e minha filha Thaís, que sempre estiveram ao meu lado, me apoiando e incentivando.

AGRADECIMENTOS

À minha família, especialmente ao meu esposo Ademir Altair Zubler pelo apoio incondicional e minha filha Thais Iandra Zubler que soube compreender os momentos de ausência, sempre com muito carinho e incentivo para continuar.

À Professora Doutora Iramaia Jorge Cabral de Paulo, minha orientadora nesta jornada, exemplo de profissional, meu sincero e carinhoso agradecimento pela paciência, confiança, dedicação, competência, incentivo e sugestões que contribuíram com meu crescimento pessoal e profissional.

A todos os professores do programa de mestrado, por todos os conhecimentos compartilhados. Aos colegas de turma pela amizade e trocas de experiência, em especial a minha amiga Senilde Solange Catelan pelo companheirismo, incentivo e partilha em todos os momentos desta caminhada.

Às professoras Cleide Leila Caetano Gonçalves e Marlini Maira Valente por participarem da pesquisa e contribuírem para a realização do trabalho.

Aos alunos das duas turmas do primeiro ano do Ensino Médio da Escola Estadual Ênio Pipino do município de Sinop que gentilmente participaram desta pesquisa.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Frequência.....	11
Figura 2: Frequência.....	12
Figura 3: Comprimento de onda.....	12
Figura 4: Amplitude.....	13
Figura 5: Onda eletromagnética.....	14
Figura 6: Espectro Eletromagnético	16
Figura 7: Espectro eletromagnético - radiações ionizantes e não-ionizantes.....	17
Figura 8: Espectro Eletromagnético – radiação ionizante	21
Figura 9: Radiação UVA, UVB e UVC	22
Figura 10: Imagem da Primeira Radiografia	23
Figura 11: Índice de evasão e retenção do Ensino Médio – 2014 para a escola investigada	26
Figura 12: Produção inicial do Grupo 1 - Turma 1.....	43
Figura 13: Mapa Conceitual do Grupo 1 - Turma 1	44
Figura 14: Produção inicial do Grupo 6 - Turma 1.....	45
Figura 15: Mapa conceitual do Grupo 6 - Turma 1	46
Figura 16: Produção inicial do Grupo 2 - Turma 2.	48
Figura 17: Mapa conceitual do Grupo 2 - Turma 2	49
Figura 18: Produção inicial do Grupo 5 - Turma 2.....	50
Figura 19: Mapa Conceitual do Grupo 5 - Turma 2.....	51
Figura 20: Imagens das atividades experimentais realizadas pelos alunos das turmas 1 e 2.....	57
Figura 21: Alunos da turma realizando atividade do Espectro Eletromagnético .	60
Figura 22: Atividade Espectro Eletromagnético Turma 2	62
Figura 23: Número de alunos da Turma 1 que acertou cada questão da avaliação escrita.	62
Figura 24: Número de alunos da Turma 1 que acertou cada questão da avaliação escrita.	73
Figura 25: Aproveitamento da Avaliação escrita Turma 1	62
Figura 26: Aproveitamento da Avaliação escrita Turma 2	62

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Categorias obtidas da análise dos mapas conceituais	41
Quadro 2: Sistematização da socialização da atividade inicial da Turma 1	41
Quadro 3: Categorização Turma 1	42
Quadro 4: Sistematização da socialização da produção inicial da Turma 2.	47
Quadro 5: Categorização Turma 2	47
Quadro 6: Sistematização do instrumento da atividade experimental 1 Turma 1. 53	
Quadro 7: Sistematização do instrumento da atividade experimental 2 Turma 1. 53	
Quadro 8: Sistematização do instrumento da atividade experimental 3 Turma 1. 54	
Quadro 9: Sistematização do instrumento da atividade experimental 1 Turma 2. 55	
Quadro 10: Sistematização do instrumento da atividade experimental 2 Turma 2	55
Quadro 11: Sistematização do instrumento da atividade experimental 3 Turma 2	56
Quadro 12: Registro de relato de alguns alunos da Turma 1 sobre a atividade experimental dos celulares que estouram pipocas	58
Quadro 13: Registro de relato de alguns alunos da Turma 2 sobre a atividade experimental dos celulares que estouram pipocas	59
Quadro 14: Registro de relato dos grupos de alunos da Turma 1 sobre a atividade colaborativa da construção do Espectro Eletromagnético	61
Quadro 15: Registro do relato dos grupos de alunos da Turma 2 sobre a atividade colaborativa da construção do Espectro Eletromagnético.	62

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	1
1.1	Motivação	3
1.2	Objetivos.....	4
1.2.1	Objetivos Específicos	4
2.	REFERENCIAL TEÓRICO DE ENSINO E APRENDIZAGEM	5
2.1	Uma Breve Introdução Sobre Ondas:	11
2.2	O Espectro Eletromagnético	14
2.3	Ondas Eletromagnéticas e a Teoria dos Quanta:	15
2.4	Um Mesmo Espectro e Dois Tipos de Radiações: Ionizantes e Não Ionizantes.	16
2.4.1	Radiação Não Ionizante	17
2.4.2	Radiação Ionizante.....	20
3.	METODOLOGIA	25
3.1	O contexto da investigação	26
3.1.1	Construção Coletiva da Ueps Com o Tema Espectro Eletromagnético	27
3.1.2	Aplicação da Ueps e Análise dos Resultados	31
4.	RESULTADOS	39
4.1	Análise da Atividade Inicial e dos Mapas Conceituais.....	39
4.2	Análise das Atividades Experimentais:	52
4.3	Análise da reprodução da atividade experimental: celulares que estouram pipocas	57
4.4	Análise da Construção Colaborativa do Espectro Eletromagnético:	60
4.5	Análise da Avaliação Escrita:	63
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	66
	REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA	69
	APÊNDICES.....	72

RESUMO

Este trabalho tem como objetivo investigar a potencialidade de uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS), como recurso metodológico facilitador da aprendizagem significativa para o tema Espectro Eletromagnético e seus desdobramentos conceituais. A pesquisa foi realizada em duas etapas distintas: construção da UEPS de forma colaborativa, em encontros de formação continuada, com duas professoras de matemática que atuam na disciplina de Física de uma Escola Estadual do município de Sinop e aplicação em duas turmas do primeiro ano do Ensino Médio em que as professoras atuam, com o objetivo de verificar a sua aplicabilidade e a busca de evidências de aprendizagem significativa. Para coleta de dados da pesquisa foram utilizados questionários, entrevistas, registro das atividades experimentais, diário de bordo, fotografias das atividades realizadas, mapa conceitual e avaliação escrita. Os dados obtidos foram sistematizados, categorizados, comparados e analisados de forma qualitativa. A análise realizada fundamentada a partir dos resultados obtidos mostrou, de modo geral, que a unidade de ensino possibilitou uma melhora significativa do interesse dos alunos em aprender, apontou ainda algumas evidências da promoção da aprendizagem significativa, corroborando assim para a validação dessa UEPS.

Palavras-chave: Ensino de Física, Aprendizagem Significativa, Espectro Eletromagnético.

ABSTRACT

This study aims to investigate the potential of a Potentially Significant Teaching Unit (LIFO), as a methodological resource facilitator of meaningful learning for the subject Electromagnetic Spectrum and its conceptual developments. The survey was conducted in two stages: Construction LIFO collaboratively in continuing education meetings, with two math teachers who work in the discipline of physics of a state school in the city of Sinop and application in two classes of the first year of high school where the teachers work, in order to verify its applicability and the search for meaningful learning of evidence. To collect research data questionnaires were used, interviews, recording of experimental activities, logbook, photographs of activities, conceptual map and written evaluation. The data were organized, categorized, compared, and analyzed qualitatively. The analysis based from the results showed, in general, the teaching unit enabled a significant improvement in student interest in learning, also showed some evidence of promoting meaningful learning, thus corroborating the validation of this LIFO.

Keywords: Physics Teaching, Meaningful Learning, Electromagnetic Spectrum.

1. INTRODUÇÃO

A Física é a ciência que tem como objeto o estudo dos fenômenos naturais. Está presente de diversas formas em nossa vida, buscando descrever e compreender esses fenômenos e suas relações com os seres humanos.

Os conhecimentos da Física, fruto da construção humana, envolvem conceitos importantes para compreender o mundo em seus diferentes aspectos, permitindo entender como funcionam as coisas à nossa volta, frente aos avanços tecnológicos presentes em nossa sociedade atual.

Mesmo exercendo inúmeras implicações em nosso cotidiano, a maior parte dos alunos apresentam sérias dificuldades em relacionar temas da disciplina com os fenômenos vivenciados. Também não conseguem perceber os conceitos físicos envolvidos quando utilizam equipamentos eletrônicos ou manuseiam outros aparelhos tecnológicos no dia-a-dia. Tecnologia que se transforma, inova rapidamente trazendo um fluxo intenso de informações, por vezes confusas. Essa dificuldade é precursora da concepção de que a Física é uma disciplina de difícil entendimento, e, portanto, desmotivadora.

Trabalhar com atividades contextualizadas com abordagens do cotidiano do aluno, ainda é um grande desafio para o professor de Física. A maior parte das aulas, ainda hoje, está pautada na utilização do livro didático, quadro e giz.

Com relação aos professores, muitas vezes o excesso de trabalho, a falta de espaços adequados para uma vivência experimental, a falta de formação inicial na área, e de oportunidades de formação continuada que contribuam para diminuir as fragilidades conceituais de Física e Matemática, dificulta a articulação entre a disciplina e sua importância no contexto de ensino-aprendizagem.

Um caminho viável que pode contribuir para a mudança da percepção que o aluno tem da disciplina é a utilização de recursos metodológicos capazes de aproximar o ensino de Física à experimentação levando o aprendiz a perceber que o conhecimento físico é fundamental para compreender fenômenos naturais e também para estabelecer relações com situações do seu cotidiano.

Sendo uma Ciência experimental a base da Física é o experimento, e como tal a utilização de atividades experimentais é importante em sala de aula, porém, é necessário enfatizar que os experimentos por si só não são suficientes para a construção de conhecimentos teóricos.

Para que a aprendizagem dos conceitos físicos ocorra de maneira efetiva faz-se necessário a adoção de novas práticas de ensino que levem em consideração o contexto social e os conhecimentos que os aprendizes possuem.

Nos últimos anos, não só no Brasil, vários estudos estão sendo realizados com a finalidade de superar as dificuldades em relação aos processos de ensino aprendizagem de Física. As Sequências de Ensino-Aprendizagem (SEA) propostas por Méheut (2005), termo traduzido do Inglês Teaching-Learning Sequences (TLS) e as Unidades de Ensino Potencialmente Significativas (UEPS) apresentadas por Moreira (2011) são possibilidades que podem contribuir com a aprendizagem dos conhecimentos científicos em sala de aula. De acordo com Méheut (2005) na construção de uma SEA existe a necessidade de articulação entre o professor, os estudantes, o mundo e o conhecimento científico.

Para Moreira (2011) as Unidades de Ensino Potencialmente Significativas (UEPS), são sequências didáticas facilitadoras da aprendizagem significativa. Para ele, aprender significativamente é aumentar e modificar ideias que já existem na estrutura cognitiva, do indivíduo e com isso ser capaz de fazer relação com novos conhecimentos.

O trabalho com as UEPS quando bem exploradas em sala de aula, partindo de situações-problema, dão sentido aos novos conhecimentos. Podendo também demonstrar teorias despertando o interesse dos alunos pelos conteúdos abordados facilitando a aprendizagem significativa.

Nesse sentido, essa pesquisa pretende construir e aplicar uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa que aborde os conceitos relacionados à compreensão do espectro eletromagnético e seus desdobramentos (ou aplicações), como recurso metodológico que contribua para despertar nos alunos a curiosidade e o interesse pela disciplina facilitando a aprendizagem significativamente.

Mas, para que isso aconteça é necessário que o professor de Física também vivencie esse processo na formação continuada. Nesse sentido, foram promovidos encontros formativos

com professores de Matemática que ministram aula de Física em uma Escola Estadual de Sinop, Mato Grosso, com a finalidade de proporcionar subsídios para uma prática docente dotada de maior significado para o aluno. Os momentos formativos objetivarão construir de forma colaborativa, entre os professores, uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa para o tema Espectro Eletromagnético, para ser aplicada em sala de aula e posteriormente avaliada no sentido de buscar evidências de sua potencialidade metodológica, oportunizando a estes professores vivenciar situações de ressignificação dos conceitos sobre o tema e de sua prática pedagógica.

Após essa avaliação, a UEPS será compilada em um volume paradidático e disponibilizada a todos os professores interessados na abordagem do tema.

Espera-se que essa pesquisa contribua para que os professores consigam ampliar as possibilidades de trabalho pedagógico tornando o Ensino de Física mais dinâmico e atrativo, facilitando o processo de ensino-aprendizagem.

1.1 Motivação

Desde o início de minha trajetória profissional, vejo como um grande desafio despertar o interesse dos alunos em aprender e proporcionar uma aprendizagem que permita relacionar os conteúdos aprendidos em sala de aula com os fenômenos vivenciados em seus cotidianos.

Quando falamos em despertar o interesse dos alunos em aprender os conteúdos de Física de maneira que se sintam motivados é no sentido de desenvolver nos alunos capacidades para que busquem o sentido do que é aprender. Nesse sentido Novak (2010) nos diz que aprender significativamente integra pensar, sentir, agir e busca dar autonomia aos alunos para o compromisso em aprender.

As Orientações Curriculares para o Estado de Mato Grosso da área das Ciências da Natureza e Matemática (2009) sugerem a Teoria da Aprendizagem Significativa e a Aprendizagem Significativa Crítica de Moreira como aporte teórico.

Nesta perspectiva, as Unidades de Ensino Potencialmente Significativas oferecem uma alternativa para a construção de uma sequência de atividades potencialmente significativas

dotadas de uma sequência lógica coerente para a abordagem dos conteúdos que se deseja abordar, facilitando assim a aprendizagem significativa.

1.2 Objetivos

O objetivo desta pesquisa é o de construir e avaliar a viabilidade de uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa como um recurso metodológico capaz de promover aprendizagem do tema Espectro Eletromagnético, de maneira que os alunos se sintam motivados e interessados pelas aulas de Física, facilitando a aprendizagem significativa.

1.2.1 Objetivos Específicos

- Promover encontros de formação continuada numa ação pró-ativa e integradora que motive os professores a ensinar temáticas da Física com metodologias que contribuam para a aprendizagem significativa.
- Construir uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa com o tema Espectro Eletromagnético que será aplicada em sala de aula.
- Verificar a potencialidade da UEPS construída como recurso metodológico que possa contribuir para a facilitação da aprendizagem significativa.

2. REFERENCIAL TEÓRICO DE ENSINO E APRENDIZAGEM

As Teorias de Aprendizagem buscam explicar como ocorre o processo de aprendizagem com o objetivo de fundamentar a prática pedagógica do professor na elaboração de propostas que proporcionem a aprendizagem do aluno. Além disso, são de suma importância para que o professor possa compreender como o aluno aprende, quais são as condições que favorecem essa aprendizagem, além de identificar o seu papel nesse processo.

As teorias de aprendizagem têm contribuído de maneira importante na compreensão da ação envolvida nos atos de ensinar e aprender e permite que o professor adquira postura que contribua para um ensino mais dinâmico e que desperte o interesse do aluno em aprender.

Neste capítulo, apresento uma síntese das bases teóricas utilizadas neste trabalho:

Aprendizagem Significativa Crítica (Moreira 2000), que define sua teoria a partir da Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel (1983) e as Unidades de Ensino Potencialmente Significativas (Moreira, 2011), visto que o mesmo tem por objetivo a construção de uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa como recurso metodológico facilitador da aprendizagem significativa.

Segundo Ausubel (1983), aprender significativamente é aumentar e modificar ideias que já existem na estrutura mental do aprendiz e com isso ser capaz de fazer relação com novos conhecimentos.

Segundo Moreira (2001), a não arbitrariedade e a substantividade são as características básicas da aprendizagem significativa. A obtenção do conhecimento de forma não arbitrária é quando o material potencialmente significativo não se relaciona com qualquer dimensão da estrutura cognitiva do aprendiz, mas com conceitos específicos presentes em sua estrutura mental. Já a substantividade indica que o conhecimento incorporado à estrutura cognitiva do aprendiz é feito de forma não literal, ou seja, não ocorre a partir de palavras específicas, mas a partir de ideias que podem ser expressas de várias maneiras.

Para que ocorra a aprendizagem significativa é preciso que o novo conhecimento ancore-se em conceitos importantes e específicos presentes na estrutura cognitiva do aprendiz, e é a partir deles, que esses novos conhecimentos serão incorporados e modificados.

Ausubel (1983) utiliza a palavra subsunçores para definir os conceitos que já existem na estrutura mental e que servirão de ponte para estabelecer relação com o novo conhecimento a ser incorporado de modo mais ampliado à estrutura cognitiva do aprendiz no processo de assimilação, e que segundo Moreira (2001), não existe um termo adequado para a sua tradução.

Para Ausubel, aprendizagem significativa é um processo pelo qual uma nova informação se relaciona com um aspecto relevante da estrutura de conhecimento do indivíduo. Ou seja, neste processo a nova informação interage com uma estrutura de conhecimento específica, a qual ele define como *conceito subsunçor*, ou simplesmente, *subsunçor (subsumir)*, existente na estrutura cognitiva do indivíduo. A aprendizagem significativa ocorre quando a nova informação ancora-se em *subsunçores relevantes* preexistentes na estrutura cognitiva de quem aprende. (MOREIRA, 2001 p. 18)

Nesse sentido, a aprendizagem é significativa quando se leva em consideração os conhecimentos prévios do aprendiz e as relações que ele estabelece com os conceitos a serem ensinados, e a partir dessa interação, constrói novos significados. Quando o aprendiz não consegue estabelecer relações com o que já sabe, ocorre a aprendizagem mecânica, puramente memorística e sem significado. Por isso, segundo Ausubel (1983), o que o aluno já sabe é um dos aspectos mais importantes que influenciam na aprendizagem significativa.

Quando o subsunçor usado para ancorar novos conceitos de forma significativa para o aprendiz se diferencia e faz com que os conhecimentos prévios se modifiquem após consecutivas interações tornando-os mais elaborados e novos conceitos assimilados capazes de ancorar novas aprendizagens, ocorre o processo da diferenciação progressiva. Assim, os conceitos são desenvolvidos mais facilmente quando seus aspectos mais gerais são apresentados primeiro, para posteriormente apresentar suas especificidades.

Do ponto de vista ausubeliano, o desenvolvimento de conceitos é facilitado quando os elementos mais gerais, mais inclusivos de um conceito são introduzidos em primeiro lugar e, posteriormente então, este é progressivamente diferenciado, em termos de detalhe e especificidade. Segundo Ausubel (1983), o princípio da diferenciação progressiva deve ser levado em conta ao se programar o conteúdo, quer dizer, as ideias mais gerais e mais inclusivas da disciplina devem ser apresentadas no início para, somente então, serem progressivamente diferenciadas, em termos de detalhe e especificidade. (MOREIRA, 2001, p. 29)

À medida que os conhecimentos ficam mais elaborados e se relacionam com outros conceitos da estrutura cognitiva do aprendiz e este é capaz de estabelecer relações, semelhanças, diferenças e com isso assimilar novos significados, ocorre a reconciliação integrativa.

Entretanto, a programação do conteúdo deve não só proporcionar a diferenciação progressiva, mas também explorar, explicitamente, relações entre proposições e conceitos, chamar atenção para diferenças e similaridades importantes e reconciliar inconsistências reais ou aparentes. Isso deve ser feito para se atingir o que Ausubel chama de reconciliação integrativa, e que ele descreve como uma antítese à prática usual dos livros de texto em separar ideias e tópicos em capítulos e seções. (MOREIRA, 2001, p.30)

A aprendizagem significativa pode ocorrer por recepção que é aquela em que o aluno recebe a informação (exemplo: aula expositiva) ou por descoberta que é aquela em que o aprendiz é desafiado a buscar sozinho a aprendizagem (exemplo: solução de um problema).

Segundo Moreira (2001), o material que pode favorecer a aprendizagem significativa é chamado de potencialmente significativo, e que isso depende dos conhecimentos prévios do aprendiz, ou seja, para que ocorra a aprendizagem o material deve ter significado lógico, estrutura coerente e adequado a estrutura mental do educando.

Na diferenciação progressiva, o material potencialmente significativo deve ser organizado de maneira que os conceitos mais gerais do conteúdo sejam apresentados primeiro, e à medida que o aprendiz constrói significados, é que são apresentados os conceitos mais específicos. Já na reconciliação integradora, os materiais potencialmente significativos devem ser organizados de maneira que possam ser exploradas as interações entre os conceitos, apontando suas diferenças e semelhanças. Outro conceito interessante na TAS é o organizador prévio. Trata-se de um material introdutório usado como estratégia para estimular ou motivar a abordagem de um novo conceito ou ideia. Pode ser um vídeo, um texto, uma conversa, um documento que apesar de não abordar diretamente o conteúdo pode *a posteriori* ajudar a dar significado ao novo conhecimento.

Em sua abordagem Ausubel (1983), também recomenda a utilização dos organizadores prévios para que sirvam de âncora para a nova aprendizagem e levem ao desenvolvimento de conceitos subsunçores que facilitem a aprendizagem. Para o autor, organizadores prévios são informações e recursos introdutórios, que devem ser utilizados antes dos conteúdos com a

função de servir de ponte entre o que o aluno já sabe e o que ele deve saber para que haja uma aprendizagem significativa.

Em sua teoria, Ausubel (1983), classifica em três os tipos de aprendizagem significativa possível, quanto ao grau de abstração: Representacional, Conceitual e Proposicional.

Também enfatiza que para que ocorra a aprendizagem significativa, duas condições são essenciais: disposição do aluno em aprender e material didático significativo para o aluno, ou seja, que este material tenha uma boa sequência lógica e que estabeleça relação com os conhecimentos que o aprendiz já possui.

Quanto à natureza do material, deve ser “logicamente significativa”, suficientemente não arbitrária e não aleatória em si, de modo que possa ser relacionada, de forma substantiva e não arbitrária, a ideias correspondentemente relevantes que se situem dentro do domínio da capacidade humana de aprender. Quanto à natureza cognitiva do aprendiz, nela devem estar disponíveis os conceitos subsunçores específicos com os quais o material é relacionável. (MOREIRA, 2001, p. 23)

Partindo desse pressuposto, o professor ao planejar suas aulas deve pensar previamente em como deve apresentar e avaliar o ensino, além de selecionar materiais e atividades mais adequados para potencializar a aprendizagem dos alunos.

Nesse sentido, as Unidades de Ensino Potencialmente Significativas, propostas por Moreira (2001), vem de encontro com essa necessidade, pois são sequências didáticas de ensino, fundamentadas teoricamente e que tem por objetivo facilitar a Aprendizagem Significativa. É uma opção para a construção de materiais potencialmente significativos de um conteúdo específico que possuem uma boa sequência lógica e que fazem sentido para o grupo de aprendizes, ou seja, são pensadas levando-se em consideração o que os alunos já sabem sobre o tema.

No Ensino de Física, a Unidade de Ensino Potencialmente Significativa se apresenta como uma ferramenta metodológica que possibilita tanto a compreensão de conceitos e teorias, como a verificação de fenômenos físicos de uma forma mais efetiva no processo ensino-aprendizagem dos alunos.

Essas atividades também possibilitam o desenvolvimento de conceitos tanto atitudinais como procedimentais que auxiliam o aluno a tornar-se um sujeito autônomo na busca pelo conhecimento. Ao aproximar a teoria da prática, o professor possibilita que o aluno passe a perceber os conceitos físicos presentes em seu cotidiano, tornando a aula mais interessante e desafiadora para o aluno.

As Unidades de Ensino Potencialmente Significativas, segundo Moreira (2011), “são constituídas por passos que buscam favorecer a aprendizagem significativa e têm como princípios:

- O aspecto que mais interfere na aprendizagem significativa é o conhecimento prévio;
- Os pensamentos, sentimentos e ações estão integrados no ser que aprende;
- Quem decide se quer aprender significativamente é o aluno;
- A ponte entre os conhecimentos prévios do aprendiz e os novos conhecimentos são os organizadores;
- As situações-problema é o que fundamenta os novos conhecimentos. Elas devem ser construídas com a intenção de despertar o aluno para a aprendizagem significativa;
- Situações-problemas podem servir como organizadores prévios;
- As situações-problema devem ser planejadas em níveis crescentes de dificuldade;
- Diante de uma nova situação, a primeira etapa para resolvê-la é construir, na memória de trabalho, um modelo mental funcional, que é um análogo estrutural dessa situação;
- No planejamento e organização do ensino a diferenciação progressiva, a reconciliação integradora e a consolidação devem ser levadas em consideração;
- A avaliação da aprendizagem deve procurar evidências de que ocorreu a aprendizagem significativa;
- A função do professor é a de organizador do ensino e mediador da compreensão de conceitos dos alunos, por meio de situações-problemas criteriosamente selecionadas com esta intencionalidade pedagógica;
- Na compreensão de conceitos a interação social e a linguagem são fundamentais;
- A relação triádica entre aluno, docente e materiais educativos num evento de ensino tem por objetivo induzir o aluno a compreender conceitos do tema de ensino;
- Essa relação poderá ser quadrática na medida em que o computador for utilizado como uma ferramenta de ensino;
- A aprendizagem não pode ser mecânica, deve ser significativa e crítica;
- A busca por respostas aos problemas é uma forma de incentivar a aprendizagem significativa crítica, ao contrário da memorização de respostas prontas e conhecidas por meio do uso de uma variedade de materiais e estratégias de ensino que tenha como centro, o aluno;”

Para a construção das UEPS, Moreira (2012) destaca os seguintes passos:

1. Definir o tema de ensino a ser abordado;
2. Elaborar uma ou mais situações que levem o aluno a externalizar seu conhecimento prévio;
3. Propor situações-problema que levem em consideração o conhecimento prévio do aluno em nível bem introdutório que podem funcionar como organizadores prévios do que se pretende ensinar;
4. Expor o conhecimento a ser ensinado, após as situações iniciais, levando em consideração a diferenciação progressiva, ou seja, iniciando o tema de ensino com aspectos mais gerais, dando uma visão inicial do todo, para em seguida abordar aspectos específicos;
5. Retomar os aspectos mais gerais do tema de ensino, ou seja, o que de fato se pretende ensinar, por meio de uma nova apresentação da unidade de ensino, porém em nível mais alto de complexidade em relação à primeira apresentação com a finalidade de promover a reconciliação integradora;
6. Finalizada a unidade de ensino, dar continuidade ao processo de diferenciação progressiva, ou seja, retomar as características mais relevantes do tema de ensino buscando a reconciliação integrativa. Devem ser propostas novas situações-problema em níveis mais altos de complexidade em relação às situações anteriores;
7. A avaliação da aprendizagem por meio da UEPS deve ser realizada ao longo de sua implementação, e deve procurar evidências da aprendizagem significativa do tema de ensino trabalhado. A avaliação somativa individual deve ser realizada após o sexto passo, na qual deverão ser propostas questões ou situações que evidenciem compreensão de conceitos;
8. A UEPS apenas será considerada exitosa se a avaliação do desempenho dos alunos fornecer evidências de aprendizagem significativa. A aprendizagem significativa é progressiva. O domínio de um campo conceitual é progressivo; por isso, há ênfase em evidências, não em comportamentos finais.

Moreira (2012), também enfatiza a necessidade de que se utilizem materiais e estratégias de ensino diversificados e que seja privilegiado durante os diálogos, os questionamentos e as atividades colaborativas, embora deva prever também momentos e atividades individuais.

Sendo assim, este trabalho é pautado na perspectiva de que a aprendizagem é um empreendimento cognitivo-humanista que se dá a partir da interação do sujeito com o meio, e

diferentemente dos modelos comportamentalistas, o aluno deixa de ser visto como um mero receptor de informações transmitidas pelo professor, e passa a ser sujeito da aprendizagem, capaz de construir seu próprio conhecimento.

2.1 Uma Breve Introdução Sobre Ondas

As ondas eletromagnéticas são caracterizadas considerando algumas grandezas físicas como: frequência, período, comprimento de onda, velocidade e amplitude. Vamos apresentá-las:

O número de oscilações completas geradas em um período de tempo chama-se frequência. É representada pela letra *f* no Sistema Internacional de medidas (SI), a unidade que o representa é o hertz (Hz), que é a expressão de oscilações por segundo.

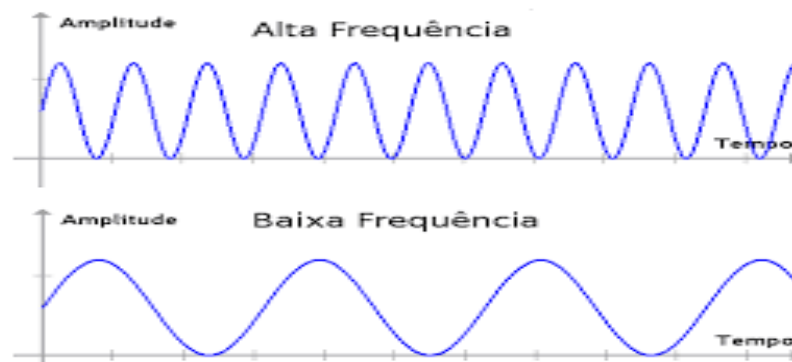


Figura 1: Frequência

Fonte: http://beatrizsousa99.blogspot.com.br/2013_03_01_archive.html acesso em 05.02.2015

O período é o tempo necessário para a fonte produzir uma onda completa. Sua representação no SI é a letra *T* que é medido em segundos. A equação que relaciona a frequência e o período é dado por:

$$f = \frac{1}{T} \quad \text{ou} \quad T = \frac{1}{f}$$

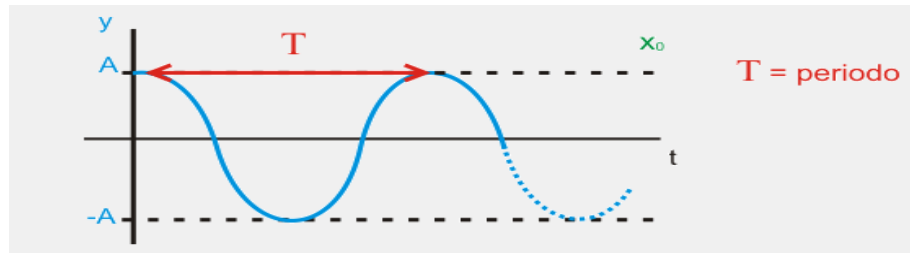
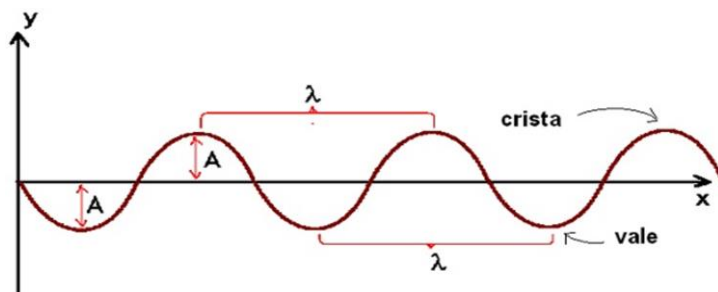


Figura 2: Frequência

Fonte: <http://acer.forestales.upm.es/basicas/udfisica/asignaturas/fisica/ondas/armonicas.html>. Acesso em: 08.02.2015

A velocidade de uma onda é determinada pela distância percorrida sobre o tempo gasto. Como vimos anteriormente às ondas eletromagnéticas, no vácuo, se propagam a uma velocidade de 300.000 km/s, ou seja, a velocidade da luz, chamada de constante c .

O comprimento de onda, que é a distância entre duas cristas sucessivas ou dois vales sucessivos é representado no SI pela letra grega lambda (λ).



Cristas: os pontos mais altos de uma onda são as cristas.

Vale: os pontos mais baixos de uma onda forma os vales.

Figura 3: Comprimento de onda

Fonte: <http://soumaisenem.com.br/fisica/oscilacoes-ondas-optica-e-radiacao/ondas-conceitos-basicos>. Acesso em: 02.02.2015

Já a distância entre o eixo da onda até a crista chama-se amplitude. Quanto maior for a amplitude, maior será a quantidade de energia transportada.

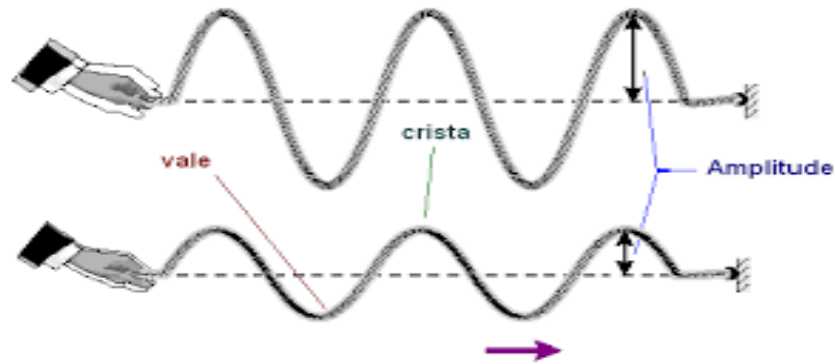


Figura 4: Amplitude

Fonte: <http://rubenatureza.blogspot.com.br/2015/09/ondas-eletromagneticas.html> Acesso em 08.02.2015

Como a velocidade de propagação de uma onda é diretamente proporcional à sua frequência (f) e comprimento de onda (λ), então podemos expressá-la pela seguinte equação:

$$v = \frac{\lambda}{T} \longrightarrow v = \frac{\lambda \cdot 1}{T} \longrightarrow v = \lambda \cdot f$$

A frequência de uma onda é definida como sendo o número de oscilações num dado intervalo de tempo:

$f = n^\circ$ de oscilações/tempo, considerando que para um

período temos 1 oscilação, é lícito escrever: $f = \frac{1}{T}$

Onde:

v = velocidade da luz (m/s)

f = frequência (ciclos/s ou Hz)

λ = comprimento de onda (m)

T = intervalo de tempo (s)

2.2 O Espectro Eletromagnético

Espectro eletromagnético é o nome que se dá ao conjunto de diferentes tipos de radiação eletromagnética que são organizadas de acordo com suas frequências e comprimentos de onda. Essas ondas eletromagnéticas se propagam no vácuo e existem na natureza de muitas formas como a luz, radiações solares e cósmicas. Contudo, sua natureza só foi melhor entendida após as formulações das equações de Maxwell (1861) de onde podem ser deduzidas, e, a partir de sua produção em laboratório por Heinrich Hertz (1888).

Não vamos tratar das equações aqui, contudo, é importante compreender que o elemento fundamental para produzir uma onda eletromagnética é uma corrente variável, ou seja, cargas sendo aceleradas e freadas. Lembrando que todas as substâncias são constituídas de partículas com carga e que, em todos os materiais, essas partículas estão em contínuo e desordenado movimento, se chocando, oscilando, acelerando e freando. Decorre então, que toda a matéria emite ondas eletromagnéticas.

O termo eletromagnético vem do fato de que radiações que preenchem o espaço e se deslocam à velocidade da luz são ondas constituídas por campos elétricos e magnéticos variáveis, que se alteram assumindo frequências específicas (descritas em Hertz, (Hz)). Dependendo do valor dessa frequência, tem-se um tipo de radiação com diferentes características e possíveis aplicações.

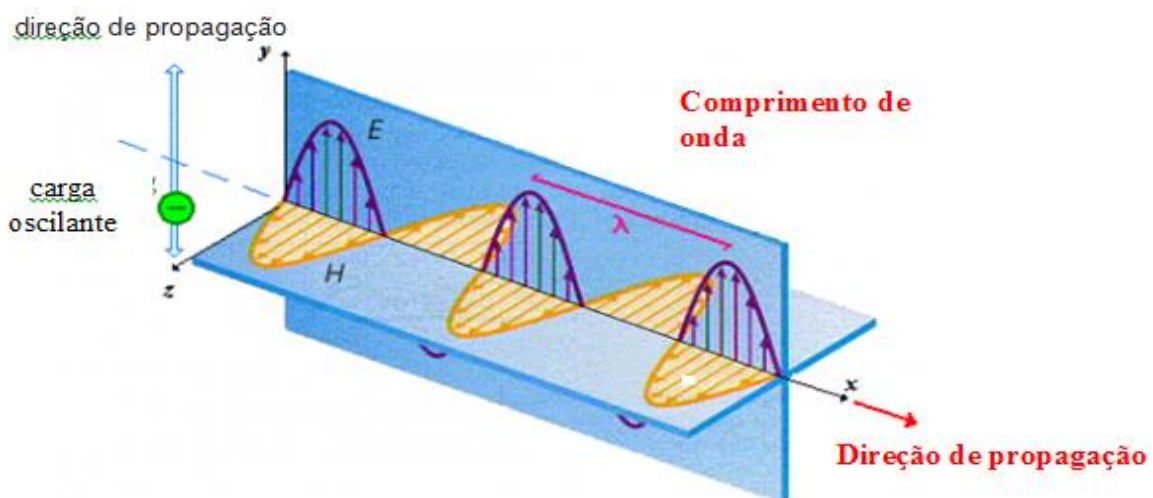


Figura 5: Onda eletromagnética

Fonte: http://files.fisicasmisterios.webnode.com.br/system_preview_detail_200000090-d14bbd2459/onda_eletromagnetica_3d.png. Acesso em 20.06.2015

Portanto, ondas eletromagnéticas são constituídas de campos elétricos e magnéticos oscilantes e se propagam com velocidade constante no ar e/ou no vácuo com velocidade $c=300.000 \text{ Km/s}$. Ondas de rádio, ondas luminosas, ondas de TV, micro-ondas, raios X, raios gama são exemplos desse tipo de onda. Como vimos anteriormente, frequência e comprimento de onda são grandezas que caracterizam essas ondas e se relacionam através da equação:

$$V=\lambda f \quad (1)$$

Onde: v é a velocidade de propagação das ondas. Lembrando que no caso das ondas eletromagnéticas $v=c=$ velocidade da luz no vácuo/ar.

2.3 Ondas Eletromagnéticas e a Teoria dos Quanta

Em 1901, Max Plank postulou que a radiação eletromagnética é emitida e se propaga descontinuamente, em pequenos pacotes (ou pulsos) de energia chamados *quanta*. Assim, a onda eletromagnética apresenta também um caráter corpuscular. Plank associou a energia (E) do quanta à frequência de propagação (f) que resulta na equação:

$$E=hf \quad (2)$$

Em que h é uma constante universal, chamada de constante de Plank, e vale $6,63 \times 10^{-34} \text{ J.s}$.

Essa energia E também pode ser calculada em função de λ . Substituindo a equação (1) na equação (2):

$$E = \frac{hc}{\lambda}$$

Como dissemos anteriormente, existem diversas formas de ondas eletromagnéticas se propagando em nosso meio. Elas podem ser geradas por meios naturais, como por exemplo, a luz visível, ou podem ser produzidas artificialmente pelo homem como, por exemplo, as ondas

de rádio. Todas as ondas eletromagnéticas são da mesma natureza e resultam do transporte de energia por meio da oscilação dos campos elétricos e magnéticos (figura 5).

O que as diferencia é a frequência e o comprimento da onda. Quanto maior a frequência da radiação, mais penetrante ela é. Algumas possuem comprimentos com valores muito grandes e outras possuem comprimentos muito pequenos. Ondas de rádio, micro-ondas, infravermelhos, luz visível, raios ultravioletas, raios x, raios gama são alguns exemplos de ondas eletromagnéticas. O conjunto de todas essas ondas eletromagnéticas é, então, o Espectro Eletromagnético.

Podemos observar na figura abaixo que cada região do espectro eletromagnético é composta por muitas frequências, com comprimentos de ondas distintos. Cada uma delas, dentro de um intervalo de frequência, possui aplicações distintas.

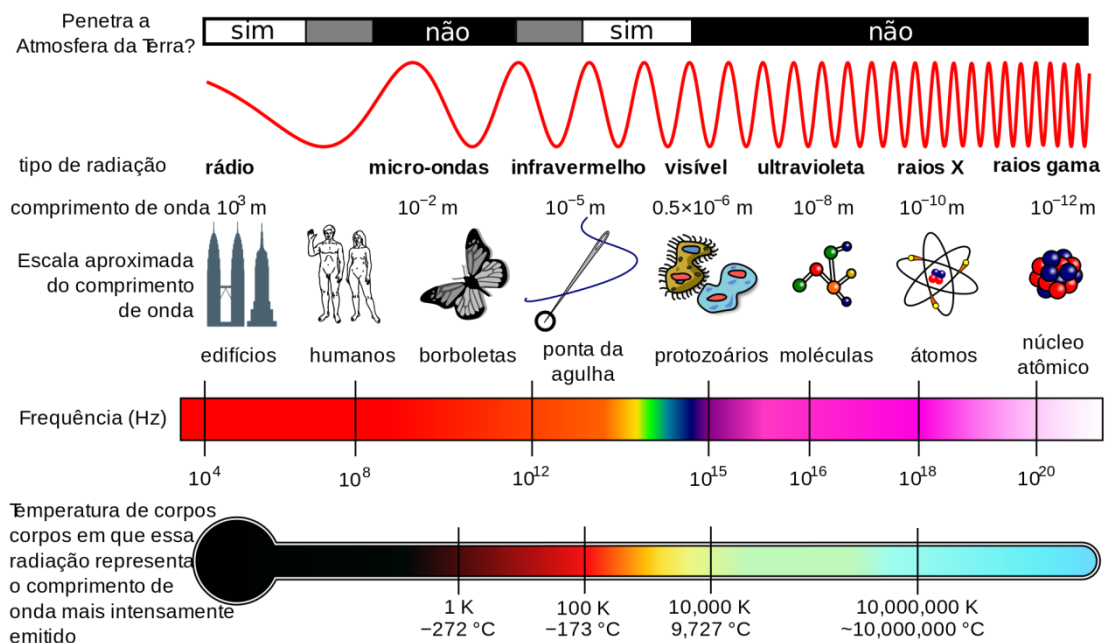


Figura 6: Espectro Eletromagnético

Fonte: https://pt.wikipedia.org/wiki/Espectro_eletromagn%C3%A9tico acesso em 07.02.2015

2.4 Um Mesmo Espectro e Dois Tipos de Radiações: Ionizantes e Não Ionizantes.

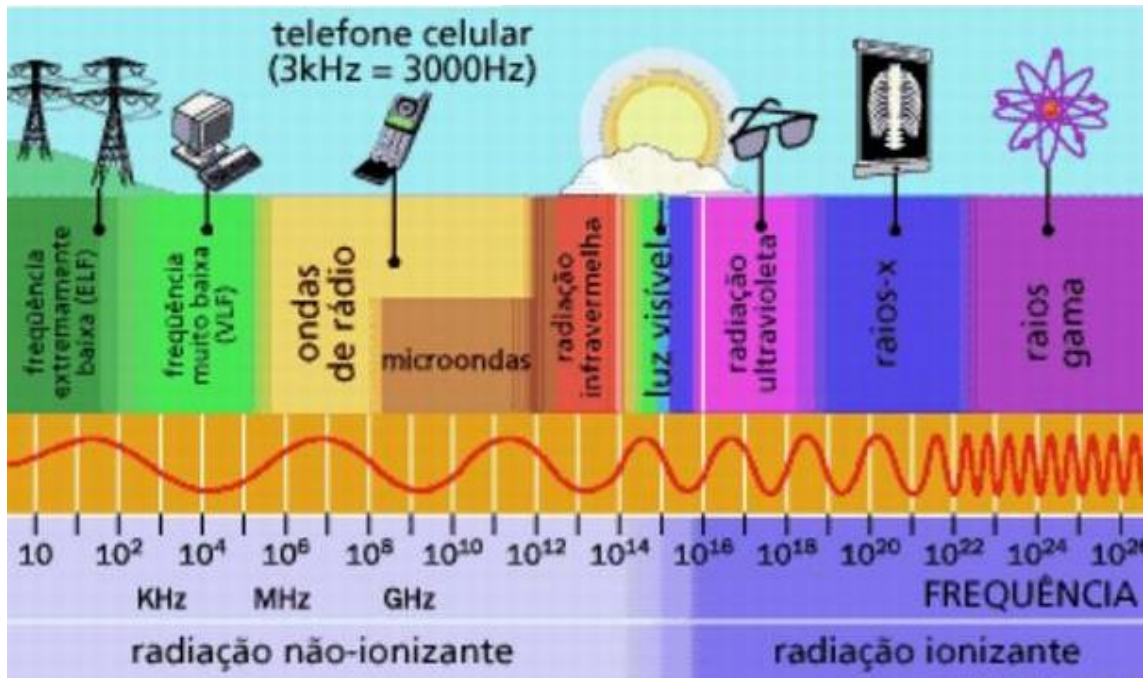


Figura 7: Espectro eletromagnético - radiações ionizantes e não-ionizantes
Fonte: <http://portaldoprofessor.mec.gov.br/fichaTecnicaAula.html?aula=28159> acesso em 07/02/2015.

2.4.1 Radiação Não Ionizante

As radiações eletromagnéticas não ionizantes são todas aquelas que não possuem energia suficiente para arrancar elétrons dos átomos com os quais interagem. A faixa do Espectro Eletromagnético não ionizante compreende às radiações de baixa frequência: a radiação infravermelha, a luz visível, as radiações de rádio frequência (rádio FM e AM e televisão) e microondas (telefone celular, forno doméstico).

Embora sejam incapazes de causar a ionização dos átomos, pois possuem baixa energia, podem provocar outros efeitos biológicos, nocivos ou não, aos organismos que dependerá de fatores como, por exemplo, tempo e intensidade de exposição para se manifestar.

Abaixo, faremos uma breve descrição de cada uma delas:

2.4.1.1 Luz Visível

A luz visível, durante muito tempo, era a única parte conhecida do Espectro Eletromagnético e somente a partir do ano 1800, é que a descoberta de outras ondas além da luz, foi feita.

A luz visível é uma forma de radiação eletromagnética capaz de sensibilizar os olhos humanos, que faz parte do Espectro Eletromagnético, onde o que determina e diferencia cada cor é a frequência, cujo intervalo varia entre $4,3 \cdot 10^{14}$ hz e $7,5 \cdot 10^{14}$ hz e o comprimento de onda que varia entre 400 μm e 700 μm .

Mas, nem sempre os cientistas pensaram dessa forma. Por muito tempo, a natureza da luz e o seu comportamento foi motivo de dúvida para a humanidade. A luz seria partícula ou onda? Isso fez com que ao longo da história, várias teorias fossem apresentadas ao mundo científico tentando responder a esse questionamento. Uma das Teorias, que tinha como principal defensor Isaac Newton, considerava que a luz era composta por partículas. Já outra teoria, de Christian Huyghens, considerava a luz como uma onda radiante. Essas teorias tinham visões distintas e contrárias, além de sozinhas, não serem capazes de explicar os fenômenos observados.

2.4.1.2 Radiação Infravermelha

A radiação eletromagnética infravermelha, descoberta em 1800 pelo astrônomo inglês William Herschel, situa-se no Espectro Eletromagnético entre a luz vermelha e as microondas, e possui comprimentos de onda que variam entre 1 mm a 700 nanômetros. Invisível aos olhos humanos pode ser percebida como sensação de calor. Todos os objetos emitem raios infravermelhos em todas as direções. Essa radiação quando vinda do sol, por apresentar baixa energia, não causa grandes danos ao ser humano, ou seja, não apresenta grande poder de penetração na pele, porém, a exposição em excesso pode causar queimaduras na pele. Possui aplicação em troca de informações entre computadores, celulares e outros eletrônicos, além da utilização de detectores de infravermelho para:

- Guiar mísseis na direção de aviões inimigos (detecta o calor das turbinas);
- “Ver” pessoas no escuro (detecta o calor do corpo);
- Verificar vazamentos de calor em casas e edifícios;

- Inspeccionar vulcões, para verificar se estão prestes a entrar em erupção;
- Além de controles remotos de todos os tipos;

Alguns animais de hábitos noturnos como as cobras, os gambás e alguns insetos como os mosquitos e as mariposas, possuem olhos sensíveis aos raios infravermelhos, o que lhes permite localizar a presa mesmo no escuro. Foi por meio destas observações e habilidades em perceber objetos quentes por estes animais que muitas pesquisas sobre sistemas de detecção têm avançado.

2.4.1.3 Radiação de Rádio Frequência - Ondas de Rádio

Como outras ondas eletromagnéticas que compõe o Espectro Eletromagnético, as ondas de rádio não podem ser vistas, porém podem ser percebidas em diversas atividades do nosso cotidiano.

A faixa do Espectro Eletromagnético que corresponde às ondas de rádio possui grandes comprimentos de onda e conseqüentemente baixas frequências e por este motivo podem se propagar por longas distâncias. Conseguem passar por diversos tipos de materiais utilizados nas construções em geral e obstáculos presentes na natureza. Em função disso, são amplamente utilizadas para transportar informações pelos meios de comunicação em geral: Rádio, TV, telefonia celular, comunicação particular (polícia, bombeiros), dentre outros. Necessita de antena para ser propagada e de receptor para captar o sinal. Apresentam formas diferentes de enviar o sinal: AM e FM.

Por existir muito interesse comercial no Brasil, o governo é quem detém o controle sobre esta faixa do Espectro Eletromagnético e para utilizá-lo existe a necessidade da concessão do órgão competente para a utilização dessas frequências que constituem estações de rádio e TV.

2.4.1.4 Microondas

As microondas são radiações eletromagnéticas que possuem comprimentos de onda curto e consequentemente altas frequências variando entre 10^8 hertz e 10^{12} hertz e necessitam de antenas emissoras e receptoras de sinais.

As altas frequências possibilitam o transporte de um número grande de informações, visto que quantidade de informações transportadas é proporcional a sua frequência. Em virtude disso, apresentam muitas aplicações em situações da vida moderna: telefonia móvel, TV, radares e satélites de comunicações.

Por serem facilmente absorvidas pelas moléculas de água, também são utilizadas para aquecer e cozinhar alimentos por meio dos aparelhos domésticos de forno de microondas. São empregadas ainda em processos industriais químicos, e em secagem de materiais.

2.4.2 Radiação Ionizante

A radiação eletromagnética ionizante é aquela que possui energia capaz de provocar mudanças nos átomos com os quais interagem, num processo chamado de ionização.

Radiação ultravioleta, Raio X e raios gama são exemplos de radiação ionizante, conforme mostra a ilustração abaixo:

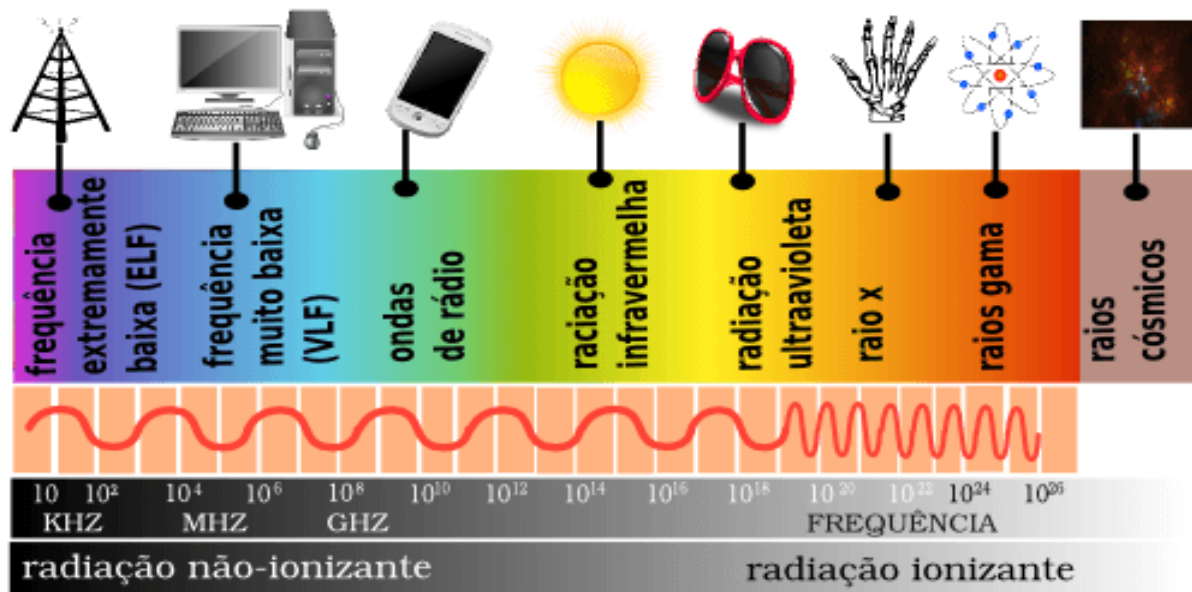


Figura 8:Espectro Eletromagnético – radiação ionizante

Fonte:<http://raios-ultravioleta.info/o-que-sao-raios-ultravioleta.html> acesso em 15.02.2015

Abaixo faremos uma breve descrição de cada uma delas:

2.4.2.1 Radiação Ultravioleta

A faixa do Espectro Eletromagnético que representa a radiação ultravioleta, descoberta em 1801 pelo físico alemão Johann Wilhelm Ritter (1776-1810), possui comprimentos de ondas que variam entre 4.000 Å e 40 Å (1 Å = 1 angström = 10^{-10} m).

A principal fonte de emissão da radiação ultravioleta é o sol, que ao passar pela atmosfera, particularmente pela camada de ozônio, retém grande parte dessa radiação o que torna possível a vida na Terra. A propagação da radiação ultravioleta se divide em: UVA, UVB e UVC. Essa classificação se dá basicamente em função dos efeitos biológicos provocados pelos diferentes comprimentos de ondas de cada faixa sobre os organismos vivos.

A radiação UVA tem maior incidência, pois não é absorvida pela camada de ozônio e quando atinge os seres humanos penetra camadas profundas da pele, sendo um importante causador do foto envelhecimento, além de predispor a pele ao surgimento do câncer. Esse tipo de radiação está presente nas câmaras de bronzeamento artificial em doses mais elevadas do

que na radiação proveniente do sol. A radiação UVB possui menor intensidade, pois grande parte é absorvida pela camada de ozônio. A exposição a este tipo de radiação causa vermelhidão e queimaduras, visto que não penetra tão profundamente na pele quanto à radiação UVA. A radiação UVC não atinge a superfície da Terra, pois é totalmente absorvida pelo oxigênio e ozônio presentes na atmosfera. Possui alto poder de penetração e por este motivo é muito nociva aos seres vivos. É produzida artificialmente e utilizada principalmente na área da saúde para esterilizar instrumentos cirúrgicos e água. A imagem abaixo nos mostra a intensidade e como as radiações UVA, UVB e UVC atingem a superfície da Terra:

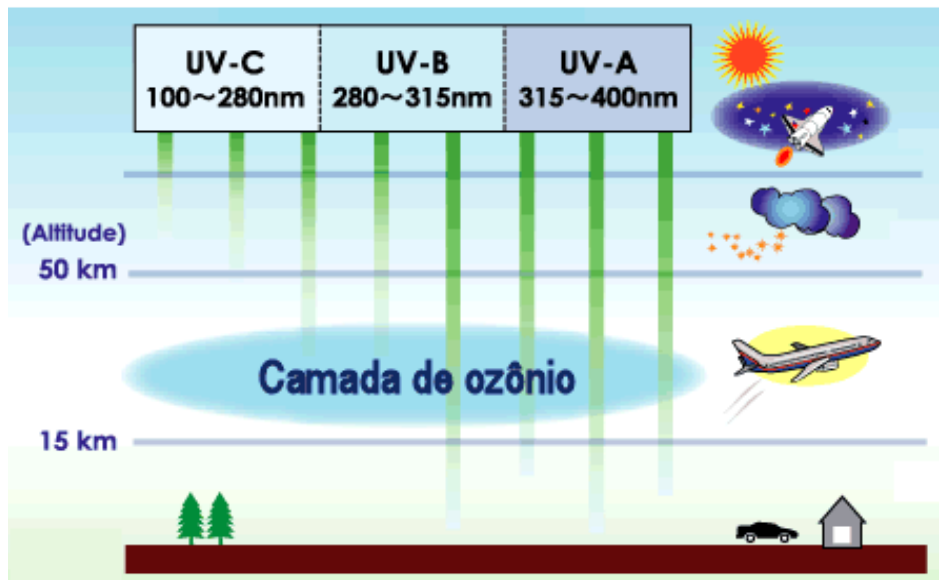


Figura 9: Radiação UVA, UVB e UVC

Fonte: <http://astro.if.ufrgs.br/esol/esol.htm> acesso em 03.03.2105

As radiações UVA, UVB e UVC também apresentam benefícios à pele quando exposta em quantidade correta e horários de menor incidência:

- Estimula a produção da melanina;
- Sintetizam a vitamina D importante para o metabolismo do cálcio e do fósforo no organismo.

2.4.2.2 Raio X

Os raios X foram detectados pela primeira vez pelo físico alemão Wilhelm Rontgen (1845 -1923) no final de 1895 durante o estudo da luminescência por raios catódicos e recebeu esse nome em decorrência do desconhecimento quanto à natureza da radiação descoberta. A figura abaixo é a imagem do primeiro raio X realizado por Rontgen:



Figura 10:Imagem da Primeira Radiografia

Fonte:<https://pt.wikipedia.org/wiki/Radiologia> acesso em 16.02.2015

Os Raios X são ondas eletromagnéticas que possuem comprimentos de ondas pequenos e altas frequências, acima de 3×10^{16} Hz. Desse modo, apresentam alto poder de penetração, e é capaz de atravessar tecidos de baixa densidade como a carne humana, o que possibilita obter imagens dos ossos para investigar possíveis fraturas e imagens de outros órgãos internos em uma chapa fotográfica. Uma verdadeira revolução na Medicina!

Além de detectar fraturas, presença de corpos estranhos dentro do corpo humano, possui aplicação também na indústria, na observação e verificação de falhas na estrutura interna de objetos. Também é utilizado na inspeção de bagagens em portos e aeroportos.

Assim como outras radiações eletromagnéticas, o Raio X apresenta na sua utilização, benefícios e malefícios. Devido à sua capacidade de penetração nos tecidos ao mesmo tempo em que auxilia no diagnóstico médico, também representa um perigo, visto que a exposição excessiva pode causar sérios danos à saúde, como por exemplo, provocar a formação de células cancerígenas, alteração ou morte de células, mutações do DNA, leucemia, dentre outros. Desse modo existe a necessidade que os profissionais de saúde que trabalham com radiologias usem equipamentos de segurança, aventais de chumbo, que os proteja das radiações e se mantenham longe no momento da emissão do raio.

2.4.2.3 Raios Gama

A radiação gama ou raio gama é a radiação eletromagnética que possui comprimentos de ondas muito pequenos e altas frequências. Desse modo, é uma radiação ionizante de alta energia, que possui alto poder de penetração e que pode causar danos às células. Normalmente é gerada por elementos químicos como, por exemplo, o Urânio e Polônio ou por fenômenos astrofísicos e é utilizada principalmente pela área médica, na esterilização de equipamentos, e na indústria, na descontaminação de produtos alimentícios por meio da aniquilação dos microrganismos. Também é utilizado como auxiliar na cura do câncer, através da radioterapia e em procedimentos cirúrgicos sem corte para a destruição de tumores.

Finalmente, podemos dizer que o conjunto de todas as ondas eletromagnéticas é chamado de Espectro Eletromagnético. Todas essas ondas são da mesma natureza e o que as distingue umas das outras são a sua frequência, o seu comprimento de onda e a sua energia. Cada uma delas possui uma aplicação diferente em nosso cotidiano.

3. METODOLOGIA

A escolha de uma abordagem qualitativa se deu em função deste método de investigação se utilizar de procedimentos interpretativos e descritivos que levam em consideração os sujeitos envolvidos e suas percepções. Nesse enfoque, o pesquisador, além de coletar dados e informações, deve ser sensível ao contexto do ambiente investigado visto que o seu objetivo é compreender e encontrar significados a partir de padrões encontrados para que se estabeleça a compreensão do objeto de estudo. Neste tipo de abordagem não há interesse somente pelos resultados, mas sim por todo o processo de investigação, que deve ser feito utilizando diversos tipos de registro e o confronto entre os mesmos.

Os investigadores qualitativos estabelecem estratégias e procedimentos que lhes permitam tomar em consideração as experiências e ponto de vista do informador. O processo de condução da investigação qualitativa reflete uma espécie de diálogo entre os investigadores e os respectivos sujeitos, dado estes não serem abordados de forma neutra (BOGDAN & BIKLEN, 1999, p. 51).

Segundo Bogdan e Biklen (1994), à medida que o pesquisador vai conhecendo melhor o seu objeto de estudo, as estratégias e os planos vão sendo modificados para que se delimite o trabalho. Desse modo, o pesquisador deve fazer uso de instrumentos e técnicas de pesquisa e coleta de dados capazes de obter informações que possibilitem interpretações e confrontos com referenciais teóricos para que seja obtido o resultado desejado.

Segundo Moreira (2001), o pesquisador qualitativo se utiliza basicamente do enfoque descritivo e interpretativo dos dados coletados. Ele emerge no ambiente a ser estudado junto ao fenômeno e observa atentamente o ambiente estudado. Não se importa com dados estatísticos, se utiliza de anotações, registros de eventos e atividades que possam ser comparados e generalizados a situações similares. Ainda, considerando que pretende-se promover mudanças de perspectivas acerca de planejamentos, metodologias de ensino e avaliação, no contexto em que a investigação se desenvolverá, optamos por realizar uma pesquisa qualitativa, com nuances de pesquisa-ação.

A pesquisa-ação proporciona aos participantes envolvidos na pesquisa de forma colaborativa condições de investigar e refletir criticamente sobre a sua prática. Possibilita também a busca de estratégias para a resolução dos problemas encontrados.

3.1 O contexto da investigação

A pesquisa foi realizada em uma escola pública de Ensino Médio do Município de Sinop - MT. A escolha da escola foi devido a investigadora já ter feito parte do quadro de professores da referida unidade escolar, acompanhar a formação continuada dos profissionais, em razão da escola ter feito a adesão ao Ensino Médio Inovador, e estar em busca de novas metodologias que possam despertar o interesse dos alunos em aprender.

A escola pesquisada funciona em três turnos, onde atende aproximadamente 1.300 alunos nos anos finais do Ensino Fundamental e Ensino Médio. Está localizada na área central da cidade de Sinop – MT e os alunos são oriundos de diversos bairros periféricos da cidade. Apresenta uma estrutura física não muito adequada, com 16 salas de aula pouco ventiladas, 01 biblioteca com poucas condições de uso, 01 laboratório de informática com poucos computadores em funcionamento e que na maior parte das vezes está sem acesso à internet, além de não dispor de outros recursos tecnológicos. É uma escola que apresenta um índice considerável de evasão e retenção no Ensino Médio, principalmente no primeiro ano, conforme dados do BI (Business Intelligence) disponível no site da Secretaria de Estado de Educação.




Matriz	Turno	Turmas	Total Matrículas Reg.	% Matrículas Ent. por Idade	% Afastamento	% Retenção	Filtrar
43 - ENSINO MÉDIO > REGULAR > ANO > 3º ANO	NOTURNO	52	230	0.00	10.54	7.03	
39 - ENSINO MÉDIO > REGULAR > ANO > 2º ANO	NOTURNO	58	250	0.00	13.96	7.74	
35 - ENSINO MÉDIO > REGULAR > ANO > 1º ANO	DIURNO	74	336	0.13	21.82	13.35	

Figura 11: Índice de evasão e retenção do Ensino Médio – 2014 para a escola investigada
Fonte: Business intelligence – Seduc MT ano letivo 2014

Para tentar mudar essa realidade, a escola, no ano de 2015, aderiu ao Programa Ensino Médio Inovador - ProEMI, instituído pelo Governo Federal que tem o objetivo de incentivar a reestruturação dos currículos das escolas, bem como apoiar e fortalecer o desenvolvimento de propostas inovadoras. O programa busca ainda garantir a formação integral dos estudantes por

meio da ampliação da carga horária anual e inclusão de atividades diferenciadas que responda às demandas e expectativas da sociedade.

Para melhor entendimento e para descrever de maneira mais adequada os passos utilizados dividimos a pesquisa em duas etapas:

1- Construção coletiva da UEPS com o tema Espectro Eletromagnético.

Nessa fase da pesquisa nosso objetivo foi buscar professores interessados em participar do estudo, conhecê-los e proporcionar momentos coletivos de estudos e planejamentos para a construção da UEPS para em seguida ser aplicada e avaliada.

2- Aplicação da UEPS e análise dos resultados.

Esse estágio teve como objetivo a aplicação, coleta de dados e avaliação da UEPS nas turmas que as professoras participantes da pesquisa ministram aulas de Física, com o intuito de procurar evidências de aprendizagem que possam justificar a sua aplicabilidade como uma metodologia facilitadora da aprendizagem significativa.

A seguir vamos descrever como foi realizada cada uma dessas etapas:

3.1.1 Construção Coletiva da UEPS Com o Tema Espectro Eletromagnético

Nesta etapa a coleta de dados foi realizada por meio de questionário, entrevista e diário de campo dos encontros coletivos de estudos e planejamentos.

Nossa primeira ação foi entrar em contato com a escola e apresentar a proposta para a equipe gestora e à coordenação pedagógica que demonstrou interesse em participar, desde que os estudos e planejamentos coletivos fossem realizados fora da jornada de trabalho semanal do professor interessado, visto que a escola já possui um projeto de formação que todos os profissionais participam, instituído pela SEDUC, chamado “Sala de Educador”.

Com a aprovação da equipe gestora da escola, o passo seguinte consistiu em apresentar o projeto aos cinco professores que ministram a disciplina de Física nas turmas do Ensino Médio da unidade escolar.

Num primeiro momento quatro professoras, uma habilitada em Física, duas habilitadas em Matemática e uma em Ciências Naturais com habilitação em Matemática, demonstraram interesse em participar da pesquisa.

O passo seguinte, então, foi distribuir os questionários e agendar as entrevistas que tinham como objetivo obter o perfil dos participantes da pesquisa. Nessa etapa uma professora alegou que por ter uma jornada de trabalho extensa e em mais de uma unidade escolar, mesmo tendo interesse em participar, não conseguiria conciliar seus horários com os momentos de estudos coletivos e por esse motivo não poderia participar.

O questionário foi devolvido por três professoras, porém, para a entrevista, só compareceram duas professoras. Após remarcar diversas vezes a entrevista com a terceira colaboradora, a única professora habilitada em Física da escola, decidiu não participar da pesquisa em função dos momentos de estudo coletivos serem fora do seu horário remunerado de trabalho.

Com isso, duas professoras se prontificaram a participar da pesquisa, uma licenciada em Ciências Naturais com habilitação em Matemática pela UFMT, que denomino professora A, e outra licenciada em Matemática pela UNEMAT, que denomino professora B.

Na sistematização do questionário, entrevista e diário de campo, foi possível desenhar o perfil das professoras. São profissionais formadas a menos de dois anos, então, em início de carreira e por este motivo, não conseguem aulas da disciplina de formação e para serem inseridas no mercado de trabalho, se disponibilizam a trabalhar com disciplinas que não tem professor habilitado, ou seja, ministrar aulas de Física não é uma escolha pessoal, mas sim, uma alternativa de trabalho. Atuam no Ensino Médio e anos finais do Fundamental com uma jornada semanal de 30 horas, no regime de contrato, sendo 24 horas de regência em sala de aula e 6 horas atividades, nas disciplinas de Matemática, Física e Ciências.

São pessoas que, por gostarem da profissão, optaram pela licenciatura e, mesmo o curso escolhido apresentando disciplinas que exigem dedicação e muito estudo como cálculo e álgebra, dizem que as lembranças da graduação são boas e o que mais sentem falta são os grupos de estudos, a ajuda e companheirismo dos colegas de turma.

Relataram que algumas disciplinas vistas na graduação têm pouca aplicabilidade na educação básica. Que os estudos realizados no decorrer da graduação em relação às

metodologias não foram suficientes para que pudessem compreender de fato qual a sua contribuição no fazer pedagógico, e como utilizá-las para desenvolver um trabalho mais significativo junto aos alunos. Elas também relataram que não sabem dizer qual teoria embasam a sua prática, porém apresentam predisposição em aprender coisas novas que venham a contribuir para o seu crescimento profissional.

A coleta de dados sobre o perfil profissional evidenciou que embora tenham conhecimento da existência das Orientações Curriculares do Estado de Mato Grosso, documento que orienta as ações pedagógicas de cada disciplina construída de forma coletiva e com a participação de todos os profissionais das instituições públicas da Educação Básica sob a orientação de consultores das principais universidades do estado, afirmam que não sabem como utilizá-las e que utilizam o livro didático disponibilizado pela escola em seus planejamentos. Relataram ainda que em função do número reduzido de aulas semanais existe a necessidade de selecionar alguns conteúdos e que o critério utilizado para essa seleção é pessoal, ou seja, elas trabalham os conteúdos que julgam ser importantes. Salientam ainda, que tem consciência que por serem formadas em Matemática, se sentem mais seguras em trabalhar com conteúdos que priorizam os cálculos matemáticos, embora observem que os alunos se mostram pouco interessados em aprender, o que gera uma grande frustração e que para tentar amenizar essa situação que ocorre na sala de aula é que se propuseram a participar da pesquisa.

Na entrevista, as professoras também relataram que para ministrar as aulas de Física precisam se dedicar e estudar muito, visto que na graduação do curso de Matemática os conceitos físicos não são abordados com a profundidade necessária. Também declararam que nunca trabalharam com o tema Espectro Eletromagnético em sala de aula e que a lembrança que possuem sobre o tema é das aulas do Ensino Médio e de algumas reportagens que leram. Acreditam ser um conteúdo importante e atual, que apresentará muitas possibilidades de aplicação em situações do cotidiano, estabelecendo uma relação entre os conceitos Físicos e situações práticas vivenciadas por eles em seu dia-a-dia, e que por esse motivo poderá despertar o interesse dos alunos em aprender e conseqüentemente mudar a visão que possuem da disciplina.

Apesar de, no questionário, declararem que trabalham na perspectiva da aprendizagem significativa, na entrevista afirmaram que não possuem conhecimento em relação à Teoria da Aprendizagem Significativa e às Unidades de Ensino Potencialmente Significativas, mas estão dispostas a utilizá-las como recurso metodológico na abordagem da unidade relacionada ao

Espectro Eletromagnético. Ficou evidente também que ainda possuíam dúvidas em relação aos passos da pesquisa e como ela de fato se dará na prática.

O passo seguinte consistiu em organizar os momentos de estudos e planejamentos coletivos que contemplassem as dificuldades apresentadas pelas professoras e que resultassem na construção da UEPS. Os estudos coletivos tiveram início no dia vinte e oito de abril e foram concluídos no dia trinta de maio de 2015 e foram estruturados da seguinte forma:

1º encontro - Apresentação da pesquisa de forma mais clara e objetiva, expondo os procedimentos, estudos coletivos a serem realizados, e a participação de cada uma delas.

2º encontro - Estudos sobre a caracterização da área de Ciências da Natureza e Matemática, o Ensino da Física nos dias atuais e os Temas Estruturantes para o Ensino Médio de acordo com as Orientações Curriculares do Estado de Mato Grosso.

3º encontro - Uma breve apresentação da Teoria de Aprendizagem Significativa.

4º encontro - Estudo das Unidades de Ensino Potencialmente Significativas.

5º encontro - Construção de uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa com o tema Espectro Eletromagnético a partir de uma proposta organizada pela pesquisadora.

6º encontro - Seleção dos experimentos, vídeos, situações problemas e demais atividades.

7º encontro - Estudos sobre os conceitos Físicos envolvidos nos estudos do Espectro Eletromagnético: conceitos de onda, ondas mecânicas e eletromagnéticas, enfatizando as diferenças e semelhanças entre elas, as características das ondas: comprimento de onda, frequência, amplitude, período, velocidade, bem como as implicações dessas características.

8º encontro - Estudos sobre as ondas eletromagnéticas que fazem parte do Espectro Eletromagnético: ondas de rádio, microondas, radiação infravermelha, luz visível, radiação ultravioleta, raios X, raios Gama e organização final da Unidade de Ensino Potencialmente Significativa.

No decorrer dos encontros formativos realizados para a construção da UEPS as professoras envolvidas na pesquisa participaram ativamente da pesquisa e escolha das atividades, textos de apoio, vídeos e atividades experimentais sobre o tema de ensino.

3.1.2 Aplicação da UEPS e Análise dos Resultados

A segunda etapa da pesquisa consistiu na aplicação da UEPS com o tema Espectro Eletromagnético, construída de acordo com os passos sugeridos por Moreira (2012) em turmas que as professoras participantes atuavam na disciplina de Física para buscar evidências de aprendizagem que possam verificar a sua aplicabilidade.

Optamos por aplicar a UEPS nas turmas do primeiro ano do Ensino Médio por ser o nível de ensino comum às duas professoras. A professora A atuava na disciplina de Física nas turmas do 1º e 2º anos dos períodos matutino e vespertino, já a professora B atuava nos 1º e 3º anos matutino e noturno. Dessa forma, poderíamos estabelecer se necessário, algum tipo de relação com os dados obtidos.

Para a escolha das turmas para aplicação da UEPS, levou-se em consideração os dias e horários das aulas de Física das professoras participantes da pesquisa que se encaixavam nos dias e horários em que havia a possibilidade de serem acompanhadas pela investigadora. As turmas que se encaixaram nesse perfil foram uma do período matutino da professora A e uma do período noturno da professora B.

Nessa fase da pesquisa os dados foram coletados para posterior análise por meio de atividade inicial para o levantamento dos conhecimentos prévios, registro dos experimentos realizados, diário de bordo contendo o registro das aulas, avaliação individual escrita e mapa conceitual produzido pelos alunos que apontem evidências de aprendizagem que possam verificar a sua aplicabilidade.

A turma escolhida do período matutino, denominada Turma 1, era composta por 27 alunos, com idade entre 15 e 19 anos, sendo 16 meninos e 11 meninas. Alunos que em sua maioria ainda não atingiram a idade mínima para trabalhar e estudar no período noturno ou que não conseguiram seu primeiro emprego e, portanto, ainda permanecem estudando durante o dia. Era uma turma com grande fluxo de alunos que transitavam de horário dentro da unidade escolar ou mudavam de escola em função do mercado de trabalho.

Eram alunos bastante agitados, que conversavam muito e não gostavam de cumprir com as regras da escola, como por exemplo, a proibição do uso do celular em sala de aula. Alguns

alunos eram pouco interessados em participar das aulas, e outros passavam a maior parte do tempo fora da sala de aula.

A turma escolhida do período noturno, que denomino de Turma 2, possuía 22 alunos frequentes, sendo 12 meninas e 10 meninos com idade entre 16 e 22 anos. Era uma turma formada em sua maioria por jovens trabalhadores que chegavam à escola cansados e desmotivados depois da jornada de trabalho, além de possuir um grande fluxo de alunos. Alguns chegavam atrasados quase todos os dias e outros preferiam ficar nos corredores e refeitório ao invés de ficarem dentro de sala de aula. Também eram alunos que conversavam o tempo todo e apresentavam dificuldade em cumprir regras básicas de convivência, como respeitar o colega e o direito de participar das aulas.

A seguir descreveremos como foi realizada a aplicação da UEPS nas turmas selecionadas, especificando cada passo da unidade de ensino, seus objetivos e atividades desenvolvidas. Os passos descritos são os recomendados por Moreira (2012).

3.1.2.1 Levantamento dos conhecimentos prévios dos alunos:

Esse passo tinha por objetivo apresentar situações que fizessem os alunos exteriorizarem os conhecimentos que já possuíam sobre o tema de ensino e que serviriam de informações para que o professor pudesse usar como elemento de integração com os conhecimentos que desejava ensinar.

Em nossa proposta, para levantarmos os conhecimentos prévios dos alunos, optamos por realizar uma atividade inicial colaborativa onde os alunos, de posse de uma folha em branco, lápis coloridos e canetas, foram convidados a fazer desenhos, esquemas, anotar palavras ou frases que acreditassem ter relação com o tema de estudo. Esta atividade foi realizada em grupos de até quatro alunos e no decorrer de sua execução foram apresentados alguns questionamentos com o objetivo de auxiliar os alunos a expor seus conhecimentos, tais como: o que é radiação? De onde vem? São boas ou ruins para o ser humano? O que é onda? Que tipo de ondas vocês conhecem? Espectro eletromagnético?

A seguir, por meio de um mediador, escolhido pelo grupo, foi realizado a socialização da produção. Essa produção e as anotações realizadas pelo professor no momento da socialização da atividade foram guardadas para posterior análise.

3.1.2.2 Apresentação dos organizadores prévios:

Esta etapa tinha por objetivo propor situações em níveis introdutórios que levassem em conta os conhecimentos prévios dos alunos levantados na etapa anterior e que serviriam para prepará-los para os novos conhecimentos que se pretende ensinar, ou seja, essas situações iniciais exercem a função de organizadores prévios.

Em nossa unidade de ensino, levando-se em consideração o que os alunos demonstraram saber sobre o tema, optamos por apresentar o vídeo intitulado: Quer que desenhe? (Espectro eletromagnético de Carlos Ruas, disponível em <https://www.youtube.com/watch?v=3po0Ek5aPKE>, para dar ao aluno uma visão geral do que será aprendido com este tema, apresentar o conceito de radiação e ondas eletromagnéticas e suas aplicações em nosso cotidiano além de ampliar a percepção dos mesmos em relação ao tema.

Utilizamos o vídeo como um organizador prévio pois a sua apresentação leva em consideração o que os alunos já sabem e faz uma relação com o que deve saber sobre o tema de ensino. Chamamos atenção aqui para um erro conceitual do vídeo que apresenta a luz visível com uma frequência compreendida entre 400 e 700 nanômetros, quando o correto é afirmar que o comprimento de onda está entre o intervalo apresentado.

A seguir apresentamos duas atividades experimentais com o objetivo de introduzir os conceitos de ondas mecânicas e ondas eletromagnéticas e evidenciar as semelhanças e diferenças entre elas. A atividade foi realizada em grupos de no máximo 4 alunos. Para que pudéssemos direcionar a observação dos alunos durante a realização da atividade experimental, criamos no decorrer dos momentos formativos um instrumento (anexo 1) para o registro dessas impressões e que após a socialização dos grupos foi recolhido para verificação de indícios de construção de conceitos.

Para finalizar esta etapa, foi realizada a leitura e discussão em pequenos grupos do Texto de Apoio 1 (Apêndice B): Radiações e o Espectro Eletromagnético que aborda de uma maneira geral tudo o que já foi visto e vivenciado pelos alunos, além de trazer outros conceitos físicos que serão abordados nas próximas etapas.

3.1.2.3 Apresentação do conhecimento a ser ensinado

Este passo tinha por objetivo apresentar o conteúdo a ser ensinado. Os conceitos deveriam ser abordados levando-se em consideração a diferenciação progressiva e reconciliação integradora, ou seja, deveria iniciar com aspectos mais gerais que dão uma visão do todo para em seguida exemplificar e abordar aspectos mais específicos da unidade de ensino retornado às generalidades que vão sendo enriquecida conceitualmente. Essa é a dinâmica da assimilação, que deve resultar em aprendizagem significativa.

Em nosso planejamento optamos por apresentar esta etapa por meio de aula expositiva tendo como material de suporte o Texto de Apoio 2 (Apêndice C): Ondas Eletromagnéticas que apresenta os conceitos de: frequência, período, comprimento de onda, velocidade e amplitude e demonstra a equação da velocidade de propagação da onda. A aula foi apresentada por meio de slides e tiveram início com alguns questionamentos cujo propósito foi instigar os alunos a pensar sobre o tema de estudo e estimular a participação e troca de significados durante a aula. Também realizamos a resolução de algumas situações-problemas que foram acompanhadas e registradas as impressões no diário de campo.

3.1.2.4 Apresentação dos Aspectos estruturantes – Reconciliação integradora

Nesta etapa deveriam ser apresentados os aspectos estruturantes, mais gerais da Unidade de Ensino com o objetivo de se promover a reconciliação integradora. Era uma continuação da etapa anterior onde foram abordados aspectos relevantes da proposta com um nível mais alto de complexidade.

Em nossa unidade de ensino optamos por dividir esta etapa em três subunidades:

Subunidade I: Luz visível;

Subunidade II: Radiação não ionizante;

Subunidade III: Radiação-ionizante.

A seguir, descreveremos como foi realizada cada uma dessas subunidades.

Subunidade I: Luz visível

Nesta subunidade, optamos por apresentar os conceitos envolvidos por meio de uma aula expositiva com o auxílio de slides tendo como material de suporte o Texto de Apoio 3: Luz Visível (Apêndice D). A abordagem teve início com a proposição das seguintes perguntas: Você sabe por que o céu é azul? Porque as folhas da maior parte das árvores são verdes? Já observou um arco-íris? Sabe quais cores o compõe?

O objetivo desses questionamentos foi o de envolver os alunos com o tema de estudo, estimular a pensar e estabelecer relações com o que já sabe compartilhar e trocar significados com os colegas de grupo.

A seguir, foram apresentadas algumas atividades experimentais que foram realizadas em grupo. Também foram resolvidas de forma colaborativa algumas situações problema. As impressões sobre a aula foram registradas no caderno de campo.

Subunidade II: Radiação não ionizante

Essa subunidade teve por objetivo apresentar a radiação não ionizante e suas aplicações em nosso cotidiano. Para esta etapa decidimos apresentar um vídeo que está disponível em <https://www.youtube.com/watch?v=6Z1U1VbUtUU>, e que mostra o seguinte experimento: quatro celulares colocados uns próximos dos outros quando recebem chamadas ao mesmo tempo, estouram grãos de pipoca colocados próximos a eles.

Após assistir parte do vídeo, os alunos foram instigados a expor suas ideias com os questionamentos: Vocês acreditam nessa possibilidade? Isso é verdade ou mentira? Vamos tentar fazer isso? Será que realmente é possível os celulares estourarem as pipocas?

Depois de realizar o experimento, novos questionamentos foram usados com o intuito de levar os alunos a expressar suas percepções: Por que o experimento não deu certo? O que vocês acreditam que falhou na realização deste experimento? Quais são as hipóteses que podem ser levantadas a partir do vídeo e da realização do experimento? Se o que o vídeo nos mostrou fosse verdade o que será que aconteceria conosco quando fossemos falar ao celular?

Para abordarmos outros conceitos físicos, optamos por realizar o experimento da visualização da radiação infravermelha com o auxílio da câmara do celular, além de apresentar o vídeo: “Fantástico 2011 – a radiação do celular” disponível em https://www.youtube.com/watch?v=XBh_3ftr-qY, que mostra os estudos realizados até o momento sobre o uso do celular por adultos e crianças, seus benefícios e malefícios.

Para finalizar a aula, decidimos apresentar por meio de aula expositiva e com o auxílio de slides a parte do Espectro Eletromagnético que corresponde a ondas de rádio, microondas e radiação infravermelha e as suas aplicações em nosso cotidiano.

Subunidade III: Radiação-ionizante

Esta subunidade tinha por objetivo apresentar a radiação ionizante do Espectro Eletromagnético: ultravioleta, raio x e raio gama.

Selecionamos para o início desta etapa algumas situações problematizadoras: O que vocês acham que é uma radiação ionizante? O que ela provoca nos seres vivos? O que essas radiações têm em comum? O que as difere das não ionizantes?

Após essa conversa inicial sobre o tema da aula e alguns alunos expressarem o que pensavam a respeito, apresentamos por meio de aula expositiva a parte ionizante do Espectro, ressaltando a sua aplicabilidade nos dias atuais.

3.1.2.5 Processo da diferenciação progressiva

Nesta etapa, para dar continuidade ao processo de diferenciação progressiva devem ser retomadas as características mais relevantes do tema de ensino, buscando a reconciliação integrativa. Podem ser utilizados diversos tipos de recursos para que o objetivo seja alcançado. Aqui, o importante não é a estratégia, mas a forma de trabalhar o conteúdo.

Em nossa unidade de ensino definimos que os conceitos mais relevantes seriam abordados novamente por meio de aula expositiva com o auxílio de um projetor multimídia e em seguida os alunos seriam convidados a realizar de forma colaborativa a construção de um Espectro Eletromagnético. Combinamos também que no decorrer desta aula iríamos observar como os alunos se comportam: as iniciativas de cada um, o trabalho em grupo, a participação, o interesse e o espírito colaborativo. Também queríamos observar se era possível verificar com esta atividade a construção mental que os alunos fizeram do tema e utilizar essas informações como uma das avaliações da unidade.

Para a realização desta atividade foram distribuídos para cada grupo de alunos, envelopes com diversos tipos de materiais (TNT, folhas coloridas, imagens de equipamentos que utilizam as ondas eletromagnéticas em seu funcionamento, canetas coloridas e cartolinas). De posse desses materiais os alunos foram convidados a construir um Espectro Eletromagnético do tamanho do quadro da sala, e nele fossem representados os diferentes tipos de radiações ou ondas eletromagnéticas, suas características e possíveis aplicações.

3.1.2.6 Avaliação da unidade de ensino

Nesta etapa, que tinha por objetivo procurar evidências da aprendizagem significativa do tema trabalhado, optamos por realizar primeiramente a construção de um mapa conceitual e depois uma avaliação individual com questões que forneçam indícios da construção dos conceitos físicos trabalhados.

Por serem alunos do primeiro ano do Ensino Médio e que ainda não estavam familiarizados com este tipo de construção, decidimos fazer uma oficina para apresentar em duas aulas o que é e como se constrói um mapa conceitual. Essa atividade foi realizada por meio de aula expositiva com o auxílio de slides. Escolhemos fazer uma espécie de “ensaio” propondo a construção de um mapa conceitual com o tema “corpo humano” por acreditarmos ser de fácil entendimento à faixa etária dos alunos.

Em seguida, com os alunos distribuídos em grupos e de posse de uma folha impressa contendo vários conceitos trabalhados no decorrer da aplicação da unidade de ensino, como forma de auxiliar a estruturação das ideias, foram orientados a construir um mapa conceitual

com o tema Espectro Eletromagnético, utilizando os conceitos impressos e acrescentando o que julgassem pertinente em sua construção.

4. RESULTADOS

A seguir apresentaremos a análise dos resultados obtidos na produção livre, mapas conceituais, registros das atividades experimentais, avaliação escrita e observações realizadas no decorrer da aplicação da UEPS usados na coleta de dados da pesquisa.

4.1 Análise da Atividade Inicial e dos Mapas Conceituais

Na primeira aula da UEPS foi proposto aos alunos a realização de uma atividade inicial. Essa atividade realizada com os alunos distribuídos em grupos teve como objetivo levantar os conhecimentos prévios, ou seja, perceber o que os alunos já sabiam sobre o tema. Em seguida essas produções foram socializadas por meio de um mediador de cada grupo e as explicações foram devidamente registradas pelo professor.

Ao término da aplicação da UEPS, foi solicitado aos alunos a construção de um mapa conceitual sobre o tema de ensino. Para Moreira (2011), o mapa conceitual é um instrumento facilitador da aprendizagem significativa, capaz de representar a estrutura cognitiva do aprendiz. Ele também afirma que ele pode ser utilizado em diversas situações e finalidades.

Em nossa UEPS os mapas conceituais foram utilizados como instrumento avaliativo com o objetivo de obter evidências da aprendizagem significativa. Segundo Moreira (2011) é possível perceber por meio das representações que o aluno faz como ele elabora, ordena, classifica e estabelece relações entre os conceitos de uma unidade de estudo.

Como instrumento de avaliação da aprendizagem, mapas conceituais podem ser usados para se obter uma visualização da organização conceitual que o aprendiz atribui a um dado conhecimento. Trata-se basicamente de uma técnica não tradicional de avaliação que busca informações sobre os significados e relações significativas entre conceitos-chave da matéria de ensino segundo o ponto de vista do aluno. É mais apropriada para uma avaliação qualitativa, formativa, da aprendizagem. (MOREIRA, 2011, p. 05)

Ainda segundo Moreira (2011), os mapas conceituais, quando utilizados como instrumento de avaliação, são ferramentas importantes para compreender os conceitos presentes

na estrutura cognitiva do estudante, evidenciar os significados atribuídos e as relações que estabelece entre eles.

Nesse sentido, as produções feitas pelos alunos foram recolhidas, analisadas qualitativamente e categorizadas. Para estabelecer os critérios de avaliação e categorização dos mapas conceituais utilizamos a base teórica de Novak. Também fomos buscar subsídios nos trabalhos de Moreira (2006), Novak e Cañas (2010), Junior (2012) e Silva (2007).

Para facilitar a categorização, criamos um instrumento de avaliação onde procuramos de acordo com Moreira (2006) perceber como os alunos organizam, estabelecem relações, diferenciam e integram os conceitos da UEPS sobre o Espectro Eletromagnético.

Nesse instrumento de análise dos mapas conceituais, que tem como pressuposto os princípios da aprendizagem significativa, procuramos observar e interpretar as construções realizadas pelos alunos, buscando verificar se houve a diferenciação progressiva ou a reconciliação integrativa, que são indicadores da aprendizagem significativa.

Para tanto, utilizamos alguns critérios de análise para verificarmos a estrutura desses mapas conceituais: quantidade de conceitos, níveis de hierarquia, proposições com significado coerente e as relações entre esses conceitos. Optamos por selecionar doze conceitos válidos por representar um pouco mais de 50% dos conceitos apresentados aos alunos para a construção do mapa conceitual. A partir da análise desses critérios, mesmo considerando a subjetividade inerente a essa avaliação, os mapas foram categorizados em:

- A- Apresenta evidências de aprendizagem significativa;
- B- Apresenta pouca evidência de aprendizagem significativa;
- C- Não apresenta evidências de aprendizagem significativa.

Os critérios estabelecidos e a análise realizada estão sistematizados no quadro abaixo:

Quadro 1: Categorias obtidas da análise dos mapas conceituais

Categorias	Conceitos	Proposições	Níveis hierárquicos	Relações entre conceitos
A- Apresenta evidência de aprendizagem significativa	Apresenta doze conceitos ou mais	Apresenta proposições entre todos os conceitos com significado lógico	Apresenta pelo menos 3 níveis hierárquicos	Apresenta todas as relações corretas entre os conceitos
C- Não apresenta evidências de aprendizagem significativa	Apresenta doze conceitos ou mais	Não apresenta proposições entre todos os conceitos com significado lógico	Apresenta menos de 3 níveis hierárquicos	Apresenta relações errôneas entre conceitos
B- Apresenta pouca evidência de aprendizagem significativa	Apresenta entre 8 e 12 conceitos	Apresenta palavras de ligação entre todos os conceitos com significado lógico	Apresenta pelo menos 3 níveis hierárquicos	Apresenta todas as relações corretas entre os conceitos
C- não apresenta evidência de aprendizagem significativa	Apresenta menos de 8 conceitos	Não apresenta palavras de ligação entre todos os conceitos com significado lógico.	Apresenta menos de 3 níveis hierárquicos	Apresenta relações errôneas entre conceitos

Na Turma 1, 24 alunos, distribuídos em 6 grupos, participaram da atividade inicial para o levantamento dos conhecimentos prévios e da construção do mapa conceitual. Para que fosse possível comparar as produções, os grupos que realizaram a atividade inicial foram os mesmos que construíram os mapas conceituais. A sistematização da socialização dos grupos da atividade livre está disposta no quadro abaixo:

Quadro 2: Sistematização da socialização da atividade inicial da Turma 1

Produção	Registro da socialização da atividade inicial realizada pelo mediador em relação à produção realizada pelo grupo
Grupo 1	<i>“A radiação “segundo o que os colegas do outro grupo disseram” vem do sol, por esse motivo desenhamos o sol. Já quanto às ondas, só conhecemos as do mar e não sabemos e nunca ouvimos falar do espectro eletromagnético. Também não sabemos se são boas ou ruins para o ser humano”.</i>
Grupo 2	<i>“Não sabemos conceituar radiação com palavras. Imaginamos que ela vem de “cima” do sol, logo estão em todo lugar. Acreditamos que muitas coisas funcionam por meio delas, como é o caso do Raio X. Também achamos que são boas e ruins ao ser humano. Exemplo: ouvimos dizer que o Raio X faz mal para quem trabalha com ele, porém para quem faz o exame é bom porque descobre o que tem”</i>

Grupo 3	<i>“Acreditamos que as ondas eletromagnéticas estão presentes em muitas coisas do nosso dia a dia, como por exemplo, o celular. Sabemos que se utiliza em mais coisas, mas agora não sabemos dizer em quais. Achamos que a radiação solar pode trazer problemas à nossa saúde.”</i>
Grupo 4	<i>“Achamos que a radiação vem do sol, portanto está presente em todos os lugares. Podem ser boas ou ruins ao ser humano. Quanto ao espectro nunca ouvimos esse nome...”</i>
Grupo 5	<i>“Achamos que a radiação é algo ruim, mas um colega disse que pode ser boa então não sabemos muito bem, não conseguimos definir isso. Desenhamos o sol, porque vimos outros desenhando, mas não sabemos se elas vêm mesmo de lá, na verdade não sabemos de onde elas vêm ou são produzidas”.</i>
Grupo 6	<i>“Achamos que radiação vem do espaço ou do sol. Ela tanto pode causar morte, destruição ser ruim ao ser humano, como também pode ser boa e auxiliar a vida das pessoas, como por exemplo, o raio x usado em exames e o microondas que facilita a vida das pessoas. Também pode causar desastres como é o caso de usinas. Quanto ao espectro não sabemos dizer o que é.”</i>

Após análise dos mapas conceituais dessa turma, foram classificados conforme tabela abaixo:

Quadro 3: Categorização Turma 1

Categoria	Quantidade de grupos por categoria - Turma 1
Categoria A	01
Categoria B	03
Categoria C	02

Para exemplificar, vamos apresentar as produções realizadas por dois grupos: 1 e 6, a análise realizada, bem como mostrar a evolução e as evidências de aprendizagem apresentadas:

Na produção inicial o grupo fez a seguinte representação:

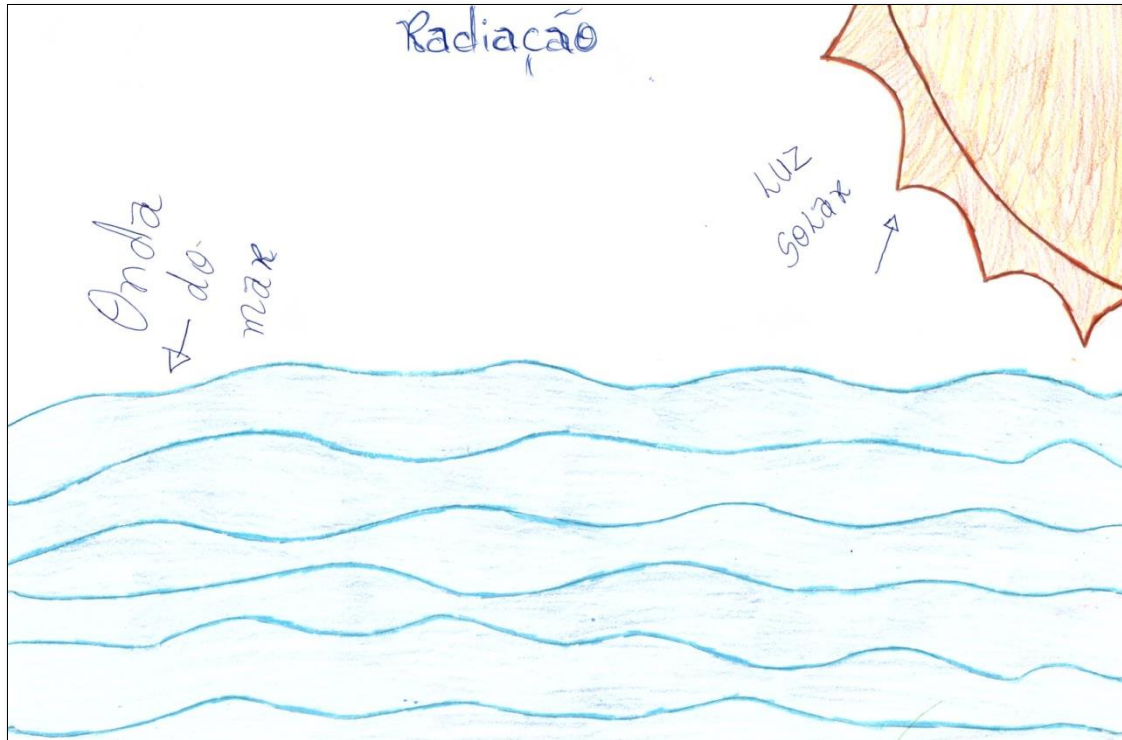


Figura 12: Produção inicial do Grupo 1 - Turma 1

Socialização da atividade inicial do levantamento dos conhecimentos prévios dos alunos do Grupo 1: *“A radiação “segundo o que os colegas do outro grupo disseram” vem do sol, por esse motivo desenhamos o sol. Já quanto às ondas, só conhecemos as do mar e não sabemos e nunca ouvimos falar do espectro eletromagnético. Também não sabemos se são boas ou ruins para o ser humano”.*

A seguir temos o Mapa Conceitual do Grupo 1:

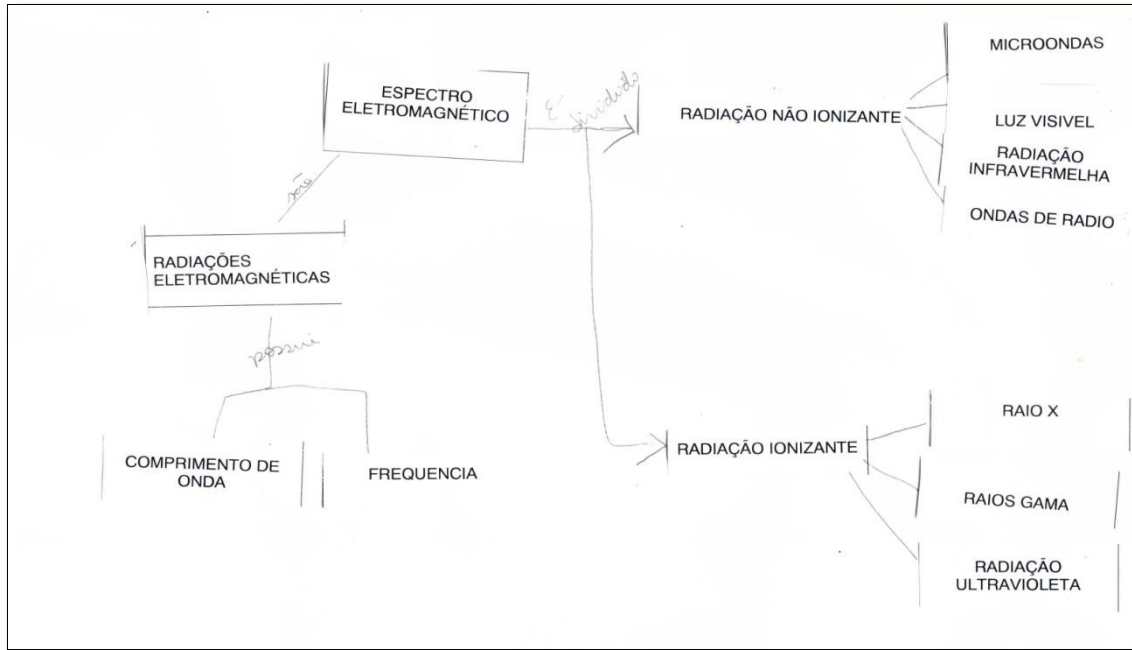


Figura 13: Mapa Conceitual do Grupo 1 - Turma 1

Durante a socialização da atividade inicial do levantamento dos conhecimentos prévios, ficou evidente que a produção realizada “sofreu” influência de alunos de outros grupos. Percebemos também que no decorrer da realização da atividade, o grupo se mostrou disperso e pouco interessado em fazer a atividade. Dos quatro integrantes do grupo, apenas um deles tenta fazer a atividade sempre tentando consultar os colegas de outros grupos.

Ao analisarmos o mapa conceitual produzido pelo mesmo grupo, observamos que embora a produção utilize mais de 12 conceitos, não apresenta palavras de ligação entre todos eles, como é o caso da radiação ionizante e não ionizante o que pode indicar que os alunos não conseguiram estabelecer relações entre eles. Já os conceitos, que apresentam conectores ou palavras de ligação, também pudemos verificar que as palavras escolhidas não conseguiram expressar de forma correta as relações existentes como é o caso dos conceitos: radiação eletromagnética e comprimento de onda.

Observamos que desde a produção inicial, os alunos possuíam subsunçores pouco relevantes em sua estrutura cognitiva sobre o tema de estudo e que no decorrer da aplicação da UEPS não houve muitos avanços.

Abaixo apresentamos a produção livre do grupo 6:

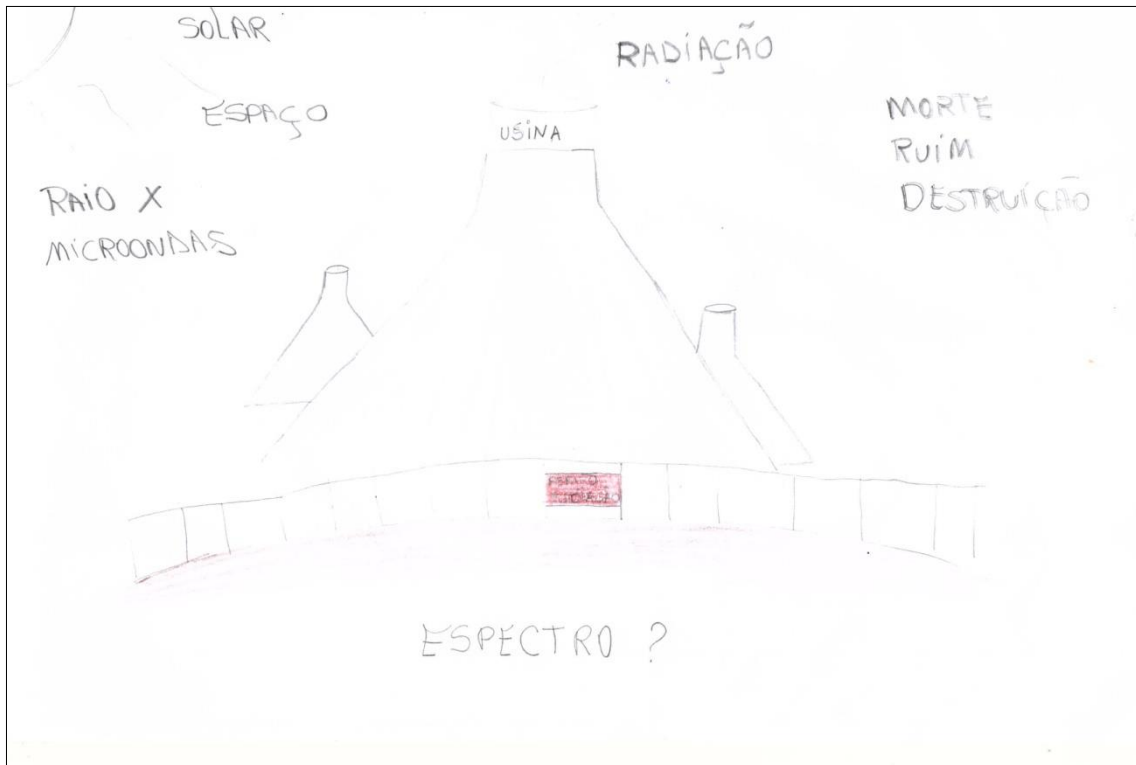


Figura 14: Produção inicial do Grupo 6 - Turma 1

Socialização da produção inicial do Grupo 6: *“Achamos que radiação vem do espaço ou do sol. Ela tanto pode causar morte, destruição, ser ruim ao ser humano, como também pode ser boa e auxiliar a vida das pessoas, como por exemplo, o raio X usado em exames e o microondas que facilita a vida das pessoas. Também pode causar desastres como é o caso de usinas. Quanto ao espectro não sabemos dizer o que é.”*

Observamos nessa produção que os alunos já possuem algum conhecimento sobre o tema de estudo. Já conseguem perceber algumas aplicações do tema em nosso cotidiano, embora ainda não tenham uma visão clara do ponto de vista da ciência.

A seguir apresentamos o mapa conceitual do Grupo 6:

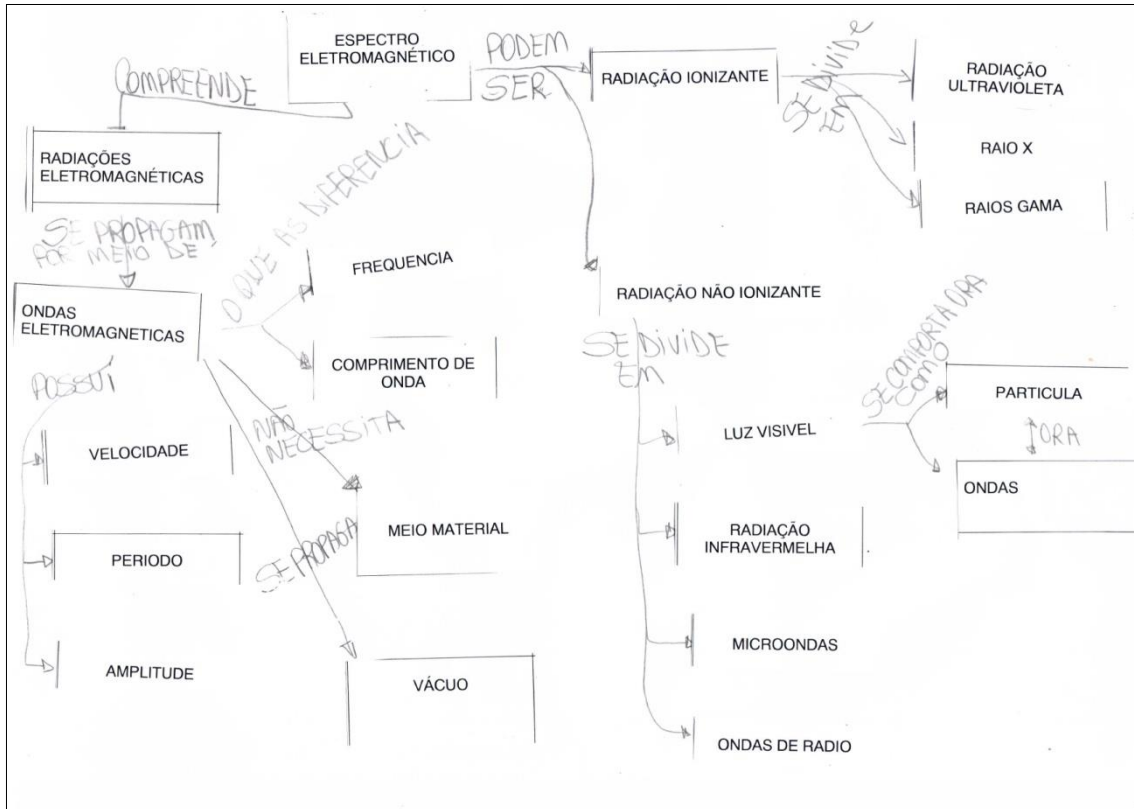


Figura 15: Mapa conceitual do Grupo 6 - Turma 1

Já quanto ao mapa conceitual desse grupo, verifica-se que apresenta uma boa estrutura conceitual. Utilizaram 21 conceitos, todos com palavras de ligação e em alguns casos formam preposições. O mapa também apresenta pelo menos 4 níveis de hierarquização indicando a subordinação entre esses conceitos como é o caso da relação estabelecida entre luz visível, partículas e ondas. Desde a produção inicial, observa-se que o grupo apresenta alguns conceitos relevantes em sua estrutura cognitiva que podem ser considerados subsunçores e que no decorrer da aplicação da UEPS esses conceitos foram aprimorados e incorporados a novos conceitos. Nesse caso podemos dizer que há indícios de aprendizagem significativa.

Já na Turma 2, 20 alunos participaram da atividade, distribuídos em 5 grupos. Os grupos que realizaram a primeira atividade são os mesmos que construíram os mapas conceituais para podermos comparar as produções. A sistematização da socialização da produção livre está no quadro abaixo:

Quadro 4: Sistematização da socialização da produção inicial da Turma 2.

Produção	Registro da socialização da atividade inicial realizada pelo mediador em relação à produção realizada pelo grupo
Grupo 1	<i>“Nós achamos que a radiação vem do espaço, que ela está em toda parte. A radiação solar pode ser boa e ruim ao mesmo tempo, pois pode causar doenças.”</i>
Grupo 2	<i>“Nós acreditamos que a radiação vem do sol/espaço. Produz calor e está em todo lugar. Vários equipamentos as utilizam como é o caso do celular, raio X e microondas. É utilizada na medicina para fazer tratamento de doenças.”</i>
Grupo 3	<i>“Não sabemos de onde veem e também não conseguimos imaginar isso. Achamos que radiação tem a ver com raio x e microondas, mas não temos certeza. É usada na medicina para fazer o bem, mas também podem causar doenças como é o caso da radiação solar.”</i>
Grupo 4	<i>“Nós acreditamos que a radiação é um elemento radioativo e que tem relação com os raios solares. Vem de falhas humanas e estão nos equipamentos eletrônicos. Acreditamos que podem causar mais coisas ruins do que boas ao ser humano. Chegam até nós por meio de ondas que não podemos ver nem ouvir e estão em toda parte, por isso são muito perigosas”.</i>
Grupo 5	O grupo confundiu radiação solar com energia solar*, desenharam uma fiscalização eletrônica que funciona por meio de energia solar. Ao mostrarem o desenho aos colegas muitos riram o que fez com que o grupo não quisesse comentar o que fizeram.

*Lembrando que a radiação é a onda eletromagnética ou conjunto de fótons que se propaga no espaço e energia é uma propriedade que a radiação carrega (ou possui). Matematicamente a radiação pode ser representada por uma onda enquanto que a energia pela amplitude ao quadrado dessa onda.

Da análise das produções da Turma 2 mediante a categorização dos mapas podemos concluir que:

Quadro 5: Categorização Turma 2

Categoria	Quantidade de grupos por categoria - Turma 2
Categoria A	01
Categoria B	02
Categoria C	02

Apresentamos aqui a produção inicial e os mapas conceituais produzidos por dois grupos para exemplificar a análise realizada.

Produção inicial do Grupo 2, Turma 2:

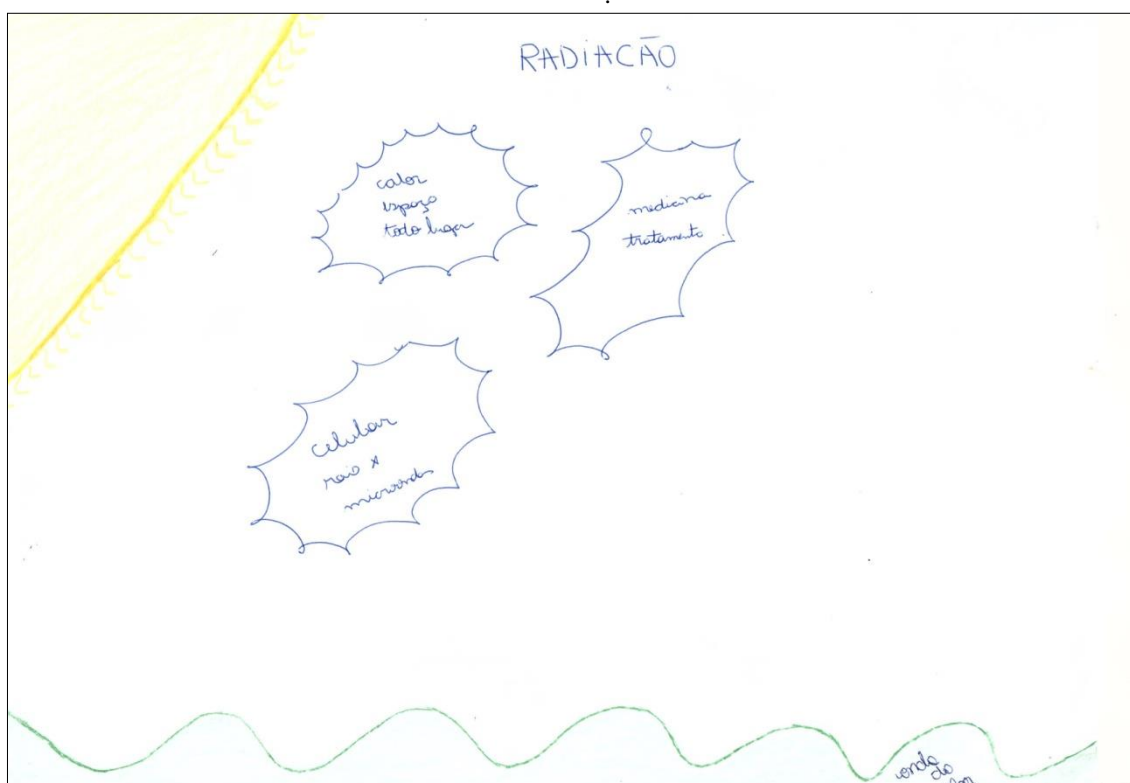


Figura 16:Produção inicial do Grupo 2 - Turma 2

Socialização da produção inicial do Grupo 2: *“Nós acreditamos que a radiação vem do sol/espaco. Produz calor e está em todo lugar. Vários equipamentos as utilizam como é o caso do celular, raio X e microondas. É utilizada na medicina para fazer tratamento de doenças.”*

A seguir, apresentamos o mapa conceitual produzido pelo grupo 2:

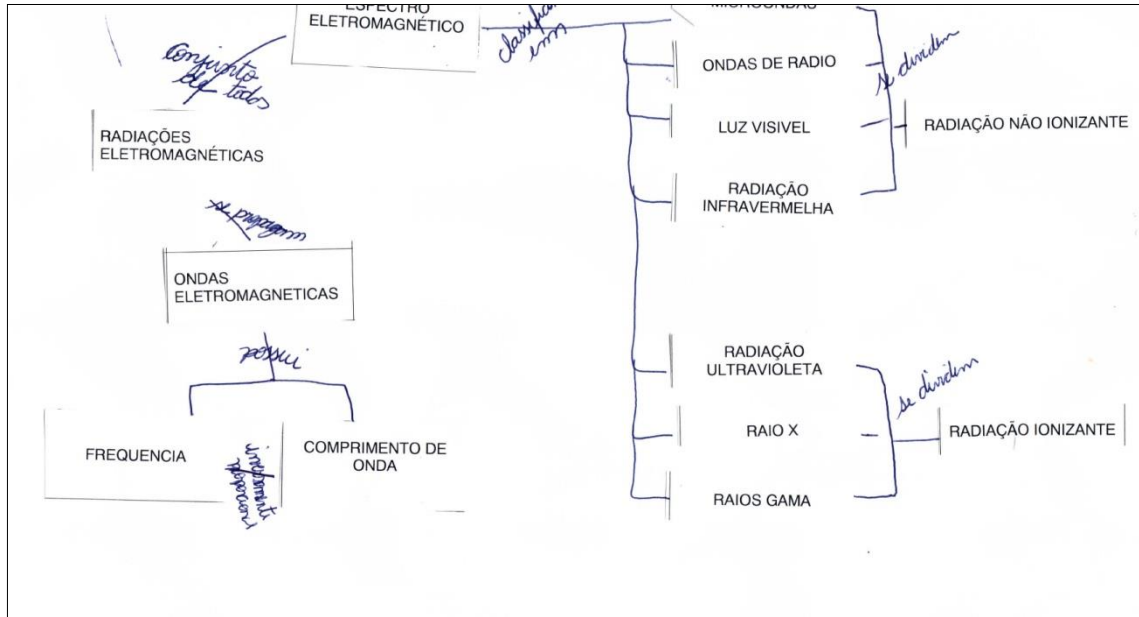


Figura 17: Mapa conceitual do Grupo 2 - Turma 2

A produção do mapa conceitual evidencia que o grupo utilizou um número significativo de conceitos. Conseguiram estabelecer relação entre eles por meio de palavras de ligação. Em alguns casos houve a formação de preposições como é o caso da relação entre radiação ionizante e a radiação ultravioleta, raio x e raios gama. É possível perceber também 4 níveis de hierarquização entre os conceitos. A produção inicial indica alguns conhecimentos relevantes na estrutura cognitiva dos alunos (subsunçores), e que com a aplicação da UEPS, esses conceitos ficaram mais elaborados e relacionáveis com outros conceitos. Nesse caso, também é possível inferir que há indícios de aprendizagem significativa.

A seguir apresentamos a produção inicial do Grupo 5:

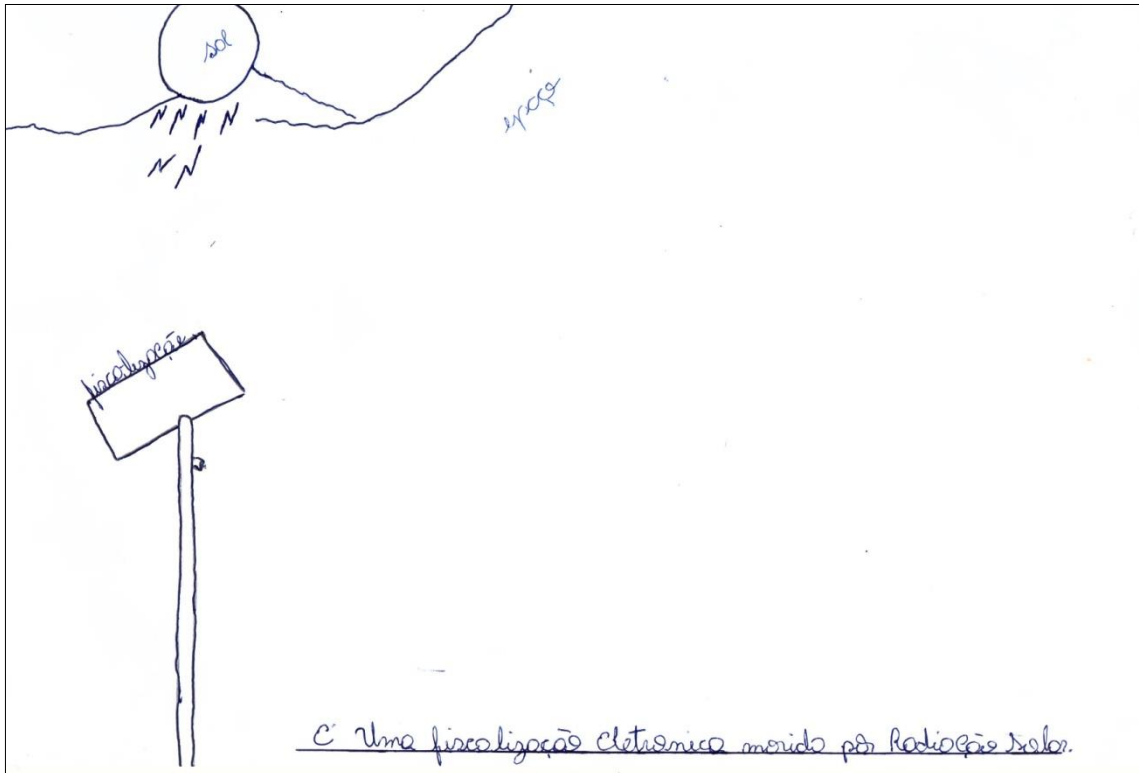


Figura 18: Produção inicial do Grupo 5 - Turma 2.

Na produção inicial o grupo desenhou uma fiscalização eletrônica que funciona por meio de energia solar. Ao mostrar o desenho aos colegas muitos riram o que fez com que o grupo não quisesse comentar o que fizeram.

Apresentamos também o mapa conceitual do grupo 5:

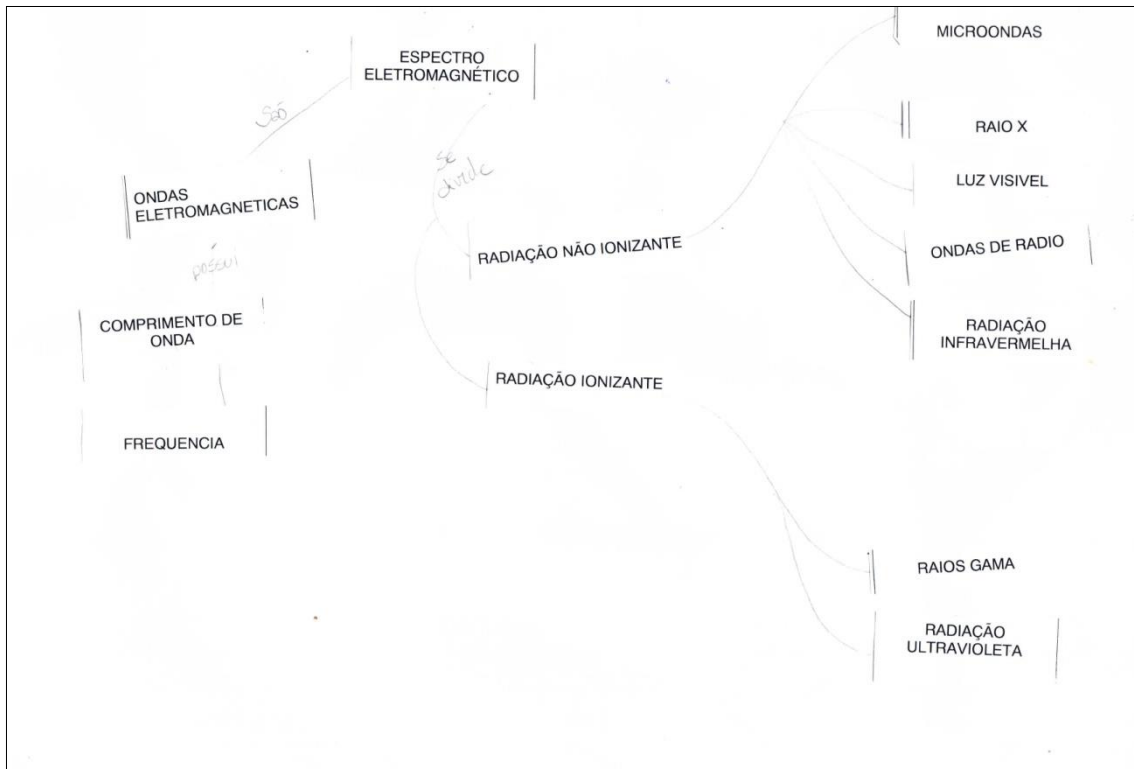


Figura 19: Mapa Conceitual do Grupo 5 - Turma 2

Verificamos que na construção do mapa conceitual mesmo utilizando um número razoável de conceitos, é possível perceber que os alunos não utilizaram palavras de ligação entre todos esses conceitos. A ausência dessas palavras talvez possa indicar que o grupo não conseguiu estabelecer relações entre esses conceitos. Também é possível observar que não houve a construção de preposições em nenhuma das relações. Na produção inicial percebe-se que os alunos apresentaram dificuldades em expressar o que sabiam sobre o tema, o que pode ser um indicativo de subsunções pouco relevantes na estrutura cognitiva dos estudantes.

Observamos também que desde a produção inicial, os alunos se mostraram bastante tímidos e com dificuldade de interação com os colegas. Também eram alunos desmotivados, que não entravam na sala no horário correto e mostravam certa inércia em participar das aulas, fato esse que melhorou no decorrer das aulas, mas não foi suficiente para que houvesse indicativo de aprendizagem significativa.

Notamos que a turma 2 por ser formada por jovens trabalhadores que chegam à escola depois de uma jornada de trabalho, a grande maioria não se mostrava disposta a participar da aula, o que dificultou a aplicação da Unidade de Ensino. À medida que os alunos eram

desafiados a pensar sobre questões do seu cotidiano, que começaram a reproduzir algumas atividades experimentais, observamos que houve uma diminuição de alunos que chegavam atrasados. Também houve dificuldade, no início, de se trabalhar com as atividades colaborativas onde os alunos podiam expressar aquilo que pensavam, pois muitos não respeitavam a vez dos colegas e outros tinham medo ou vergonha de falar alguma coisa que não tivesse relação com a aula e com isso serem ridicularizados pelos colegas. À medida que os alunos perceberam que não seriam “julgados” por suas falas e que poderiam se expressar sem medo, muitos mudaram completamente o comportamento em sala de aula e passaram de alunos desacreditados em seu próprio potencial, a alunos curiosos e cheios de questionamentos a fazer. Por mais que a análise não evidencie avanços tão esperados em relação à aprendizagem, o comportamento e a atitude dos alunos frente às aulas mudaram consideravelmente, o que nos animou em continuar.

4.2 Análise das Atividades Experimentais:

Em nossa proposta optamos por apresentar aos alunos algumas atividades experimentais onde o objetivo era construir o conceito de ondas mecânicas e eletromagnéticas, apresentar as diferenças entre elas, além de conceituar meio material e vácuo.

A seleção destas atividades também teve o objetivo de introduzir no decorrer das aulas atividades que despertassem nos alunos o caráter investigativo e de observação da disciplina.

Optamos também por construir um instrumento de observação que serviu de roteiro de como realizar a atividade e direcionar os aspectos a serem observados bem como orientar a relação entre observação do fenômeno e os conceitos físicos envolvidos na atividade.

De posse dos registros efetuados pelos alunos, os dados foram sistematizados no mesmo instrumento de observação levando em consideração respostas semelhantes dadas pelos grupos.

As atividades experimentais foram realizadas de forma colaborativa por 23 alunos da Turma 1, distribuídos em grupos de no máximo 4 alunos. De posse dos materiais e do instrumento de registro, os alunos foram orientados sobre como realizar as atividades e como efetuar os registros. Como previsto nos momentos formativos e de planejamento, os alunos não estavam acostumados a realizar esse tipo de atividade o que gerou certa “empolgação” por parte de alguns grupos. Outros se mostraram tão envolvidos na observação que não conseguiram

preencher de forma adequada o instrumento. Os dados obtidos nessas atividades pela Turma 1 estão descritos nos quadros a seguir:

Quadro 6: Sistematização do instrumento da atividade experimental 1 – Turma 1.

Grupos:	Descrição da atividade:	Materiais utilizados:	Procedimentos:	Resultados e discussões	Conclusão
Grupo 1, 2, 3 e 5	<i>Observar o que acontece quando se solta uma pedra dentro de uma bacia com água.</i>	<i>Bacia, água e uma pedra.</i>	<i>De posse de uma bacia com água jogar uma pedrinha no centro da bacia e observar o que ocorre.</i>	<i>Produção de ondas.</i>	<i>Produção de ondas “mecânica” que necessitam de um meio material para se propagar</i>
Grupo 4	<i>Observar o que acontece quando se solta uma pedra dentro de uma bacia com água.</i>	<i>Bacia, água e uma pedra.</i>	<i>Jogar a pedra várias vezes na água causando onda.</i>	<i>A causa de ondas com o impacto por causa da água</i>	<i>Chegamos à conclusão que as ondas são emitidas pelas águas.</i>
Grupo 6	<i>Observar o que acontece quando se solta uma pedra dentro de uma bacia com água.</i>	<i>Bacia, água e uma pedra.</i>	<i>Pegar a pedra e jogar dentro da bacia com água repetindo várias vezes</i>	<i>Surgiram ondas com a queda da pedra na água</i>	<i>As ondas são formadas pela pedra que cai na água.</i>

Quadro 7: Sistematização do instrumento da atividade experimental 2 – Turma 1

Grupos	Descrição da atividade:	Materiais utilizados	Procedimentos	Resultados e discussões	Conclusão

Grupo 1, 2, 3, 4, 5	<i>Brincadeira do telefone sem fio</i>	<i>Copos descartáveis e barbante.</i>	<i>Esticar o barbante com o um copo amarrado em cada extremidade.</i> <i>Equipe 1: falar a frase indicada no envelope</i> <i>Equipe 2: Ouvir e anotar a frase</i>	<i>Propagação das ondas sonoras.</i>	<i>As ondas sonoras necessitam de um meio material para se propagar, portanto também são ondas mecânicas.</i>
Grupo 6	<i>Brincadeira do telefone sem fio</i>	<i>2 Copo, 1 barbante e palito</i>	<i>“Cada aluno fica de um lado... longe do outro e falava alguma palavra... frase</i>	<i>Os alunos que estavam escutando conseguiram ouvir os outros falando</i>	<i>O grupo não respondeu</i>

Quadro 8: Sistematização do instrumento da atividade experimental 3 – Turma 1

Grupos:	Descrição da atividade:	Materiais utilizados:	Procedimentos	Resultados e discussões	Conclusão:
Grupos 1, 2, 3, 4 e 5	<i>Percepção das ondas eletromagnéticas</i>	<i>Celular e folha de papel alumínio e papel sulfite</i>	<i>1- Ligar para um celular embrulhado em uma folha de papel;</i> <i>2- Ligar para um celular embrulhado em uma folha de papel alumínio.</i>	<i>Observação da existência das ondas eletromagnéticas apresentadas no vídeo.</i>	<i>As ondas eletromagnéticas estão em toda parte, não necessitam de um meio material para se propagar, ou seja, se propagam no vácuo.</i>
Grupo 6	<i>Percepção das ondas eletromagnéticas</i>	<i>Celular e folha de papel alumínio e papel sulfite</i>	<i>O grupo não respondeu</i>	<i>O grupo não respondeu</i>	<i>o grupo não respondeu</i>

Como podemos observar, a maior parte dos alunos conseguiu realizar as atividades experimentais e evidenciar por meio dos registros os conceitos físicos envolvidos na atividade. Apenas o Grupo 6 não expressou em seus registros evidências da construção de conceitos da forma esperada.

Na Turma 2, as atividades experimentais foram realizadas por 20 alunos de forma colaborativa, também distribuídos em grupos de no máximo 4 alunos. Com os materiais e o

instrumento de registro sob as carteiras, os alunos foram orientados em como realizar as atividades e de como efetuar os registros. Novamente percebemos que como os alunos não estão acostumados a realizar esse tipo de atividade, a sala ficou mais agitada que o normal e, para que todos conseguissem compreender a atividade, a professora teve que repetir várias vezes as explicações e orientações sobre a atividade. Os instrumentos de observação criados nos momentos formativos e de planejamento foram importantes para direcionar a observação dos alunos e ajudar a estabelecer a relação da atividade realizada com os conceitos físicos estudados. Os dados obtidos pela Turma 2 nessas atividades experimentais estão sistematizados nos quadros a seguir:

Quadro 9: Sistematização do instrumento da atividade experimental 1 – Turma 2

Quantidade de grupos:	Descrição da atividade:	Materiais utilizados:	Procedimentos:	Resultados e discussões	Conclusões:
Grupo 3, 4 e 5	<i>Observar o que acontece quando se solta uma pedra dentro de uma bacia com água.</i>	<i>Bacia, água e uma pedra.</i>	<i>De posse de uma bacia com água jogar uma pedrinha no centro da bacia e observar o que ocorre.</i>	<i>Produção de ondas.</i>	<i>Produção de ondas que precisam de um meio material para se propagar</i>
Grupo 1	<i>O grupo não respondeu</i>	<i>O grupo não respondeu</i>	<i>O grupo não respondeu</i>	<i>O grupo não respondeu</i>	<i>O grupo não respondeu</i>
Grupo 2	<i>Observar o que acontece quando se solta uma pedra dentro de uma bacia com água.</i>	<i>Bacia, água e uma pedra.</i>	<i>Ondas contínuas, mas, visíveis.</i>	<i>A onda só acontece por causa da água sem a água não aconteceriam as ondas.</i>	<i>Em quase tudo o que fizemos usamos as ondas, de todos os tipos. São boas e ruins para o nosso viver.</i>

Quadro 10: Sistematização do instrumento da atividade experimental 2 – Turma 2

Grupos:	Descrição da atividade	Materiais utilizados	Procedimentos	Resultados e discussões	Conclusão

Grupo 1, 3, 4, 5	<i>Brincadeira do telefone sem fio</i>	<i>Copos descartáveis e barbante.</i>	<i>Esticar o barbante com o um copo amarrado em cada extremidade.</i> <i>Falar de um ponto ao outro</i>	<i>Propagação das ondas sonoras.</i>	<i>As ondas sonoras precisam do ar para se propagar.</i>
Grupo 2	<i>Brincadeira do telefone sem fio</i>	<i>2 Copo, 1 barbante e palito</i>	<i>Ondas mecânicas</i>	<i>As ondas mecânicas só acontecem “através” do fio de barbante</i>	<i>Em quase tudo o que fizemos usamos as ondas, de todos os tipos. São boas e ruins para o nosso viver.</i>

Quadro 11: Sistematização do instrumento da atividade experimental 3 – Turma 2

Grupos:	Descrição da atividade	Materiais utilizados	Procedimentos	Resultados e discussões	Conclusão:
Grupos: 3 e 4	<i>Percepção das ondas eletromagnéticas</i>	<i>Celular e folha de papel alumínio e papel sulfite</i>	<i>1- Ligar para um celular embrulhado em uma folha de papel;</i> <i>2- Ligar para um celular embrulhado em uma folha de papel alumínio.</i>	<i>Observação da existência das ondas eletromagnéticas apresentadas no vídeo.</i>	<i>As ondas eletromagnéticas estão em toda parte, não necessitam de um meio material para se propagar, ou seja, se propagam no vácuo.</i>
Grupo: 1 e 5	<i>O grupo não respondeu</i>	<i>O grupo não respondeu</i>	<i>O grupo não respondeu</i>	<i>O grupo não respondeu</i>	<i>O grupo não respondeu</i>
Grupo: 2	<i>Percepção das ondas eletromagnéticas</i>	<i>Papel, Papel alumínio e celular</i>	<i>Perde todo o sinal de celular.</i>	<i>O papel alumínio inibe todo sinal que o celular tenha impedindo que ele tocasse</i>	<i>Em quase tudo o que fizemos usamos as ondas, de todos os tipos. São boas e ruins para o nosso viver.</i>

Nessa turma, também podemos observar por meio dos registros que a maior parte dos alunos conseguiu realizar as atividades experimentais e relacionar os conceitos físicos envolvidos. Apenas o grupo 2 não conseguiu mostrar em seus registros evidências dessas relações e o grupo 1 não conseguiu se organizar de forma a realizar as atividades e efetuar os registros de todas as atividades conforme solicitado.



Figura 20: Imagens das atividades experimentais realizadas pelos alunos das turmas 1 e 2
Fonte: Arquivo do próprio autor.

4.3 Análise da reprodução da atividade experimental: celulares que estouram pipocas

Para Moreira (2011), para que ocorra a reconciliação integradora, devem ser apresentados os aspectos estruturantes, mais gerais da Unidade de Ensino. Optamos por apresentar os conceitos em aulas expositivas iniciando sempre com algum questionamento ou situação problema que faça com que o aluno pense sobre o que vai ser ensinado.

Para essa etapa optamos por mostrar um vídeo de um experimento amplamente realizado e divulgado nas redes sociais por pessoas de diversas partes do mundo. O vídeo mostra um experimento realizado por um grupo de amigos que fazem um círculo com alguns aparelhos de celular e ao centro colocam alguns milhos de pipoca. Os celulares ao serem acionados estouram quase que imediatamente esses milhos e viram pipocas. Após a exibição do vídeo, os

alunos da Turma 1 foram questionados se isso é verdade ou uma montagem. Os alunos ficaram divididos frente ao questionamento da professora como mostra alguns relatos registrados:

Quadro 12: Registro de relato de alguns alunos da Turma 1 sobre a atividade experimental dos celulares que estouraram pipocas

Turma	Aluno	Relato dos alunos da turma 1 sobre a atividade:
1	“A”	<i>É possível sim professora, acabamos de ver no vídeo...</i>
1	“B”	<i>O que mostra na internet não é mentira...</i>
1	“C”	<i>É verdade professora dá pra ver as pipocas pulando...</i>
1	“D”	<i>É mentira professora, acho que o celular ia esquentar...</i>
1	“E”	<i>É montagem professora...</i>
1	“F”	<i>Acho que se isso fosse verdade meu ouvido ia pegar fogo...rsrsrs</i>
1	“G”	<i>Sei não professora parece verdade, mas não tem lógica...</i>

Após a realização do experimento, que foi repetido várias vezes, os alunos observaram que não aconteceu o que era proposto no vídeo. Começaram então a pensar nas hipóteses que fizeram com que isso ocorresse:

- 1- Os celulares não eram do mesmo modelo do vídeo;
- 2- O tempo de realização do experimento não é o mesmo do vídeo;
- 3- Aparelhos de celular independente de marca e/ou modelo não têm o “poder” de aquecer objetos que estão próximos a ele quando acionados por meio de uma chamada.

Após uma roda de conversa mediada pela professora, os alunos chegaram à conclusão que a hipótese 3 seria a mais adequada para responder ao questionamento do porquê o experimento não deu certo. Também concluíram que se realmente vários celulares juntos quando acionados pela chamada esquentasse objetos próximos a ele, isso causaria sérios problemas e danos à saúde das pessoas.

Ao ser aplicada a mesma atividade na Turma 2, a maior parte dos alunos concluiu sem realizar o experimento que não poderia ser verdade, conforme os relatos abaixo:

Quadro 13: Registro de relato de alguns alunos da Turma 2 sobre a atividade experimental dos celulares que estouraram pipocas

Turma	Aluno	Relato dos alunos da turma 1 sobre a atividade:
2	“A”	<i>Não é possível isso acontecer professora, senão não poderíamos ficar perto do celular...</i>
2	“B”	<i>Nem tudo que mostra na internet é verdade...</i>
2	“C”	<i>Dá pra ver que é montagem... maior enganação...</i>
2	“D”	<i>Isso queimar nossas orelhas professora...ou esquentar nossos bolsos a ponto de queimar...</i>
2	“E”	<i>Se isso for verdade o celular é muito prejudicial à nossa saúde...</i>
2	“F”	<i>Acho que pode ser verdade porque tem vários celulares, talvez um só não faça isso....</i>

Mesmo assim, a professora os convidou para reproduzir o experimento e os alunos também ficaram empolgados em verificar se o que pensavam sobre o que ia acontecer era verdade ou não. Depois de realizar três vezes o experimento, os alunos concluíram que não era possível reproduzir o que era proposto no vídeo e que se isso fosse realmente verdade, os celulares que são guardados dentro de bolsos e bolsas também esquentariam e trariam problemas para seus usuários. Outros ainda ficaram interessados em saber a diferença entre estourar pipoca no fogão a gás e estourar a pipoca no microondas, dúvidas essas que foram apresentadas pela professora no momento da aula expositiva sobre o tema da aula. Nas duas situações a reprodução do experimento apresentado no vídeo serviu como motivador para que os alunos pudessem pensar sobre o tema de estudo e estabelecer relações entre o que já sabem e o novo conhecimento. Chamou-nos atenção também o fato de poucos alunos saírem da sala nesse dia.

Percebemos que gradativamente no decorrer das aulas, os alunos ficaram mais motivados a permanecer dentro da sala de aula e a chegar no horário de início da aula, fato este que não acontecia nas primeiras aulas da UEPS e conforme relato das professoras nas aulas que elas planejavam. Começaram a perceber que os alunos estão mais participativos e mesmo levando atividades diferenciadas que exige que cada um deles exponha seu ponto de vista, eles já conseguem ficar sentados nas carteiras e esperar a sua vez de opinar e respeitar o ponto de vista diferente do colega.

4.4 Análise da Construção Colaborativa do Espectro Eletromagnético:

De acordo com Moreira (2012), o planejamento da unidade de ensino deve ser organizado para que ocorra a diferenciação progressiva, ou seja, as ideias mais gerais e inclusivas devem ser apresentadas primeiro para em seguida explorar as relações entre os conceitos e proposições apresentando diferenças e similaridades significativas promovendo a reconciliação integrativa.

Para que isso fosse possível de ser evidenciado, optamos por realizar uma atividade colaborativa com todos os alunos da sala para que pudessem observar se conseguiriam estabelecer essas relações e de que forma eles se organizariam para a troca de significados. Após uma revisão por meio de aula expositiva, os alunos foram convidados a confeccionar na parede da sala a imagem do espectro eletromagnético. Para realizar a atividade, os alunos foram divididos em grupos de no máximo 4 alunos. Em seguida, após a explicação de como a atividade deveria ser realizada, os grupos receberam materiais diversos dentro de envelopes. Cada envelope tinha uma quantidade de material, mas, para que fosse possível alcançar o objetivo da atividade, todos deveriam trabalhar juntos.

Na turma 1, a atividade foi rapidamente entendida por todos. Mesmo alguns alunos que no decorrer das aulas percebíamos que não conversavam na realização desta atividade se entenderam muito bem. Para que pudessem ter uma visão geral do que estava dentro de cada envelope, os alunos resolveram montar com as carteiras uma mesa grande para dispor todos os materiais. Depois de visualizar todos os materiais que tinham à disposição, organizaram-se em pequenos grupos e distribuíram as atividades.



Figura 21: Alunos da turma realizando a atividade do Espectro Eletromagnético
Fonte: Arquivo do próprio autor.

Percebermos que a atividade foi realizada por todos com bastante empenho. A cada passo e à medida que o Espectro Eletromagnético começava a criar forma, eles se empolgavam mais. A atividade foi concluída rapidamente por todos os 23 alunos presentes nessa aula. Em seguida a professora proporcionou um momento de conversa para colher a percepção que cada grupo teve ao realizar a atividade. A sistematização dessas informações está no quadro abaixo:

Quadro 14: Registro de relato dos grupos de alunos da Turma 1 sobre a atividade colaborativa da construção do Espectro Eletromagnético

Turma	Grupo	Registro da Percepção dos alunos em relação à atividade
1	1	<i>No começo não entendemos muito bem a atividade não, mas quando o colega do outro grupo propôs de reunirmos os materiais para vermos o que tínhamos ficou claro... Gostamos muito de fazer essa atividade, pois de uma forma descontraída pudemos verificar o que sabíamos e ficaram em nossa memória, as aulas da professora...</i>
1	2	<i>Foi muito bom fazer essa atividade. A hora passou que nem vimos. Me diverti muito com meus colegas e algumas coisas que não havia entendido na aula agora ficou mais claro...</i>
1	3	<i>Embora alguns do meu grupo não tenham participado muito, eu gostei muito. Percebi algumas coisas que não havia ficado claro na aula como os equipamentos que utilizamos em nosso cotidiano e os tipos de radiação...</i>
1	4	<i>Nosso grupo é só de homens rsrsrs... não gostamos desse tipo de atividade de cortar, colar, mas confesso que hoje todos nós trabalhamos direitinho rsrsrs, a hora passou rápido demais. Não sabia que era capaz de organizar a turma toda para fazer uma atividade...</i>
1	5	<i>Não gostamos muito de trabalhos manuais como esse aqui, mas a união da sala para realizar essa atividade nos empolgou também. Fiquei feliz de ter ajudado e o resultado ficou melhor do que esperava rsrs</i>
1	6	<i>Também gostamos muito de participar dessa atividade, nos fez trabalhar todos juntos e sem brigas. Ninguém mandou em ninguém e tudo deu certo...</i>

Na realização dessa atividade percebemos que os alunos, que no início da aplicação da UEPS, não conseguiam cumprir com acordos e combinados estavam bastante abertos para o diálogo. Também observamos que houve troca de significados entre os alunos. Sempre que uma dúvida surgia, todos davam opiniões para chegar a uma decisão coletiva. Algumas vezes solicitaram a intervenção da professora para resolver alguns conflitos, mas sempre feito de

forma cordial. Percebemos que vários alunos tinham argumentos bastante significativos para sustentar seu ponto de vista e propor alternativas para a realização da atividade.

Na Turma 2, a atividade demorou um pouco mais para ser compreendida. Não houve como na Turma 1, um aluno que organizasse a construção, o que dificultou um pouco mais o início da atividade, mas à medida que ela foi tomando forma, todos se encaixaram e ajudaram a realizar a atividade. Os alunos trabalharam de forma colaborativa e negociaram significados com os colegas e com a professora conforme a necessidade.



Figura 22: Atividade Espectro Eletromagnético Turma 2

Fonte: Arquivo do próprio autor.

Após a conclusão da atividade, os 19 alunos presentes nessa aula também descreveram suas percepções que foram sistematizadas no quadro abaixo:

Quadro 15: Registro do relato dos grupos de alunos da Turma 2 sobre a atividade colaborativa da construção do Espectro Eletromagnético.

Turma	Grupo	Registro da Percepção dos alunos em relação à atividade
2	1	<i>Gostamos de fazer a atividade. Foi uma aula dinâmica que nos deixou à vontade para podermos expor o que sabemos sobre o assunto e tirar as dúvidas quando surgiram com o colega e até mesmo com a professora...</i>

2	2	<i>Mesmo sendo uma atividade que não gostamos muito de fazer (cortar, colar) foi interessante. Nunca tinha feito algo do tipo e a sensação de ajudar a montar uma coisa bonita foi muito boa...</i>
2	3	<i>Gostamos de fazer, mesmo não concordando com algumas coisas, como por exemplo, a cor do papel rsrsr, mas no final ficou bom, o aspecto visual ficou interessante...</i>
2	4	<i>No meu grupo não houve a participação de todos, mas mesmo assim foi gostoso. Eu participei de tudo, senti que posso fazer as coisas, que o meu conhecimento auxiliou na construção de uma produção tão bonita e sentir isso foi muito bom...</i>
2	5	<i>Acho que foi a primeira vez que trabalhamos em equipe nessa sala sem dar briga. Só isso já valeu à pena. Também consegui compreender melhor a organização do espectro que não tinha compreendido no início. Ficou bem fácil de identificar agora...</i>

Embora os alunos em suas colocações falem apenas de suas percepções em relação ao sentimento que a atividade despertou, pudemos observar que alguns grupos, mesmo sendo a minoria, expressaram alguns conceitos que conseguiram compreender com a atividade.

Houve uma melhora significativa do tratamento entre os alunos. Isso ficou evidente tanto no decorrer da atividade quanto nos relatos feitos pelos próprios alunos.

Também ficou evidente que as decisões eram tomadas no coletivo depois de negociação e troca de significado entre os alunos

4.5 Análise da Avaliação Escrita:

Realizamos também no decorrer da aplicação da UEPS uma avaliação individual escrita (anexo B), que foi realizada aproximadamente 15 dias depois do término da unidade. Essa avaliação foi elaborada pelas professoras que aplicaram a UEPS, com o objetivo de buscar indícios de alguma aprendizagem significativa. Os resultados dessa avaliação estão sistematizados nos gráficos abaixo:

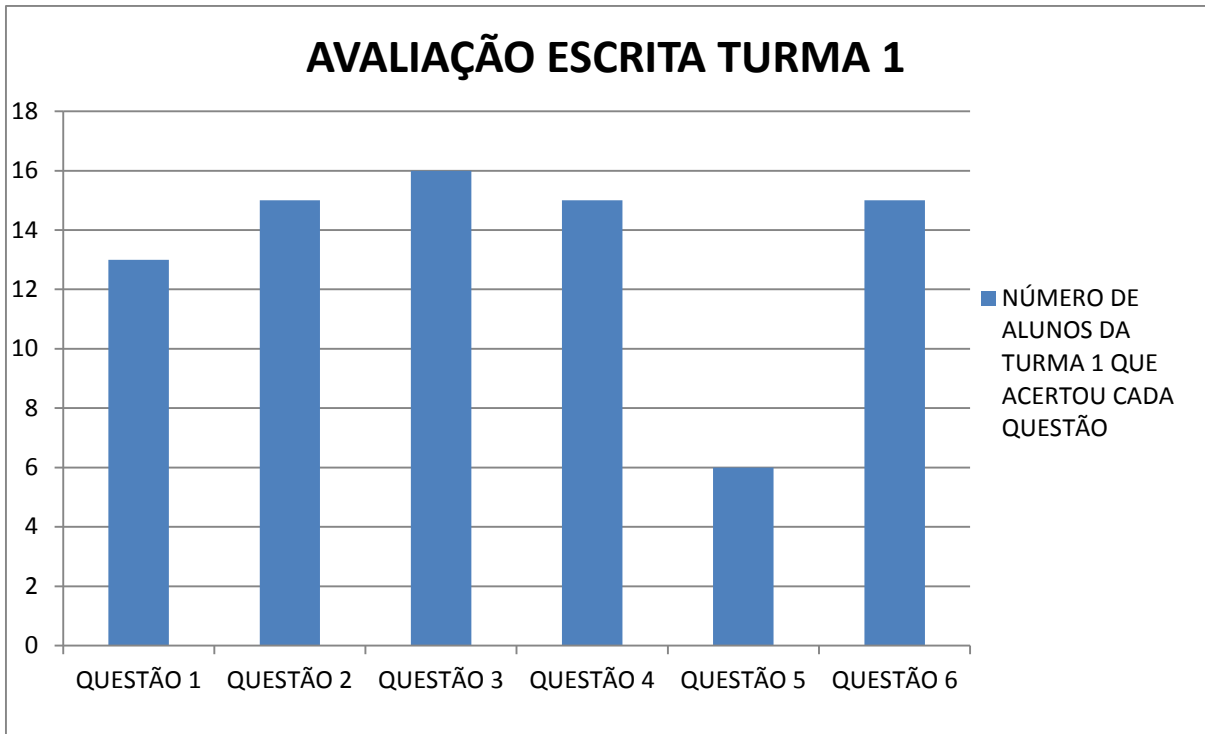


Figura 23: Número de alunos da Turma 1 que acertou cada questão da avaliação escrita

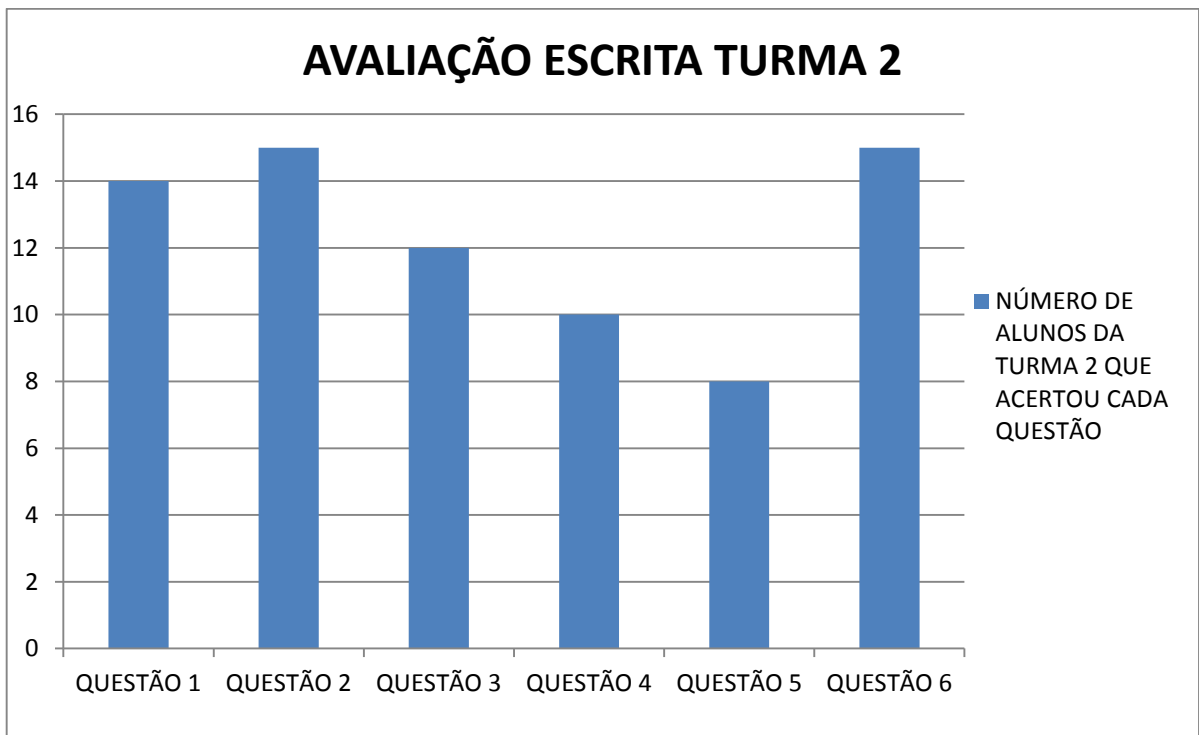


Figura 24: Número de alunos da Turma 2 que acertou cada questão da avaliação escrita.

Por meio da sistematização dos dados, podemos observar que a questão que os alunos das Turmas 1 e 2 mais erraram foi a de número 5. A questão envolvia conceitos de quantidade de energia e apresentava também números na forma de notação científica. Sem dúvida era a atividade que mobilizava uma maior quantidade de conceitos para a sua resolução. Observamos que muitos alunos tentaram realizar os cálculos e após a interpretação física da atividade erraram por não dominar cálculos que envolvem esse tipo de representação numérica.

Ao observarmos a nota final dos alunos, percebemos que a maior parte deles atingiu pelo menos 60% de aproveitamento, conforme mostram os gráficos abaixo:

AVALIAÇÃO ESCRITA TURMA 1

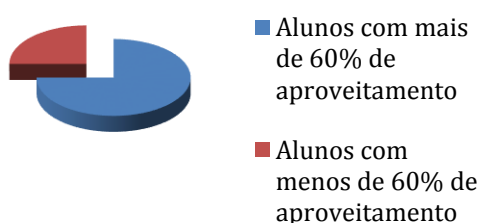


Figura 25: Aproveitamento da Avaliação escrita Turma 1

AVALIAÇÃO ESCRITA TURMA 2

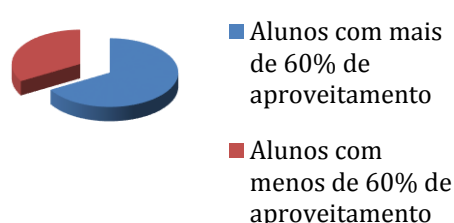


Figura 26: Aproveitamento da Avaliação escrita Turma 2.

Podemos observar nos gráficos que na Turma 1, dos vinte alunos que realizaram a prova, 15 tiveram aproveitamento superior a 60%, o que equivale a 75% dos alunos.

Já na Turma 2, dos dezoito alunos que entregaram a prova, 12 alunos tiveram aproveitamento maior que 60%, o que equivale a 66% dos alunos.

Mesmo não tendo a participação total dos alunos que participaram da pesquisa, podemos dizer que com a sistematização dos dados da avaliação escrita, houve indícios de aprendizagem significativa. Seguramente, se houvesse um tempo maior para a sua implementação, essa dificuldade de cálculo de energia seria sanada.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho teve como objetivo investigar a potencialidade de uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa como recurso metodológico facilitador da aprendizagem significativa para o tema Espectro Eletromagnético e seus desdobramentos conceituais.

Sendo assim, foi elaborada uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa, de forma colaborativa, no decorrer de encontros formativos com professores que atuam na disciplina de Física, que abordou os conceitos do Espectro Eletromagnético, a qual foi aplicada em duas turmas do Ensino Médio como recurso metodológico que contribua para despertar nos alunos a curiosidade e o interesse pela disciplina e os resultados obtidos foram analisados de acordo com as bases teóricas da Teoria da Aprendizagem Significativa que a corrobore como uma UEPS.

Em sua Teoria da Aprendizagem Significativa, Ausubel (1983) enfatiza que para que ocorra a aprendizagem significativa, duas condições são essenciais: disposição do aluno em aprender e que material além de possuir uma boa sequência lógica, estabeleça relação com os conhecimentos que o aprendiz já possui.

Para Moreira (2001), o material que pode facilitar a aprendizagem significativa, é chamado de potencialmente significativo, ou seja, é relacionável com a estrutura cognitiva que o aprendiz possui.

Partindo de todos esses pressupostos teóricos e levando-se em consideração os conhecimentos que os alunos possuíam sobre o tema de ensino é que foi construída a UEPS sobre o Espectro Eletromagnético.

No decorrer da atividade inicial utilizada para o levantamento dos conhecimentos prévios, no geral, foi possível perceber que alguns alunos possuíam poucos conhecimentos sobre o tema de ensino. Também ficou evidente que muitos alunos possuíam um baixo interesse por temas da Física e apresentavam dificuldade em estabelecer relações dos fenômenos Físicos com as situações do seu cotidiano. Nesse sentido para tentar amenizar essa situação na UEPS, foi utilizado um vídeo como organizador prévio, que apresentou uma visão mais abrangente do tema, essencial para que muitos alunos pudessem ter uma percepção maior sobre o assunto a ser estudado.

Em relação ao trabalho com as atividades experimentais, observamos que as atividades possibilitaram aos alunos criar o hábito da observação e curiosidade com o que acontece em situações do cotidiano, que ao longo da escolarização vai se perdendo. O instrumento de observação criado no decorrer dos momentos formativos foi importante para que os alunos fossem instigados a investigar as situações propostas e efetuar os registros dessas percepções e a partir delas estabelecer relações com conceitos físicos.

Em relação à avaliação escrita, os dados explicitados nos gráficos por atividade e por turma sugerem evolução importante na aprendizagem, mesmo levando-se em consideração que no dia da avaliação escrita, vários alunos não compareceram à aula.

Também deve ser levado em consideração que o comportamento e atitude dos alunos frente às aulas, o respeito com os colegas e a liberdade de expressar o que pensam em relação a determinado tema de estudo mudou significativamente no decorrer da aplicação da UEPS sobre o Espectro Eletromagnético.

Com relação à análise dos mapas conceituais, embora não tenham sido verificados grandes avanços de aprendizagem, constatamos que houve uma melhora significativa nas produções, na capacidade de explicar e relacionar conceitos sobre o Espectro Eletromagnético. Essas evidências podem ser constatadas em alguns mapas conceituais e na participação dos alunos no decorrer das aulas. Esse baixo desempenho na construção desses mapas também pode ser atribuído ao fato de os alunos não estarem habituados a realizar esse tipo de atividade e não se sentirem seguros para fazer as construções de forma apropriada.

Embora os alunos não tenham apresentado na produção do mapa conceitual o desempenho esperado, e no decorrer das primeiras aulas termos tido dificuldade em fazer com que todos os alunos chegassem à sala no horário e permanecessem na aula, prática que já acontecia anteriormente nas aulas de Física, consideramos que a UEPS com o tema Espectro Eletromagnético alcançou bons resultados, impactando positivamente na postura de grande parte dos alunos em relação à disciplina. Muitos alunos que eram tímidos, pouco participativos e ausentes no início da aplicação da unidade de ensino, se mostraram mais pontuais, curiosos e receptivos às atividades propostas. Alguns alunos que apresentavam dificuldades em expor seus conhecimentos e suas experiências de vida, tiveram uma melhora significativa, isso ficou evidenciado na participação das atividades propostas, na busca pela solução de situações

problema e na interação dos alunos no decorrer das aulas, o que possibilitou a troca de significados entre os alunos.

Em razão de todas essas situações e evidências apontadas, acreditamos que é uma ferramenta viável facilitadora da aprendizagem significativa.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

ARAÚJO, M.S.T.; ABIB, M.L.V.S. **Atividades experimentais no ensino de física:** diferentes enfoques, diferentes finalidades. Rev. Bras. Ens. Fis. v.25 n.2 São Paulo, jun. 2003.

AUSUBEL, D.P. **Aquisição e retenção de conhecimentos:** Uma perspectiva cognitiva. Tradução: Lígia Teopisto. Lisboa: Editora Plátano, 2003

AUSUBEL, D.P; NOVAK, J.D; HANESIAN, H. **Psicologia Educacional.** Editora Interamericana. Rio de Janeiro, 1983.

BODGAN, R. BIKLEN, S. **Investigação Qualitativa em Educação:** Uma introdução à teoria e aos métodos. Porto: Porto Editora, 1999.

BOGDAN, R.C; BIKLEN, S.K. **Investigação Qualitativa em Educação.** tradutores: Maria João Alvarez, Sara Bahia dos Santos e Telmo Mourinho Baptista. Portugal: Porto editora LDA, 1994.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN +)**, 2002.

CHESMAN, C.; ANDRÉ, C.; MACÊDO, A. **Física Moderna:** experimental e aplicada. – 2.ed.- São Paulo: Editora da Física, 2004.

COELHO, S.M.; NUNES, A.D.**O papel da Experimentação no ensino da Física.** Cad. Bras. Ens. Fis., v.20, n.1, pp. 30-42, abr. 2003.

LUDKE, M.; ANDRÉ, M.E.D.A. **Pesquisa em educação:** abordagens qualitativas. São Paulo, Editora Pedagógica e Universitária, 1986.

MOREIRA, M. A. **Aprendizagem significativa em mapas conceituais.** (Textos de apoio ao professor de física / Marco Antonio Moreira, Eliane Angela Veit, ISSN 1807-2763; v. 24, n.6) – Porto Alegre: UFRGS, Instituto de Física, 2006.

_____**Aprendizagem significativa:** a teoria de David Ausubel. Marco Antonio Moreira. Elcie F. Salzano Masini. São Paulo: Centauro: 2001.

_____ **O que é afinal Aprendizagem Significativa?** Aula Inaugural do Programa de Pós Graduação em Ensino de Ciências Naturais, Instituto de Física, Universidade Federal do Mato Grosso, Cuiabá, MT, 2012, Aceito para publicação, Qurrriculum, La Laguna, Espanha, 2012a.

_____ **Pesquisa em Ensino: Métodos qualitativos e quantitativos.** Porto Alegre, 2000.

_____ **Teorias de Aprendizagem.** 2ª ed. ampl. - São Paulo: EPU, 2011.

_____ **Unidades de Ensino Potencialmente Significativas.** In SILVA. Márcia Gorette Lima da. et. al (org). Temas de ensino e formação de professores de ciências. Natal, RN: EDUFRN, 2012b. p. 45 - 57.

NOVAK, J.D. **Aprender a aprender.** Tradução: Carla Valadares. 1ª Ed. Plátano Edições Técnicas. Lisboa, 2006.

NOVAK, J.D., CAÑAS, A.J. (2010) **A teoria subjacente aos mapas conceituais e como elaborá-los e usá-los.** Práxis Educativa, Ponta Grossa, v.5, p. 9-29, jan.- jun. 2010. Disponível em < <http://www.periodicos.uepg.br> > acesso 30/06/2015

NÓVOA, A. **O professor pesquisador e reflexivo.** Entrevista concedida ao Programa Salto para o Futuro, no dia 13 de setembro de 2001. Disponível em: <<http://tvescola.mec.gov.br/tve/salto>>. Acesso em 15 de set. de 2013.

OKUNO, E.; CALDAS, I.L.; CHOW, C. **Física para ciências biológicas e biomédicas.** São Paulo: HARBRA, 1986. 490 p.

RINALDI, C. **Psicologia da Aprendizagem e Educação Ética.** Carlos Rinaldi; Lydia Maria Parente Lemos dos Santos. Cuiabá: UAB/U FMT 2011.

_____ **Características do perfil atual e almejado do professo de Ciências de Mato Grosso: Subsídios para o estabelecimento do status epistemológico da Educação Ética.** Tese de doutorado, UFMT. Cuiabá: 2002.

ROMANO JUNIOR, Jerson Geraldo. **Mapas conceituais no ensino de ciências: identificação de proposições estáticas e dinâmicas para expressar as relações entre a ciência, tecnologia e sociedade** – São Paulo, 2012.

SILVA, Gilmar da. SOUSA Célia Maria Soares Gomes de. **O uso de mapas conceituais como estratégia de promoção e avaliação da aprendizagem significativa de conceitos da Calorimetria, em nível médio.** Experiências em Ensino de Ciências – V2(3), pp. 63-79, 2007

APÊNDICE A:

PRODUTO EDUCACIONAL: AS UNIDADES DE ENSINO POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVAS (UEPS) COMO RECURSO METODOLÓGICO NO ESTUDO DO ESPECTRO ELETROMAGNÉTICO NO ENSINO DA FÍSICA.

Objetivo: Compreender e identificar os diversos tipos de radiações presentes em nosso cotidiano, constituintes do espectro eletromagnético, suas possíveis fontes, sua aplicação e utilização.

1. Levantamento dos conhecimentos prévios dos alunos:

Esse passo tem por objetivo apresentar situações que façam os alunos exteriorizarem os conhecimentos que já possuem sobre o tema de ensino e que sirvam de informações para que o professor possa usar como elemento de integração dos novos conhecimentos que deseja ensinar. Para esse levantamento, o professor pode utilizar de diversas estratégias: questionário, mapa conceitual, mapa mental, discussões, situações-problema, “brainstorming” ou tempestade de ideias, dentre outras.

Em nossa proposta optamos por fazer uma tempestade de ideias diferentes, onde os alunos, durante esta atividade, irão anotar palavras, fazer desenhos ou construir esquemas de tudo o que acham que tenha relação com o tema de estudo. Apresentamos também alguns questionamentos que servirão de ponto de partida para que os alunos possam expor seus conhecimentos. Esta atividade também objetiva estabelecer um diálogo mais próximo com os alunos além de exercitar a prática de participar efetivamente das aulas e respeitar as ideias e comentários expostos pelos colegas da turma que tenham ou não conexão com o tema proposto.

Atividade 1: Com os alunos divididos em grupos com 4 alunos, pedir para que desenhem, escrevam, construam esquemas ou façam algum tipo de registro sobre o que pensam sobre o tema da aula: o Espectro Eletromagnético. Como ponto de partida, para estabelecer um diálogo

e para estimular os alunos a pensar sobre o tema e auxiliar o desenvolvimento desta atividade, o professor pode utilizar os questionamentos:

- 1- Radiação. O que é (são)?
- 2- De onde vem?
- 3- São boas ou ruins para o ser humano?
- 4- O que é onda?
- 5- Que tipo de ondas vocês conhecem?
- 6- Espectro eletromagnético?

Após a exploração oral acima, disponibilizar um tempo para que cada grupo de alunos produza o que foi solicitado.

Atividade 2: Quando todos os grupos tiverem concluído a atividade, solicitar ao grupo que eleja um mediador que fará a explanação oral que o grupo produziu e a colagem no mural fixado na parede da sala.

No decorrer dessa socialização o professor deve registrar os conceitos que foram externalizados pelos alunos.

2. Apresentação dos organizadores prévios:

Esta etapa tem por objetivo propor situações em níveis introdutórios que levem em conta os conhecimentos prévios dos alunos levantados na etapa anterior e que sirvam para prepará-los para os novos conhecimentos que se pretende ensinar. Essas situações iniciais exercem a função de organizadores prévios e podem ser propostas por meio de vídeos, demonstrações, simulações computacionais, problemas do cotidiano, dentre outras.

Nesta unidade de ensino propomos apresentar um vídeo Quer que desenhe? Espectro eletromagnético disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=3po0Ek5aPKE> de Carlos Ruas para dar ao aluno uma visão geral do que será aprendido com este tema. Em seguida,

faremos duas atividades experimentais com o objetivo de construir os conceitos de onda apresentando semelhanças e diferenças entre as ondas mecânicas e as ondas eletromagnéticas e de meio material.

Atividade 1: Apresentar o vídeo: Quer que desenhe? Espectro Eletromagnético (Carlos Ruas).

Após a exibição do vídeo, estabelecer um diálogo com os alunos para saber:

Alguém já tinha visto esse vídeo?

O que vocês acharam do vídeo?

O que acham que vamos aprender?

Alguém já leu algo sobre isso que gostaria de falar?

O que vocês desenharam na aula anterior tem a ver com o vídeo?

O que acrescentariam nos desenhos e sistematizações feitas anteriormente?

Atividade 2: Proporcionar por meio de um experimento a compreensão do conceito de onda mecânica e meio material.

Para realizar esta atividade, os alunos devem estar distribuídos em grupos de no máximo 4 alunos. Distribuir os materiais de cada experimento, juntamente com o instrumento de registro. Solicitar aos alunos que observem o que acontecerá em cada situação e façam os registros solicitados.

Materiais:

- 1 bacia com água;
- 1 pedrinha;
- Instrumento de registro.

Procedimentos: Com a bacia cheia de água jogar uma pedrinha dentro e observar o que acontece. Solicitar que registrem as suas observações no formulário que receberam.

Atividade 3: Proporcionar por meio de um experimento a compreensão dos conceitos de onda mecânica e meio material fazendo com que estabeleçam relações com a atividade anterior percebendo as semelhanças e diferenças entre as ondas mecânicas e ondas eletromagnéticas.

Para realizar esta atividade, os alunos devem estar divididos em dois grupos. Antes de distribuir os materiais, explicar os procedimentos da atividade solicitando que os alunos observem e anotem o que perceberam durante a realização da atividade.

Materiais:

- 1 Brinquedo do telefone sem fio, feito de copos plásticos e fio de barbante de mais ou menos 4 metros, previamente construído pelo professor;
- 1 envelope contendo uma frase que faz referência ao tema estudado;

Procedimentos:

Grupo 1: os alunos deste grupo deverão falar em uma ponta do telefone sem fio a frase que receberam dentro do envelope. Para que o grupo 2 possa ter a possibilidade de ouvir e anotar o que foi dito, o grupo 1 deve falar compassadamente e repetir pelo menos 4 vezes a frase toda;

Grupo 2: Os alunos deste grupo deverão se revezar para ouvir o que os alunos do grupo 1 estão falando e anotar o que foi dito, para posterior conferência com a frase do envelope.

Após a atividade e de posse das anotações, solicitar que os alunos falem sobre os experimentos e as anotações realizadas. Para facilitar, os alunos podem ser estimulados a falar utilizando os seguintes questionamentos:

- 1- O que observaram com o experimento da bacia?
- 2- E com o experimento do “telefone sem fio”?
- 3- Podemos dizer que o que foi produzido é uma onda?
- 4- Quais as semelhanças e as diferenças entre os experimentos realizados?
- 5- As ondas que observamos são as mesmas que foram mostradas no vídeo que vimos?
- 6- O que as diferem?

O professor deve ir fazendo os questionamentos para conduzir um diálogo com os alunos para que os mesmos percebam os conceitos físicos envolvidos nos experimentos realizados:

- Que ao jogar a pedra na bacia, o movimento produzido é uma onda mecânica. Que as ondas mecânicas necessitam de um meio material para se propagar, e que neste caso, esse meio material é a água.
- Que o brinquedo “telefone sem fio” só funciona, porque a voz se propaga por meio do barbante, ou seja, o som é uma onda mecânica que necessita de um meio material para se propagar: o barbante. Que quando falamos sem o telefone o meio material para a onda se propagar é o ar;
- Que as ondas observadas nos experimentos são diferentes das mostradas no vídeo.
- Que as ondas que serão estudadas a partir de agora são as eletromagnéticas que não necessitam de um meio material para se propagar, pois são capazes de se propagar no vácuo.

Após a socialização dos registros e observações feitas pelos grupos dos experimentos realizados, o professor deve estabelecer um diálogo com os alunos com a intenção de observar quais as relações que os mesmos estabeleceram entre os conhecimentos apresentados no vídeo e as observações realizadas por meio dos experimentos.

Para finalizar esta etapa sugerimos que seja feita a leitura e discussão em pequenos grupos do Texto de Apoio 1: RADIAÇÕES E O ESPECTRO ELETROMAGNÉTICO que aborda de uma maneira geral tudo o que já foi visto além de trazer alguns elementos novos que serão abordados nas próximas etapas.

3. Apresentação do conhecimento a ser ensinado

Este passo tem por objetivo apresentar o conteúdo a ser ensinado. Os conceitos devem ser abordados levando-se em consideração a diferenciação progressiva, ou seja, deve-se iniciar com aspectos mais gerais que dão uma visão do todo para em seguida exemplificar e abordar aspectos mais específicos da unidade de ensino.

As estratégias a serem utilizadas nesta etapa podem ser exposições orais breves do tema de ensino além de atividades colaborativas realizadas em pequenos grupos e posteriormente socializadas com a turma toda.

Em nosso planejamento optamos por apresentar esta etapa por meio de aula expositiva, tendo como material de suporte o Texto de Apoio 2: UMA BREVE INTRODUÇÃO SOBRE ONDAS que apresenta os conceitos de: **frequência, período, comprimento de onda, velocidade e amplitude** e demonstra a equação da velocidade de propagação da onda. Também são sugeridas diversas situações-problema para que sejam resolvidas de forma colaborativa, ou seja, com os alunos distribuídos em pequenos grupos, para posterior socialização no grande grupo.

A seguir apresentamos uma sugestão de como realizar esta etapa:

Para iniciar esta etapa e estimular os alunos a pensarem sobre o tema de ensino sugerimos que a aula tenha início com as seguintes situações:

Situação1: No vídeo já vimos alguns equipamentos que utilizam ondas eletromagnéticas em seu funcionamento? Você consegue imaginar outros equipamentos que se utilizam as ondas eletromagnéticas em seu funcionamento? Quais? (instigar verbalmente) Será que todos esses equipamentos utilizam o mesmo tipo de radiação?

Vocês acham que elas são iguais ou diferentes?

Será que todas essas ondas são iguais ou diferentes? O que acham?

Neste momento apresentar o Espectro Eletromagnético (imagem já utilizada em aulas anteriores) pedindo que observem o que está nele.

Pedir para que os alunos falem sobre as potências de base 10 que estão presentes no espectro. Todos sabem o seu significado? Por que são utilizadas? O que representam? Qual a diferença ente as que apresentam expoente positivo e as que apresentam expoente negativo? Porque esses números estão representados desta forma?

Realizada a exploração oral, apresentar com o auxílio de um projetor multimídia os conceitos de **frequência, período, comprimento de onda, velocidade e amplitude** e demonstrar a equação da velocidade de propagação da onda tendo como referência o Texto de Apoio 2: UMA BREVE INTRODUÇÃO SOBRE ONDAS.

Sugerimos também a resolução de situações problemas de forma colaborativa, com os alunos distribuídos em pequenos grupos.

4. Apresentação dos Aspectos estruturantes – Reconciliação integradora

Nesta etapa devem ser apresentados os aspectos estruturantes, mais gerais da Unidade de Ensino com o objetivo de se promover a reconciliação integradora. É uma continuação da etapa anterior onde serão abordados aspectos relevantes da proposta com um nível mais alto de complexidade, que pode ser feito por meio de exposições orais, recursos computacionais, simuladores, textos de apoio com a resolução de situações-problemas com um nível crescente de dificuldade, onde o aluno possa estabelecer relações, apontar semelhanças e diferenças com o que já foi trabalhado. As atividades devem ser realizadas de forma colaborativa, para proporcionar aos alunos, por meio da mediação do professor a troca de significados.

Em nossa unidade de ensino optamos por dividir esta etapa em três subunidades:

Subunidade I: Luz visível;

Subunidade II: Radiação não ionizante;

Subunidade III: Radiação ionizante.

Para cada uma dessas subunidades apresentamos sugestões de como realizar esta etapa.

4.1 Subunidade I: Luz visível

Optamos por apresentar os conceitos envolvidos nesta subunidade por meio de uma exposição oral tendo como referência o Texto de Apoio 3: LUZ VISÍVEL que aborda os conceitos de luz, partícula, energia e a constante de Plank.

Sugerimos também a resolução de diversas situações problema realizadas de forma colaborativa em pequenos grupos. Para esta etapa ainda propomos a realização de atividades experimentais:

1- Disco de Newton

2- Espectro solar

3-Desvio da luz na água

Abaixo apresentamos os procedimentos para essa subunidade.

Sugerimos que a aula tenha início com alguns questionamentos para que sirvam de estímulo para que os alunos pensem a respeito:

- Você sabe por que o céu é azul?
- Porque as folhas da maior parte das árvores são verdes?
- Porque quando olhamos para algumas coisas ou objetos, vemos uma cor e não outra?
- Já observou um arco-íris? Sabe quais cores o compõe? Como ele é formado?

Com os alunos divididos em grupos estimular que falem a respeito ou registrem o que pensam sobre as situações acima para posterior socialização.

Após a socialização oral da atividade, sugerimos a realização de uma atividade experimental que tem por objetivo observar as cores que compõe o Espectro Solar. Para realizar esta atividade você deverá dispor de uma bacia com água, um espelho e uma cartolina branca, além do instrumento de registro para que realizem as observações. Esta atividade só pode ser realizada durante o dia, pois necessita da luz solar.

Procedimentos:

- Encha a bacia com água;
- Coloque o espelho inclinado dentro dela;
- Faça com que a luz do Sol reflita no espelho no interior da bacia e atinja a cartolina branca;

Para as turmas do período noturno, esta atividade pode ser adaptada pelo experimento chamado “arco íris caseiro”. Para esta atividade você deverá dispor de: um CD ou DVD, um pedaço de fita adesiva preta, um prendedor de roupa, fita adesiva transparente, uma lanterna, um instrumento de registro para grupo de alunos.

Procedimentos:

- Retirar a parte metalizada do CD;
- Prender o CD no prendedor;
- Colar no centro do CD um círculo preto;

- Refletir a luz da lanterna sobre o CD no escuro e observar o que acontece.

Também pode ser realizado o experimento do “Disco de Newton” para observar o processo inverso do anterior, ou seja, que a luz branca é proveniente da soma de todas as cores. Para a realização destes experimentos é necessário que seja disponibilizado para cada grupo de alunos: um Compasso, uma cartolina branca, uma régua e lápis de cor, giz de cera ou tinta guache contendo as sete cores do espectro.

Procedimentos:

- Utilizando o compasso, fazer um círculo de aproximadamente 15 centímetros de diâmetro na cartolina branca;
- Dividir o círculo em sete partes, colorindo cada uma com uma das cores do arco-íris;
- Fixar o círculo em um ventilador de chão para que os alunos observem o que acontece.

Em seguida, sugerimos que por meio de uma aula expositiva e com o auxílio de projetor multimídia seja apresentado o Espectro da luz visível. Após esta exposição oral, com os alunos distribuídos em grupos, realizar a leitura do Texto de Apoio 3: “LUZ VISÍVEL que aborda a dualidade da luz, apresenta o conceito de fóton, da quantização de energia a constante de Plank. Sugerimos também que sejam resolvidas de forma colaborativa algumas situações problemas.

4.2 Subunidade II: Radiação não ionizante:

Essa subunidade tem por objetivo apresentar a radiação não ionizante, e suas aplicações em nosso cotidiano. Também demonstraremos que embora não sejam perceptíveis aos olhos humanos é possível demonstrar a radiação infravermelha do Espectro Eletromagnético por meio de um experimento utilizando a câmera do celular.

Em nossa proposta sugerimos iniciar a aula com uma situação problema: Vocês já viram na internet o vídeo que mostra que vários celulares juntos estouram pipoca? Disponível em <https://www.youtube.com/watch?v=6Z1U1VbUtUU>.

Vocês acreditam nessa possibilidade? Vamos ver o vídeo. Que tal agora tentarmos fazer isso? Será que isso é mesmo verdade? Quem acha que é possível? Por que o experimento não deu certo? E se desse certo o que será que aconteceria conosco quando falássemos ao celular?

Após realizar o experimento com os alunos, e após realizadas todas as observações, discutir com os alunos: Se as ondas de celular e as microondas estão na mesma faixa do espectro porque então o celular não faz o mesmo efeito do microondas? Para finalizar as discussões, apresentar o vídeo: “Fantástico 2011 – a radiação do celular” disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=XBh_3ftr-qY, que fala do uso do celular, seus benefícios e malefícios provados cientificamente.

Sugerimos também, que seja realizado o experimento da visualização da radiação infravermelha do controle remoto com o auxílio de uma câmera de celular. Para esta atividade, você necessitará de um celular com câmera e um controle remoto. Solicitar para que um aluno filme com o celular o controle remoto sendo acionado.

Em seguida por meio de exposição oral, apresentar a parte do Espectro Eletromagnético que corresponde a ondas de rádio, microondas e radiação infravermelha e as suas aplicações em nosso cotidiano.

4.3 Subunidade III: Radiação-ionizante:

Esta subunidade tem por objetivo apresentar a radiação ionizante do Espectro Eletromagnético: ultravioleta, raio x e raio gama.

Sugerimos que a aula tenha início com os seguintes questionamentos:

O que vocês acham que é uma radiação ionizante? O que ela provoca nos seres vivos? O que essas radiações têm em comum? O que as difere das não ionizantes? Depois de instigar verbalmente os alunos apresentar por meio de aula expositiva a parte ionizante do Espectro, ressaltando a sua aplicabilidade nos dias atuais.

5. Processo da diferenciação progressiva:

Nesta etapa, para dar continuidade ao processo de diferenciação progressiva, devem ser retomadas as características mais relevantes do tema de ensino, buscando a reconciliação

integrativa. Podem ser utilizados diversos tipos de recursos para que o objetivo seja alcançado. Aqui, o importante não é a estratégia, mas a forma de trabalhar o conteúdo. Essas atividades devem ser resolvidas de forma colaborativa e com a mediação do professor.

Em nossa unidade de ensino sugerimos que os conceitos mais relevantes sejam abordados novamente por meio de aula expositiva com o auxílio de um projetor multimídia.

Após a exposição oral, distribuir diversos tipos de materiais (TNT, folhas coloridas, imagens de equipamentos que utilizam as ondas eletromagnéticas em seu funcionamento, canetas coloridas e cartolinas) e solicitar que os alunos construam um Espectro eletromagnético do tamanho do quadro. Os alunos poderão usar as estratégias que desejarem. Serão avaliados os seguintes itens: trabalho em equipe, participação individual, iniciativa, o interesse, o espírito colaborativo, a organização e arte final.

No decorrer desta aula, observar como os alunos se comportam: as iniciativas de cada um, o trabalho em grupo e em equipe, a participação, o interesse e o espírito colaborativo. Espera-se que com esta atividade os alunos demonstrem a construção mental que fizeram do tema. Essa atividade também pode ser utilizada como uma das avaliações da unidade.

6. Avaliação da unidade de ensino

Nesta etapa que tem como objetivo procurar evidências da aprendizagem significativa do tema trabalhado, optamos por realizar primeiramente a construção de um mapa conceitual e depois uma avaliação individual com questões que forneçam indícios da construção dos conceitos físicos trabalhados.

Para a construção do mapa conceitual sobre o tema Espectro Eletromagnético, e como os alunos ainda não estão acostumados a trabalhar com esse tipo de sistematização de conhecimento optamos por realizar uma oficina do que é, e como se constrói um mapa conceitual. Essa oficina foi realizada por meio de uma aula expositiva, com o auxílio de slides com os alunos distribuídos em grupos, distribuir conceitos estudados para que auxilie os mesmos na construção de um mapa conceitual sobre o tema.

APÊNDICE B:

TEXTO DE APOIO 1 - RADIAÇÕES E O ESPECTRO ELETROMAGNÉTICO

Você sabia que em nosso cotidiano várias de nossas atividades utilizam a radiação na sua realização? Atividades simples como falar ao celular, assistir TV, fazer um exame de raio X, aquecer o alimento no microondas ou até mesmo a luz proveniente do sol tem algum tipo de radiação envolvida.

Vimos no vídeo “Quer que eu desenhe? Espectro Eletromagnético de Carlos Ruas, que elas estão presentes em nossa vida e a maior parte delas não é perceptível aos olhos humanos e por isso não nos damos conta da sua presença.

Com o intuito de compreendermos melhor o assunto, primeiro precisamos entender o que é Radiação. De maneira geral podemos dizer que a propagação de energia no espaço ou em um meio material chama-se radiação. Dependendo dos elementos que a conduzem podem ser: corpuscular (partículas) ou eletromagnética (ondas).

Para entendermos um pouco mais sobre o tema de ensino, conhecermos seus tipos, como se manifestam, como interage com a matéria e como são utilizadas em nosso cotidiano é que vamos iniciar o estudo sobre o Espectro eletromagnético.

Espectro eletromagnético é o nome que se dá ao conjunto de diferentes tipos de radiações ou ondas eletromagnéticas. Essas ondas eletromagnéticas se propagam no vácuo e existem na natureza em muitas formas como a luz, radiações solares e cósmicas. Contudo, sua natureza só foi melhor entendida após as formulações das equações de Maxwell (1861) de onde podem ser deduzidas e a partir de sua produção em laboratório por Heinrich Hertz (1888). Não vamos tratar das equações aqui, contudo, é importante compreender que o elemento fundamental para produzir uma onda eletromagnética é uma corrente variável, ou seja, cargas sendo aceleradas e freadas. Lembrando que todas as substâncias são constituídas de partículas com carga e que, em todos os materiais, essas partículas estão em contínuo e desordenado movimento, se chocando, oscilando, acelerando e freando, decorre que toda a matéria emite ondas eletromagnéticas. O termo eletromagnético vem do fato de que radiações que preenchem

o espaço e se deslocam à velocidade da luz, são ondas constituídas por campos elétricos e magnéticos variáveis, que se alteram assumindo frequências específicas (descritas em Hertz, Hz) dependendo do valor dessa frequência, tem-se um tipo de radiação com diferentes características e possíveis aplicações.

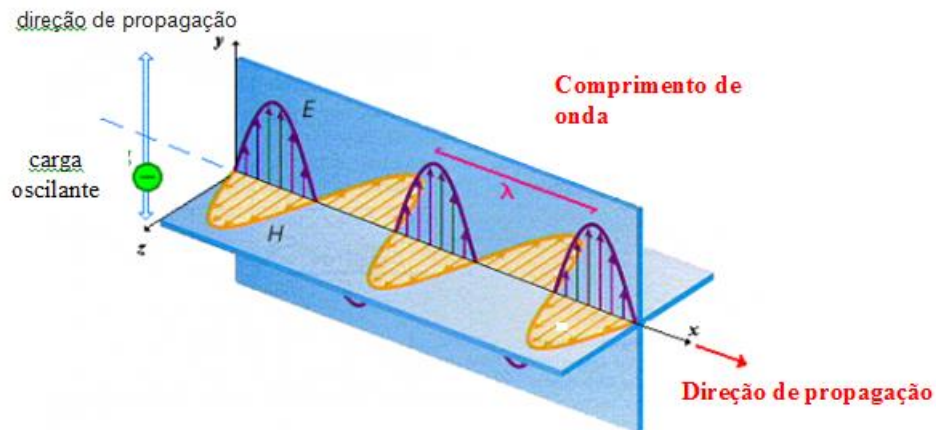


Figura 5: Onda eletromagnética

Disponível em: http://files.fisicaseemisterios.webnode.com.br/system_preview_detail_200000090-d14bbd2459/onda_eletromagnetica_3d.png Acesso em 20.06.2015

Portanto, ondas eletromagnéticas são constituídas de campos elétricos e magnéticos oscilantes e se propagam com velocidade constante no ar e/ou no vácuo com velocidade $c = 300.000 \text{ Km/s}$. Ondas de rádio, ondas luminosas, ondas de TV, micro-ondas, raios X, raios gama são exemplos desse tipo de onda.

A partir de agora faremos um estudo das ondas eletromagnéticas, sua geração, características, interações com a matéria e sua utilização em nosso dia-a-dia.

APÊNDICE C:

TEXTO DE APOIO 2 - UMA BREVE INTRODUÇÃO SOBRE ONDAS

Como já vimos anteriormente existem vários tipos de ondas eletromagnéticas, mas todas de mesma natureza, o que as diferencia é a frequência e o comprimento da onda onde ela é transportada. Algumas possuem comprimentos com valores muito grandes que podem ser dados em km e outras possuem comprimentos muito pequenos. Ondas de rádio, microondas, infravermelhos, luz visível, raios ultravioletas, raios x, raios gama são alguns exemplos de ondas. O conjunto de todas essas ondas eletromagnéticas é chamado de espectro eletromagnético.

As ondas eletromagnéticas são caracterizadas considerando algumas grandezas físicas como: **frequência**, **período**, **comprimento de onda**, **velocidade** e **amplitude**. Vamos apresentá-las:

O número de oscilações completas geradas em um período de tempo chama-se **frequência**. É representada pela letra **f** e no Sistema Internacional de medidas (SI), a unidade que o representa é o hertz (Hz), que é a expressão de oscilações por segundo.

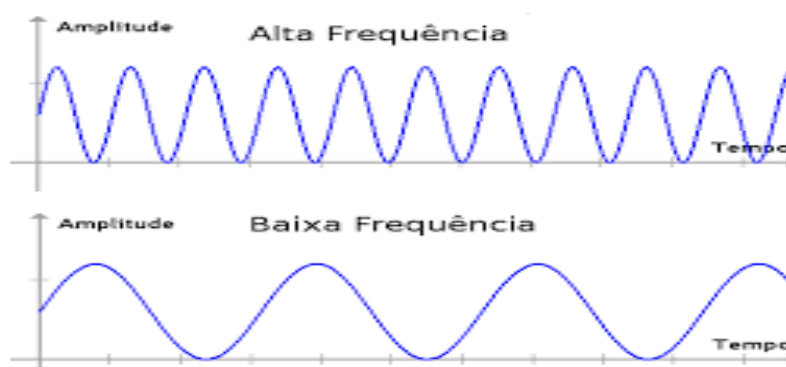


Figura 1: Frequência

Disponível em: http://beatrizsousa99.blogspot.com.br/2013_03_01_archive.html acesso em 05.02.2015

O **período** é o tempo necessário para a fonte produzir uma onda completa. Sua representação no SI é a letra **T** que é medido em segundos. A equação que relaciona a frequência e o período é dado por:

$$f = \frac{1}{T} \quad \text{ou} \quad T = \frac{1}{f}$$

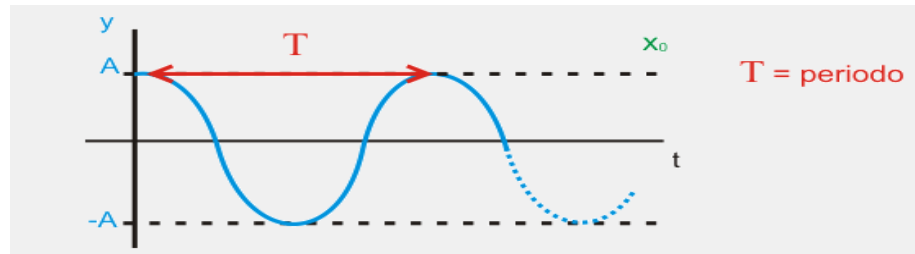


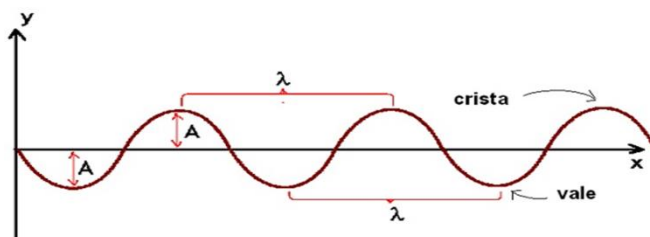
Figura 2: Período

Disponível em: <http://acer.forestales.upm.es/basicas/udfisica/asignaturas/fisica/ondas/armonicas.html>

Acesso em: 08.02.2015

A **velocidade** de uma onda é determinada pela distância percorrida sobre o tempo gasto. Como vimos anteriormente, as ondas eletromagnéticas, no vácuo, se propagam a uma velocidade de 300.000 km/s, ou seja, a velocidade da luz, chamada de constante c .

O tamanho de uma onda, que é a distância entre duas cristas sucessivas ou dois vales sucessivos é chamado de **comprimento de onda** e é representado no SI pela letra grega **lambda** (λ).



Cristas: os pontos mais altos de uma onda são as cristas.

Vale: os pontos mais baixos de uma onda forma os vales.

Figura 3: Comprimento de onda

Disponível em: <http://soumaisenem.com.br/fisica/oscilacoes-ondas-optica-e-radiacao/ondas-conceitos-basicos>

Acesso em 02.02.2015

Já a distância entre o eixo da onda até a crista chama-se **amplitude**. Quanto maior for a amplitude, maior será a quantidade de energia transportada.

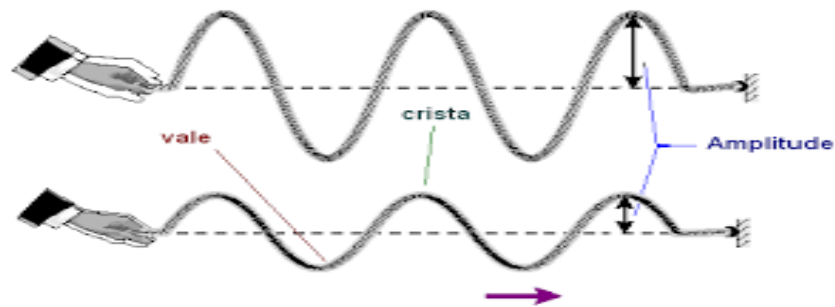


Figura 4: Amplitude

Disponível em: <http://rubenatureza.blogspot.com.br/2015/09/ondas-eletromagneticas.html> Acesso em 08.02.2015

Como a velocidade de propagação de uma onda é diretamente proporcional a sua frequência (f) e comprimento de onda (λ), então podemos expressá-la pela seguinte equação:

$$v = \frac{\lambda}{T} \longrightarrow v = \frac{\lambda \cdot 1}{T} \longrightarrow v = \lambda \cdot f$$

A frequência de uma onda é definida como sendo o número de oscilações num dado intervalo de tempo:

$f = n^\circ$ de oscilações/tempo, considerando que para um período temos 1 oscilação, é lícito escrever: $f = \frac{1}{T}$

Onde:

v = velocidade da luz (m/s)

f = frequência (ciclos/s ou Hz)

λ = comprimento de onda (m)

T = intervalo de tempo (s)

APÊNDICE D:

TEXTO DE APOIO 3 – LUZ VISÍVEL

A luz visível, durante muito tempo, era a única parte conhecida do Espectro Eletromagnético, e somente a partir de 1800, é que a descoberta de outras ondas, além da luz foi feita.

A luz visível é uma forma de radiação eletromagnética capaz de sensibilizar os olhos humanos, que faz parte do Espectro Eletromagnético onde o que determina e diferencia cada cor é a frequência e o comprimento de onda. Mas nem sempre os cientistas pensaram dessa forma. Por muito tempo a natureza da luz e o seu comportamento foi motivo de dúvida para a humanidade. A luz seria partícula ou onda? Isso fez com que, ao longo da história, várias teorias fossem apresentadas ao mundo científico tentando responder a esse questionamento. Uma das Teorias, que tinha como principal defensor Isaac Newton, considerava que a luz era composta por partículas. Já outra Teoria, de Christian Huyghens, considerava a luz como uma onda radiante. Essas teorias tinham visões distintas e contrárias, além de sozinhas não serem capazes de explicar todos os fenômenos observados.

ONDAS ELETROMAGNÉTICAS E A TEORIA DOS QUANTA:

Com a evolução da ciência em 1901, Max Plank postulou que a radiação eletromagnética é emitida e se propaga descontinuamente, em pequenos pacotes (ou pulsos) de energia chamados *quanta*. Assim, a onda eletromagnética apresenta também um caráter corpuscular. Plank associou a energia (E) do quanta a frequência de propagação (f) através da equação:

$$E=hf \text{ (2)}$$

Em que h é uma constante universal, chamada de constante de Plank, e vale $6,63 \times 10^{-34}$

³⁴J.s.

Anteriormente vimos que a frequência e comprimento de onda são grandezas que se relacionam através da equação:

$$V = \lambda f \quad (1)$$

Onde v = velocidade de propagação das ondas. Lembrando que no caso das ondas eletromagnéticas $v=c$ = velocidade da luz no vácuo/ar.

Essa energia E também pode ser calculada em função de λ . Substituindo a equação (1) na equação (2):

$$E = \frac{hc}{\lambda}$$

Como dissemos anteriormente, existem diversas formas de ondas eletromagnéticas se propagando em nosso meio. Elas podem ser geradas por meios naturais, como por exemplo, a luz visível ou podem ser produzidas artificialmente pelo homem como, por exemplo, as ondas de rádio. Todas as ondas eletromagnéticas são de mesma natureza e resultam do transporte de energia por meio da oscilação dos campos elétrico e magnético.

O que as diferencia é a frequência e o comprimento da onda. Quanto maior a frequência da radiação, mais penetrante ela é. Algumas possuem comprimentos com valores muito grandes e outras possuem comprimentos muito pequenos.

Podemos observar na figura abaixo que cada região do espectro eletromagnético é composta por muitas **frequências**, com **comprimentos de ondas** distintos. Cada uma delas dentro de um intervalo de frequência possui aplicações distintas, sendo a luz visível a menor de todas.

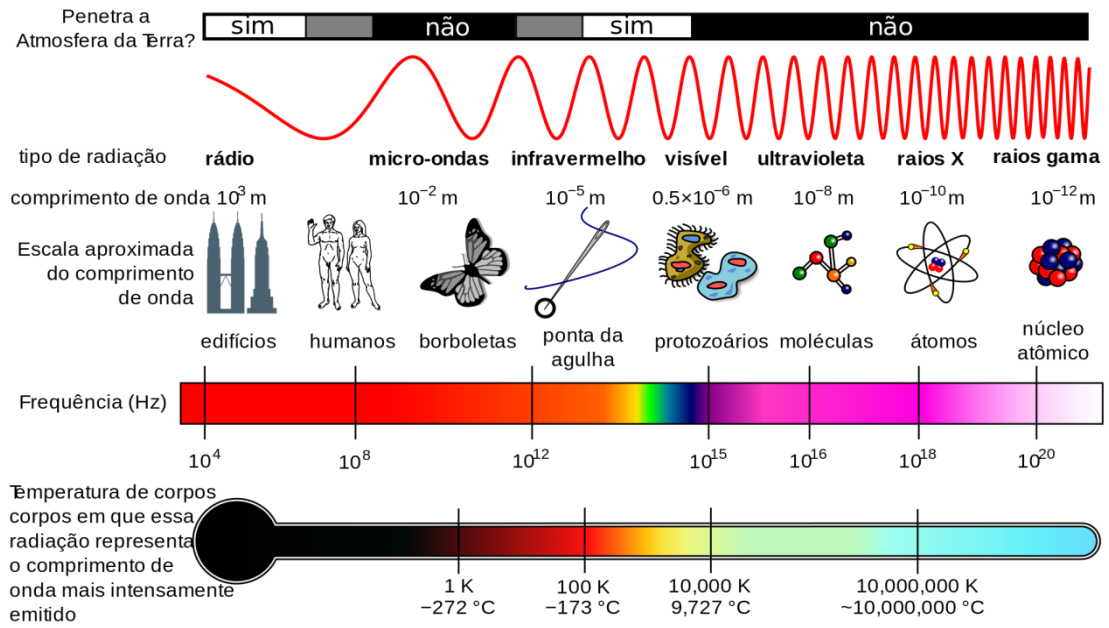


Figura 6: Espectro Eletromagnético

Disponível em: https://pt.wikipedia.org/wiki/Espectro_eletromagn%C3%A9tico acesso em 07.02.2015

ANEXO A:**ATIVIDADE AVALIATIVA DO MAPA CONCEITUAL****GOVERNO DO ESTADO DE MATO GROSSO****SECRETARIA DE ESTADO DE EDUCAÇÃO****ESCOLA ESTADUAL: _____**

ATIVIDADE PARA VERIFICAÇÃO DE APRENDIZAGEM	
ALUNO:	TURMA:
DISCIPLINA DE FÍSICA	ANO LETIVO: 2015

FAZER UM MAPA CONCEITUAL DO TEMA ESPECTRO ELETROMAGNÉTICO

ANEXO B:**AVALIAÇÃO ESCRITA**

GOVERNO DO ESTADO DE MATO GROSSO

SECRETARIA DE ESTADO DE EDUCAÇÃO

ESCOLA ESTADUAL: _____

ATIVIDADE PARA VERIFICAÇÃO DE APRENDIZAGEM	
ALUNO:	TURMA:
DISCIPLINA DE FÍSICA	LETIVO: 2015

1) (3,0 pontos) Assinale V para as alternativas verdadeiras e F para as alternativas

Falsas:

- () Radiação é a propagação de energia no espaço ou em um meio material.
- () Radiação eletromagnética são ondas que necessitam de um meio material para se propagar.
- () Existem vários tipos de ondas eletromagnéticas, todas de natureza diferente.
- () O conjunto de todas as ondas eletromagnéticas é Espectro Eletromagnético.
- () O tamanho de uma onda, que é a distância entre duas cristas sucessivas ou dois vales sucessivos, é chamado de comprimento de onda e é representado no SI pela letra grega **lambda** (λ).
- () As ondas eletromagnéticas possuem as seguintes grandezas físicas: frequência, período, comprimento de onda, velocidade e amplitude.
- () O raio X é uma radiação não ionizante.
- () Os raios gama é uma radiação ionizante que tem capacidade de penetrar a matéria.
- () A radiação infravermelha são ondas eletromagnéticas visíveis aos olhos humanos.
- () As microondas são radiações eletromagnéticas que possuem altas frequências. Isso possibilita o transporte de um número grande de informações e por isso são utilizadas na telefonia móvel.

2) (1,5 pontos) Uma onda tem frequência (f) de 8 Hz e propaga-se com velocidade (v) de 200 m/s. Sabendo que a equação da velocidade de propagação de uma onda, é dada pela equação: $v = \lambda \cdot f$. Qual é o seu comprimento de onda?

- a) 25 m b) 208 m c) 20 m d) 40 m

3) (1,5 pontos) Uma criança brinca com uma varinha batendo na água de um lago em intervalos regulares e produzindo ondas. Suponha que, em cada batida, uma única onda seja produzida. Se a criança diminuir o intervalo de tempo entre as batidas da varinha na água, as ondas produzidas passarão a ter:

- a) Maior velocidade, mas mesma frequência;
 b) Menor frequência, mas mesma velocidade;
 c) Maior frequência, mas velocidade menor;
 d) Menor comprimento de onda, mas mesma velocidade.

4) (1,5 pontos) (UNEB-BA) De acordo com o físico Max Planck, que introduziu o conceito de energia quantizada, a luz, elemento imprescindível para manutenção da vida na Terra, como toda radiação eletromagnética, é constituída por pacotes de energia denominados:

- a) bárions b) dipolos c) ions d) fótons

5) (1,5 pontos) Uma lâmpada de vapor de sódio emite luz na cor laranja, possui um comprimento de onda (λ) de 600nm. Dados $h=6,6 \cdot 10^{-34}$ J.s, $c = 3 \times 10^8$ m/s e $1\text{nm} = 1 \cdot 10^{-9}\text{m}$, pode-se afirmar que um fóton emitido por essa lâmpada apresenta uma energia de:

- a) 1,1 $\cdot 10^{-39}$ J b) $2,2 \cdot 10^{-29}$ J c) $3,3 \cdot 10^{-19}$ J d) $4,4 \cdot 10^{-9}$ J

6) (1,0 pontos) Uma perturbação periódica em uma corda produz ondas de frequência(f) igual a 40 Hz e comprimento de onda (λ) de 0,15 m. Neste caso a velocidade da onda é de:

- a) 6 m/s
 b) 8 m/s
 c) 4 m/s
 d) 10 m/s