



A ASTRONOMIA NAS AULAS DE FÍSICA: UMA  
PROPOSTA DE UTILIZAÇÃO DE UNIDADES DE  
ENSINO POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVAS (UEPS)

Rafael Ramos Maciel

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação da Universidade Federal de Santa Catarina no Curso de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Orientador: Bernardo Walmott Borges

Araranguá, SC  
Novembro de 2016


A Astronomia nas Aulas de Física: Uma Proposta de Utilização de Unidades de Ensino Potencialmente Significativas (UEPS)

Rafael Ramos Maciel

Orientador:  
Prof. Dr. Bernardo Walmott Borges

Dissertação de Mestrado submetida ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física da Universidade Federal de Santa Catarina, Curso de Mestrado Profissional em Ensino de Física (MNPEF), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física

Aprovada por:



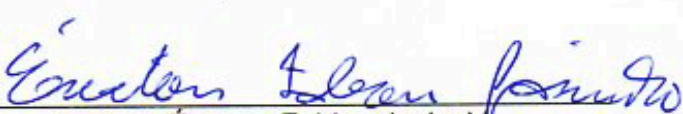
---

Prof. Dr. Bernardo Walmott Borges




---

Profa Dra. Mirtes Lia Pereira Barbosa



---

Prof. Dr. Éverton Fabian Jasinski



---

Prof. Dr. Claudio Michel Poffo

Araranguá, SC  
outubro de 2016

## FICHA CATALOGRÁFICA

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,  
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

Maciel, Rafael Ramos

A Astronomia nas aulas de Física: Uma proposta de  
utilização de Unidades de Ensino Potencialmente  
Significativas (UEPS) / Rafael Ramos Maciel ; orientador,  
Bernardo Walmott Borges - Araranguá, SC, 2016.  
94 p.

Dissertação (mestrado profissional) - Universidade  
Federal de Santa Catarina, Campus Araranguá. Programa de  
Pós-Graduação em Ensino de Física.

Inclui referências

1. Ensino de Física. 2. Ensino de Física. 3. Ensino de  
Astronomia. 4. UEPS. 5. Aprendizagem Significativa. I.  
Walmott Borges, Bernardo . II. Universidade Federal de  
Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação em Ensino de  
Física. III. Título.



Este trabalho é dedicado a todos aqueles que desejaram meu fracasso me desafiando, e a todos aqueles que desejaram meu sucesso me encorajando.

## **Agradecimentos**

Agradeço a CAPES pelo apoio financeiro por meio da bolsa concedida a todos os estudantes do país. Agradeço aos meus pais que não mediram esforços para que seus filhos alcancem educação. Agradeço imensamente a Keterllin minha companheira, que me auxiliou muito com esta pesquisa, sem ela não seria o mesmo. Agradeço a todos os meus colegas de mestrado e as tardes e noites de estudos, em especial Davi, Leciani e Silvana sem dúvidas inesquecíveis. Agradeço aos professores do programa de mestrado na Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) Araranguá por se empenharem em manter este curso, para que cada vez mais professores possam aprimorar seus conhecimentos e sua prática pedagógica. Agradeço ao meu orientador pelo auxílio valoroso e por estar sempre presente e solícito nos momentos de necessidade e dúvidas. Finalizando, agradeço também ao corpo docente do Instituto Federal de Santa Catarina (IFSC) campus Araranguá por sempre receberem de braços abertos seus egressos, auxiliando-os com o possível.

## RESUMO

### **A ASTRONOMIA NAS AULAS DE FÍSICA: UMA PROPOSTA DE UTILIZAÇÃO DE UNIDADES DE ENSINO POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVAS (UEPS)**

Rafael Ramos Maciel

Orientador:  
Bernardo Walmott Borges

Dissertação de Mestrado submetida ao Programa de Pós-Graduação da Universidade Federal de Santa Catarina Curso de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Atualmente vários trabalhos estão sendo elaborados visando contribuir com o ensino público brasileiro, e muitos deles são provenientes de licenciaturas e de programas de pós-graduação em ensino. A cada momento surgem novas ideias relacionando conteúdos que antes eram trabalhados isoladamente, promovendo a interdisciplinaridade e perpetuação de certos saberes. Muitas vezes estes saberes não são contemplados nos conteúdos trabalhados na Educação Básica, por questões estruturais das instituições de ensino ou da formação dos professores. Os professores do ensino básico que decidem pesquisar por novas estratégias para suas aulas, dificilmente encontram algo acessível ou confiável. Quando encontram, são artigos científicos, dissertações de mestrado ou teses de prolongada leitura e escassez de orientações metodológicas para o ensino. Portanto, tais textos mostram-se inadequados para sua necessidade de síntese na exposição em sala de aula. O professor deve ter uma boa leitura para preparar suas atividades, porém, como seu tempo geralmente é escasso, o tempo de leitura tem de ser reduzido. Este trabalho descreve a elaboração, aplicação e avaliação de Unidades de Ensino Potencialmente Significativas (UEPS), além de sua disponibilização na internet, utilizando como referencial teórico de ensino a Aprendizagem Significativa de David Ausubel. Estas unidades pretendem criar propostas que possam contribuir para orientar metodologicamente o professor do ensino básico, na concepção de Marco Antônio Moreira para as UEPS. Estas UEPS pretendem também evidenciar a relação entre a Astronomia e os conteúdos de Física que são ministrados no ensino básico. Ao serem publicadas na internet, o *site* torna-se um instrumento de divulgação, contendo roteiros de execução de aulas para professores de Física, com temas diversos da Astronomia (de Astronomia de Posição a

Cosmologia), buscando incluí-la de maneira eficiente na educação básica. Também almejamos que esta página seja uma espécie de repositório de UEPS, onde serão hospedadas outras sequências didáticas produzidas por alunos de graduação, pós-graduação e professores.

Palavras-chave: Ensino de Física, Ensino de Astronomia, UEPS, Aprendizagem Significativa.

Araranguá, SC  
Novembro de 2016.



## **ABSTRACT**

### **ASTRONOMY IN PHYSICS CLASSES: A PROPOSAL TO USE POTENTIALLY MEANINGFUL TEACHING UNITS (PMTU)**

Rafael Ramos Maciel

Supervisor:

Bernardo Walmott Borges

Abstract of master's thesis submitted to Post-Graduation Program of the Federal University of Santa Catarina in the Professional Master's Course of Physics Teaching (MNPEF), in partial fulfillment of the requirements for the Master's degree in Physics Teaching.

Currently, several works are being developed to contribute to Brazilian public education, and many of them are from undergraduate and postgraduate programs in education. At each moment new ideas arise, relating contents that were previously worked in isolation, promoting the interdisciplinarity and popularity of certain knowledge. Often these knowledges are not contemplated in the contents worked in the Basic Education, by structural issues of the college or the formation of the teachers. The elementary school teachers who decide to research for new strategies for their classes, hardly find something accessible or reliable. When they find, they are texts of prolonged reading and scarcity of methodological orientations for the teaching. Therefore, such texts are inadequate for their need for synthesis in classroom exposition. This work describes the development, application and evaluation of Potentially Meaningful Teaching Units (PMTU), in addition to their availability on the Internet, using as a theoretical reference of teaching the Meaningful Learning of David Ausubel. These units intend to create proposals that may contribute to the methodological orientation of the elementary school teacher, in the conception of Moreira for the PMTU. These PMTU are also intended to highlight the relationship between Astronomy and Physics contents that are taught in basic education. When published on the Internet, the site becomes an instrument of dissemination, containing scripts for the execution of classes for physics teachers, with different themes from Astronomy (from Positional Astronomy to Cosmology), seeking to include it in an efficient way in education Basic. We also hope that this page is a kind of PMTU repository, where other didactic sequences produced by undergraduates, graduate students and teachers will be hosted.

Keywords: Physics Education, Astronomy Education, PMTU, Meaningful Learning.

Araranguá, SC  
November, 2016.

## Lista de figuras

<b>Figura 1.</b> Modelo de mapa conceitual conforme a teoria de David Ausubel (MOREIRA, 2006). Fonte: construído pelo autor. ....	12
<b>Figura 2:</b> Esquema para um diagrama em Vê de Gowin (MOREIRA, 2007). ....	13
<b>Figura 3:</b> Página inicial do sitio eletrônico ueps.ufsc.br. Fonte: capturado pelo autor..	19
<b>Figura 4:</b> Localização das sequências didáticas no sitio eletrônico. Fonte: capturado pelo autor. ....	19
<b>Figura 5:</b> indício de indisposição por parte do aluno. Fonte: digitalizado pelo autor. ..	30
<b>Figura 6:</b> Primeira questão do pós-teste com resposta satisfatória. Fonte: digitalizado pelo autor. ....	31
<b>Figura 7:</b> Exemplo de resposta satisfatória para a questão três. Fonte: digitalizado pelo autor. ....	31
<b>Figura 8:</b> Resposta satisfatória para a questão quatro do pós-teste. Fonte: digitalizado pelo autor. ....	32
<b>Figura 9:</b> Exemplo de resposta equivocada da questão cinco. Fonte: digitalizado pelo autor. ....	32
<b>Figura 10:</b> Exemplo de resposta correta, porém incompleta da questão seis. Fonte: digitalizado pelo autor. ....	32
<b>Figura 11:</b> Exemplo de resposta satisfatória para a questão sete. Fonte: digitalizado pelo autor. ....	33
<b>Figura 12:</b> Alunos observando o aquecimento de um fio metálico fino. Fonte: capturado pelo autor. ....	35
<b>Figura 13:</b> Alunos observando as linhas de emissão de uma lâmpada fluorescente. Fonte: capturado pelo autor. ....	39
<b>Figura 14:</b> Espectro de emissão visto pelos alunos através do espectrômetro caseiro. Fonte: fotografado pelo autor. ....	39
<b>Figura 15:</b> Alunos discutindo sobre a emissão de Kirchhoff. Fonte: capturada pelo autor. ....	40
<b>Figura 16:</b> Alunos classificando as principais estrelas do Cruzeiro do Sul. Fonte: capturada pelo autor. ....	42
<b>Figura 17:</b> Mapa conceitual pouco estruturado e com poucos conceitos. Fonte: digitalizado pelo autor. ....	44
<b>Figura 18:</b> Exemplo de mapa conceitual pouco estruturado e com muitos conceitos. Fonte: digitalizado pelo autor. ....	45
<b>Figura 19:</b> Exemplo de mapa conceitual bem estruturado e com muitos conceitos. Fonte: digitalizado pelo autor. ....	46
<b>Figura 20:</b> Planejamento da aula em Diagrama em V (MOREIRA, 2012a). Fonte: Construído pelo autor. ....	51
<b>Figura 21:</b> Mapa conceitual (MOREIRA, 2012a) sobre Notação Científica. Fonte: Construído pelo Autor. ....	55
<b>Figura 22:</b> Planejamento da aula em Diagrama em V (MOREIRA, 2012a). Fonte: Construído pelo autor. ....	57
<b>Figura 23:</b> Mapa conceitual (MOREIRA, 2012a) sobre Efeito Doppler. Fonte: Construído pelo autor. ....	59
<b>Figura 24:</b> Planejamento da aula em Diagrama em V (MOREIRA, 2012a). Fonte: Construído pelo autor. ....	66
<b>Figura 25:</b> Mapa conceitual (MOREIRA, 2012a) sobre Efeito Doppler. Fonte: Construído pelo autor. ....	68

## Lista de quadros

<b>Quadro 1:</b> Resumo do resultado do pré-teste da UEPS A. ....	23
<b>Quadro 2:</b> Resumo dos resultados do pré-teste da UEPS B. ....	26
<b>Quadro 3:</b> Resumo dos resultados de aprendizagem significativa da UEPS B. ....	29
<b>Quadro 4:</b> Resumo das respostas da avaliação da aceitação da UEPS. ....	34
<b>Quadro 5:</b> Resumo das respostas às questões um e dois do pré-teste. ....	36
<b>Quadro 6:</b> Resumo das respostas das questões três e quatro do pré-teste. ....	37
<b>Quadro 7:</b> Resumo das respostas das questões cinco e seis do pré-teste. ....	37
<b>Quadro 8:</b> Resumo das respostas para a questão sete do pré-teste. ....	38
<b>Quadro 9:</b> Resumo da classificação dos mapas conceituais quanto à estrutura e quantidade de conceitos. ....	43
<b>Quadro 10:</b> Resumo das respostas das questões um e dois da avaliação da UEPS. ....	47
<b>Quadro 11:</b> Resumo das respostas das questões três e quatro da avaliação da UEPS. ....	47
<b>Quadro 12:</b> Pré-teste para a UEPS A. Fonte: construído pelo autor. ....	53
<b>Quadro 13:</b> Avaliação da UEPS A. Fonte: construído pelo autor. ....	54
<b>Quadro 14:</b> Pré-teste para a UEPS B. Fonte: construído pelo autor. ....	61
<b>Quadro 15:</b> Pós-teste para a UEPS B. Fonte: construído pelo autor. ....	62
<b>Quadro 16:</b> Avaliação da UEPS B. Fonte: construído pelo autor. ....	62
<b>Quadro 17:</b> Pré-teste para a UEPS C. Fonte: construído pelo autor. ....	69
<b>Quadro 18:</b> Pós-teste para a UEPS C. Fonte: construído pelo autor. ....	69
<b>Quadro 19:</b> Avaliação da UEPS C. Fonte: construído pelo autor. ....	69

## Lista de tabelas

<b>Tabela 1:</b> Primeira questão do formulário online para os professores de Física.....	17
<b>Tabela 2:</b> Segunda questão do formulário online para os professores de Física.....	17
<b>Tabela 3:</b> Terceira questão do formulário online para os professores de Física. ....	17
<b>Tabela 4:</b> Resumo dos encontros da UEPS A. ....	21
<b>Tabela 5:</b> Resumo dos encontros da UEPS B.....	25
<b>Tabela 6:</b> Resumo dos encontros da UEPS C.....	35
<b>Tabela 7:</b> Tabela com a média de distância dos planetas (P) e planetas anões (PA) ao Sol, expressa em metros (coluna do meio) e unidades astronômicas (1 UA = distância média da Terra ao Sol = 149.600.000.000 m). ....	52

# Sumário

1.	Introdução .....	1
1.1	O ensino de Astronomia .....	1
1.2	O Ensino de Física.....	3
1.3	Tempo de aplicação de novas propostas para o ensino .....	3
1.4	Produto educacional .....	4
2.	Fundamentação Teórica.....	6
2.1	Aprendizagem Significativa de David Ausubel.....	6
2.1.1	Aprendizagem Mecânica e Aprendizagem Significativa .....	6
2.1.2	Premissas básicas para a Aprendizagem Significativa.....	7
2.1.3	Organizadores Prévios.....	8
2.1.4	Evidências de Aprendizagem.....	8
2.2	Unidades de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS).....	9
3.	Metodologia para as UEPS .....	10
3.1	Diagramas .....	11
3.1.1	Mapas conceituais .....	11
3.1.2	Diagramas em V.....	12
3.2	Metodologia da pesquisa .....	14
4.	Desenvolvimento .....	16
4.1	Construção do sítio eletrônico .....	16
4.1.1	Escolha do tipo de endereço .....	16
4.1.2	Elaboração do sítio eletrônico.....	18
4.1.3	O endereço ueps.ufsc.br .....	18
4.2	Aplicação das Unidades de Ensino Potencialmente Significativas – UEPS na escola E.E.B. Jacinto Machado.....	20
4.2.1	UEPS A – Estudo da Notação Científica e Ordem de Grandeza utilizando uma escala do Sistema Solar como Organizador Prévio.....	20
4.2.2	Avaliação da Aprendizagem da UEPS A .....	22
4.2.3	UEPS B – Planetas extrassolares: detecção pelo método de velocidades radiais, efeito Doppler. ....	24
4.2.4	Avaliação da Aprendizagem da UEPS B .....	28
4.2.5	Avaliação da aceitação da UEPS B.....	33
4.2.6	UEPS C - A cor das estrelas – Estudo da Relação entre a temperatura e a cor dos objetos que irradiam. ....	34
4.2.7	Avaliação da Aprendizagem da UEPS C .....	42
4.2.8	Avaliação da aceitação da UEPS C.....	46
5.	Discussão final .....	48
6.	Apêndice A – UEPS: Estudo da Notação Científica e Ordem de Grandeza utilizando uma escala do Sistema Solar como Organizador Prévio. ( <i>Sugestão: 1º ano do Ensino Médio</i> ).....	50
6.1	Contexto.....	50
6.2	Objetivo Geral.....	50
6.3	Objetivos específicos.....	50
6.4	O que é necessário? .....	51
6.5	Aspectos Sequenciais .....	51
7.	Apêndice B – UEPS: Planetas extrassolares: detecção pelo método de velocidades radiais, efeito Doppler. ( <i>Sugestão: 2º ano do Ensino Médio</i> ). ....	56
7.1	Contexto.....	56
7.2	Objetivo Geral.....	56
7.3	Objetivos específicos.....	56
7.4	O que é necessário? .....	56

7.5 Aspectos Sequenciais .....	58
8. Apêndice C – UEPS: A cor das estrelas - Física Estudo da Relação entre a temperatura e a cor dos objetos que irradiam. ( <i>Sugestão: 2 ° ano do Ensino Médio</i> ) ....	64
8.1 Contexto.....	64
8.2 Objetivo Geral.....	64
8.3 Objetivos específicos.....	64
8.4 O que é necessário? .....	65
8.5 Aspectos Sequenciais .....	66
9. Apêndice D – Publicação em Resumo estendido da aplicação da UEPS A.....	70
Bibliografia.....	75

# 1. Introdução

Quando o assunto é Ensino, estamos sempre pesquisando, avaliando e buscando melhorar nossa prática pedagógica. O Ensino no século XXI enfrenta desafios interessantes: a utilização de novas tecnologias em sala de aula; o crescente desinteresse dos alunos; a falta de base matemática ou de interpretação textual, a desvalorização do profissional de educação, etc. (FOUREZ, 2003). No ensino de Física, é importante proporcionar nos alunos o interesse em aprender, ou, conforme David Ausubel, sua predisposição em aprender através do ato de planejar, aplicar e avaliar algumas sequências didáticas. No Ensino de Astronomia, relegado ao ensino informal, aos Clubes, Grupos, Associações de Astronomia, museus e feiras científicas (LANGHI, PEDROZO JUNIOR e MARTINS, 2012), podemos contribuir para que ele seja inserido efetivamente no ensino formal, já que este se encontra fragmentado e superficial no programa de ensino da educação básica. O tempo de aplicação desta suposta estratégia também é fundamental, pois, adicionar mais tópicos em um componente curricular com carga horária insuficiente, requer atenção e compromisso. Por fim, nos preocupamos em tornar os resultados desta e de outras investigações disponíveis a quem mais interessar por meio da internet, construindo um sítio eletrônico que irá conter as sequências didáticas produzidas neste trabalho e outras que forem disponibilizadas para publicação. De um modo geral, nosso intuito com este trabalho é contribuir para o ensino de Astronomia através de sequências didáticas incluídas nas aulas de Física e estas sequências didáticas devem ser de curta duração. O motivo de serem de curta duração será explicado no ponto 1.3 deste documento.

## 1.1 O ensino de Astronomia

Qual a importância do ensino de Astronomia? Porque ensiná-la? Uma pesquisa com 180 trabalhos tentou responder essas perguntas (SOLER; LEITE, 2012). As discussões em 29 dos trabalhos eram sobre a importância de ensinar Astronomia, foram divididas em quatro categorias: “Despertar de sentimentos e inquietações; Relevância sócio-histórico-cultural; Ampliação de visão de mundo e conscientização; e Interdisciplinaridade”.

Uma crítica levantada pelos autores foi que estes trabalhos não dispunham de investigação científica acerca das afirmações colocadas, evidenciando uma espécie de



“senso comum” entre os professores que divulgam ciência. Basta observar a Lua através de um telescópio pela primeira vez, para perceber o fascínio que esta experiência traz mesmo a aqueles acostumados a vê-la mensalmente sem o instrumento. Pode ser caracterizada como “senso comum” por não haver estatísticas que mostrem o percentual da população que se interessa por essas observações ou outros temas em Astronomia.

Hásem dúvidas um encantamento relacionado ao tema, que é despertado na maioria das pessoas que passa por esta experiência. Talvez ainda não haja trabalhos quantificando este tipo de encantamento, conforme sugeriram SOLER e LEITE (2012), por ser tão evidente. Nos seus anos de prática docente, os professores percebem que temas relacionados à Astronomia proporcionam uma série de perguntas. Os alunos ficam mais curiosos, ficam estimulados. No passado, os astros eram considerados deuses, os humanos se encantavam com a beleza das estrelas, com a passagem de cometas ou com a queda de algum meteoro (MACEDO; RODRIGUES, 2015). Hoje, utilizamos sinais de inúmeros satélites que estão orbitando a Terra, alcançamos os limites do Sistema Solar e a cada ano expandimos as fronteiras do conhecimento humano acerca do Universo.

Qualquer que seja a categoria de importância no ensino de Astronomia, devemos perguntar: estamos ensinando o suficiente deste novo mundo de descobertas às nossas crianças e jovens? Devemos ensinar mais de Astronomia na escola básica?

Dentro do Parâmetro Curricular Nacional (PCN) de Ciências, só é recomendado ensinar o eixo “Terra e Universo” nos anos finais do Ensino Fundamental somente no 6º ano. Dentro do Parâmetro Curricular Nacional do Ensino Médio (PCNEM) de Física, não há menção ao tema (BRITO, 2011). Trabalhos de caráter diagnósticos constatam em sua grande maioria que nossos alunos não possuem conhecimentos suficientes em temas relacionados à Astronomia, mesmo no 6º ano (SILVEIRA, SOUSA e MOREIRA, 2011).

Mesmo que a Astronomia ainda não seja reconhecida no nosso país como uma disciplina, na mesma linha de Mees (2004), acreditamos que ela pode ser utilizada como motivador para ensinar outras áreas. Este autor propôs que ela fosse utilizada como motivador para o ensino de Física no último ano do ensino básico de nível fundamental. Para o autor, a Astronomia desempenhou grande potencial para ensinar Física. O tempo de aplicação da estratégia elaborada por ele foi de 2 meses de aula (de 16 a 24 aulas de 45 minutos). Falaremos a respeito do tempo de aplicação das estratégias a seguir.

## **1.2 O Ensino de Física**

Os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM) ou mais precisamente, as Orientações Educacionais Complementares aos PCN (PCN+) apontam que na história da humanidade um vasto conhecimento de Física foi acumulado, e que este conhecimento não pode estar todo presente no ensino médio. É necessário fazer escolhas do que é mais importante ou fundamental. Quando o questionamento sobre “o que ensinar” se torna mais evidente do que o “para que ensinar”, corre-se o risco de ministrar algo abstrato e distante da realidade (BRASIL, 2002).

Deve-se pensar então qual o motivo do ensino de Física (ou para que ensinar). O que ocorre atualmente no ensino básico parece ser apenas uma exibição da Física, informando aos jovens que existe uma ciência chamada Física, quando, na verdade, o que se espera é que ela seja um instrumento para a compreensão do mundo, uma linguagem a ser dominada pelo aluno (BRASIL, 2002). Para isso, busca-se incessantemente contextualizar, exemplificar ou traduzir a Física que é construída por cientistas para ser ensinada na escola básica. Neste processo, porém, existem vários problemas como a distorção do significado de algumas leis, generalizações e associações errôneas ou o surgimento de concepções alternativas.

Estamos, de fato, preocupados com o “para que ensinar”, mas não deixamos de lado a importância do “o que ensinar”. Não é nosso objetivo discutir os problemas que surgem no processo de transposição didática. Nosso objetivo é contribuir com um ensino de Física mais atraente e, além disso, inserir de maneira eficiente conteúdos de Astronomia básica no ensino médio. A astronomia pode ser relacionada com a Física em vários aspectos, conseqüentemente estaremos contribuindo com o ensino de Astronomia. A relação entre as leis da Física e as descobertas na Astronomia pode ser benéfica para o ensino.

## **1.3 Tempo de aplicação de novas propostas para o ensino**

De acordo com o PCN+, um vasto conhecimento de Física foi acumulado na história da humanidade. Este conhecimento foi considerado importante, e por isso faz parte do que é ensinado nas escolas. Um desafio que surge é ensinar este vasto conhecimento com o pouco tempo disponível para isso nos currículos. O ideal seria aumentar o número de aulas de Física durante todo o ensino médio. Como não podemos alterar o número de aulas ou o tempo de duração das existentes, temos de optar por se

adequar ao tempo disponível atualmente. Uma breve pesquisa em repositórios de dissertações e teses é suficiente para averiguar que muitas propostas interessantes estão sendo desenvolvidas, inserindo de maneira atrativa, interdisciplinar, tecnológica ou contextualizada, tópicos científicos diversos às aulas de Física. Porém, a maioria não leva em consideração o tempo de aplicação da estratégia. Ao menos não deixa claro em seu texto que tomou tal cuidado com o tempo.

No estado de Santa Catarina, a disciplina de Física dispõe de duas aulas semanais de 45 minutos. De acordo com o calendário escolar do estado, a escola deve garantir 200 dias letivos ao aluno, e 800 horas de curso (BRASIL, 1996). Os 200 dias representam 28 semanas de aula. Cada semana tem 2 aulas de Física, então serão cerca de 57 aulas no ano. Se cada aula tem 45 minutos, teremos um total de 43 horas (2.571 minutos de aula). Este tempo é considerado por nós pequeno para ensinar o vasto conhecimento de Física que gostaríamos que fosse ensinado.

Com base nisso, muitas estratégias ótimas desenvolvidas por alunos de graduação e pós-graduação, podem não estar sendo utilizadas pelo professor da rede básica, (o público alvo destas abordagens), por não terem sido planejadas para utilizarem poucos encontros. Diferentemente dessa ideia, as sequências didáticas propostas aqui, além de levar em consideração a aplicabilidade em termos de conteúdo programático, irão preocupar-se em serem compatíveis com o tempo que o professor dispõe no ano letivo.

#### **1.4 Produto educacional**

Os produtos educacionais, fruto deste trabalho, são três sequências didáticas fundamentadas na aprendizagem significativa, elaboradas de acordo com a proposta de Marco Antônio Moreira (MOREIRA, 2011). Serão três UEPS relacionando o ensino de Astronomia e Física no ensino médio. As sequências didáticas estão disponíveis nos apêndices deste trabalho. A primeira sequência didática relaciona o estudo da notação científica e ordem de grandeza utilizando uma escala do Sistema Solar. A segunda sequência didática mostra que o efeito Doppler é utilizado na Astronomia como um dos métodos para encontrar planetas fora do Sistema Solar. A terceira sequência evidencia a relação entre temperatura e cor, relacionando a cor da luz emitida por uma estrela com sua temperatura superficial. Outro produto derivado deste trabalho é um *site*. Ele irá conter as três sequências didáticas elaboradas inicialmente neste trabalho. O *site* também

poderá conter sequências didáticas de outros autores. O objetivo é disponibilizar estas UEPS para os professores através da *internet*.

No próximo capítulo apresentaremos a fundamentação teórica do trabalho. O capítulo três mostra as etapas do planejamento de uma UEPS. O capítulo quatro irá discorrer sobre a criação do *site* e a aplicação das estratégias didáticas planejadas. Os resultados da aplicação das estratégias são debatidos também neste capítulo. O capítulo cinco irá de uma forma resumida expressar os resultados da aplicação das três UEPS e as impressões acerca do trabalho como um todo. Os apêndices A, B e C contêm as UEPS planejadas, que é o material desenvolvido para o professor.

## 2. Fundamentação Teórica

### 2.1 Aprendizagem Significativa de David Ausubel

#### 2.1.1 *Aprendizagem Mecânica e Aprendizagem Significativa*

David Ausubel define a aprendizagem mecânica como sendo aquela que o sujeito aprende novas informações, ideias ou conceitos, com pouca ou nenhuma interação com aquilo que o sujeito já sabia, ou seja, seu conhecimento prévio. Não é um vácuo cognitivo, o novo conhecimento irá se relacionar com algo na estrutura de conceitos do sujeito, porém com pouca relação a algum conceito relevante. Esta nova informação tende a ser armazenada de maneira arbitrária e literal, não proporcionando novos significados (AUSUBEL, 2003). A aprendizagem de pares de sílabas sem sentido, como senhas de banco ou a memorização de fórmulas e constantes físicas, também podem ser tomadas como exemplos deste tipo de aprendizagem (MOREIRA, 2001).

Uma das principais críticas à aprendizagem mecânica, é que ela tende a ser volátil. Quando se utiliza a famosa “decoreba” para um teste, é provável que dias após o teste ter passado o sujeito já não lembre o que estudou. Memorização, replicação e esquecimento, exatamente nessa ordem. Outra crítica é a incapacidade de transformação do conhecimento adquirido para que seja aplicado em novas situações problema, por ser adquirida de maneira literal, ao pé-da-letra.

Apesar de a aprendizagem mecânica parecer ser ineficiente, porém, em casos que o sujeito ainda não possui nenhuma ideia ancora ou conhecimento prévio específico para que o novo conhecimento seja relacionado, deve-se utilizar a aprendizagem mecânica para lançar algum subsunçor<sup>1</sup> específico, e então prosseguir. Como exemplo, mencionamos a Física Quântica, que muitos conceitos são passados de maneira a serem memorizadas, pois o aprendiz não possui subsunçores que possam ser relacionados de maneira satisfatória. Analogias podem ser feitas, mas possuem suas limitações.

Contrastando, a Aprendizagem Significativa, conforme a teoria de David Ausubel é aquela que se relaciona de maneira substantiva, não literal e não arbitrária a algum conceito específico da estrutura cognitiva do sujeito (MOREIRA, 2012a). Este conceito é chamado de subsunçor, e tem o papel de “ancoradouro” do novo conhecimento, de modo que este passe a ter um “significado” para o sujeito que

---

<sup>1</sup> Subsunçor: ancoradouro do novo conhecimento. Será bem definido ao longo do texto.

aprende. Deste modo pode-se dizer que a aprendizagem significativa ocorre quando um novo conhecimento ancora-se a conhecimentos, conceitos ou proposições, já existentes.

Os subsunçores podem ter maior ou menor estabilidade cognitiva. Podem ser mais ou menos elaborados, pois à medida que servem de ancoradouro, estes também se modificam. O processo é interativo. A cada nova aprendizagem significativa, os subsunçores se tornam cada vez mais estáveis, mais claros e com mais significado. Quanto mais ativo este processo interativo, mais úteis e significativos se tornam os conceitos. Para tornar este processo mais ativo David Ausubel recomenda o uso de Organizadores prévios (MOREIRA, 2001).

A Aprendizagem Significativa pode ser:

- **Representacional**, que é basicamente compreender o significado para símbolos ou palavras;
- **Proposicional subordinada**, quando um novo conceito é assimilado a conceitos específicos existentes na estrutura cognitiva do sujeito;
- **Proposicional superordenada**, quando o novo conceito surge do relacionamento entre significados de ideias já existentes na estrutura cognitiva, aí então o sujeito passa a assimilar isto;
- **Proposicional combinatória**, quando o novo material, passa a se relacionar a um conjunto amplo e relevante, e não especificamente a ideias subordinadas ou superordenadas (MOREIRA, 2011b).

De maneira geral a aprendizagem proposicional é aquela que o sujeito passa a dar significado a novas ideias no formato de proposições (MOREIRA, 2012b).

### *2.1.2 Premissas básicas para a Aprendizagem Significativa*

Duas condições básicas são necessárias para que a aprendizagem significativa ocorra. Uma das condições é que o material a ser aprendido, deve ser de algum modo, relacionável ao que o aprendiz já sabe. Isso remete ao fato de que o conhecimento prévio é muito importante. Um material capaz de ser relacionável de maneira não arbitrária e não literal a estrutura cognitiva do sujeito é chamado de **material potencialmente significativo**. A outra condição é que o aprendiz tenha **pré-disposição em aprender**. Ele deve manifestar uma disposição em relacionar de maneira substantiva, não literal e não arbitrária o novo conhecimento à sua estrutura cognitiva. Logo, de nada adianta o material ser potencialmente significativo se a intenção do aprendiz for a de simplesmente memorizar de maneira arbitrária e literal (MOREIRA,

2006). De mesmo modo, se o aprendiz manifesta a pré-disposição em aprender e o material não estiver próximo aquilo que ele já conhece, provavelmente não haverá aprendizagem significativa.

### 2.1.3 Organizadores Prévios

Para Ausubel (2003) a variável isolada mais importante para que a aprendizagem significativa ocorra é o conhecimento prévio do aprendiz, a definição de aprendizagem significativa é aquela que o novo material de aprendizagem é relacionado de maneira não literal e não arbitrária a este conhecimento prévio. Buscando essa relação, o autor sugere o uso de organizadores prévios, como materiais introdutórios que servirão como uma espécie de ancoradouro para o novo conhecimento(MOREIRA, 2006).

Um organizador prévio deve ser mais geral, mais inclusivo e em maior nível de abstração em relação ao material de aprendizagem. A condição é que preceda a apresentação do material. Há dois tipos de organizadores prévios, *expositivo* e *comparativo*. Quando o aprendiz não possui um conhecimento claro e conciso para o novo material ser ancorado, o organizador prévio supostamente faz a ponte entre o conhecimento prévio e o material de aprendizagem (*expositivo*). Quando o material é relativamente familiar, o organizador prévio desempenha um papel comparador, que deve ajudar o aprendiz a relacionar os novos conhecimentos à sua estrutura cognitiva(*comparativo*) (MOREIRA, 2011b).

### 2.1.4 Evidências de Aprendizagem

Uma longa experiência em realizar exames pode fazer com que os aprendizes memorizem tudo. Fórmulas, números, exemplos e maneiras de resolver problemas, e isto caracteriza aprendizagem mecânica. Logo, a fim de evitar o que se concebe por “simulação de aprendizagem significativa”, devem-se realizar avaliações que exijam o máximo de transformação do conhecimento possível. Se houve aprendizagem significativa, esta deve ser transferível, ou seja, o aprendiz deve ser capaz de explicar aos outros. Além disso, estes conhecimentos podem ser reformulados para solucionar novos problemas. As avaliações devem ser no mínimo escritas com palavras diferentes, e se possível, propor sempre novas situações problema, em nível crescente de complexidade (MOREIRA, 2001); (MOREIRA, 2011b); (MOREIRA, 2006).

Existem muitos outros conceitos relevantes para a temática da aprendizagem significativa de David Ausubel, porém não é o intuito deste trabalho fazer uma releitura

detalhada de toda a teoria, somente expor alguns aspectos mais relevantes ao leitor que ainda não está familiarizado com seus conceitos mais centrais.

## **2.2 Unidades de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS)**

As UEPS são sequências didáticas referenciadas na teoria de aprendizagem significativa. O aspecto mais marcante das UEPS são seus oito passos que, de maneira sintética, põe em prática vários princípios relevantes de teorias de aprendizagem de diferentes autores, de maneira clara e concisa. Pode não ser fácil por em prática aspectos de teorias de aprendizagem que expressam muitas proposições de “o que” fazer, mas deixam poucas pistas de “como” fazer. Seu objetivo é esquematizar de forma clara os procedimentos para facilitar a aprendizagem significativa de tópicos específicos de diferentes conhecimentos declarativos ou procedimentais (MOREIRA, 2012a).

Idealizadas por Moreira (2011b), as UEPS seguem uma série de princípios fundamentais para a sua construção, que foram extraídos de vários teóricos da educação. Estes princípios norteiam a prática pedagógica levando em consideração vários aspectos pertinentes a esta como, por exemplo, as relações sociais, os sentimentos humanos e aspectos de teorias cognitivistas construtivistas.



### 3. Metodologia para as UEPS

São oito passos para a construção de uma UEPS os quais procuram por em prática os princípios selecionados por Moreira. Como vamos fundamentar nossa UEPS na aprendizagem significativa de David Ausubel, pode ocorrer de alguns princípios se sobressaírem em detrimento de outros. Os aspectos sequenciais da UEPS são:

1. Definir o tópico a ser trabalhado tal como ele é aceito no contexto da matéria de ensino, identificando seus aspectos declarativos e procedimentais;
2. Criar ou propor situações-problema, nesta etapa é importante externalizar os conhecimentos prévios dos alunos;
3. Propor situação-problema em nível bem introdutório relevando os conhecimentos prévios dos alunos, estas situações problema podem atuar também como organizadores prévios;
4. Apresentar o conhecimento a ser ensinado/aprendido sempre levando em conta a diferenciação progressiva, ou seja, iniciar pelos conceitos mais gerais e abrangentes, e ir para os conceitos mais específicos e isolados;
5. Em seguida, retomar os aspectos mais gerais, porém em maior nível de complexidade em relação à exposição anterior. Deve-se expor em nível crescente de dificuldade;
6. Para concluir a unidade, retomar novamente os aspectos mais relevantes e gerais da matéria de ensino, buscando assim a reconciliação integradora, ou seja, uma retomada de maneira a integrar o corpo de conhecimento, e após esta terceira retomada, novas situações-problema em maior nível de complexidade;
7. A avaliação da aprendizagem deve ser feita ao longo da aplicação da UEPS, registrando tudo que possa ser indício de evolução conceitual. Após o sexto passo deve-se realizar uma avaliação somativa individual a fim de exigir o máximo de transformação do conhecimento e evidenciar captação de significado. O professor deve avaliar igualmente o desempenho nas tarefas realizadas coletivamente, anotações e na avaliação somativa.
8. A aprendizagem significativa é progressiva, logo, buscamos indícios de aprendizagem significativa, de compreensão, de captação de

significados, de capacidade de explicar, de aplicar o conhecimento para resolver situações-problema. A UEPS será considerada um êxito se apresentar estes indícios de aprendizagem significativa.

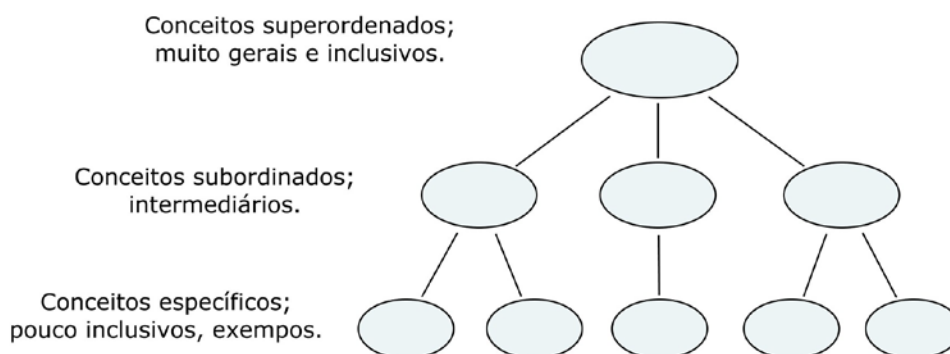
Estes aspectos sequenciais auxiliam no planejamento, organização, aplicação e avaliação das sequências didáticas fundamentadas teoricamente na aprendizagem significativa. Sem uma organização, como propõe as UEPS, é bastante difícil pôr em prática todos os princípios norteadores citados por Moreira. Foi um recurso brilhante criado de professor para professor. Seus produtos, as UEPS, criadas a partir destas orientações, também são, desde que devidamente disponibilizados.

### **3.1 Diagramas**

A fim de facilitar a estrutura da UEPS, Moreira (2011a) apresenta dois tipos de diagramas que podem auxiliar de maneiras diferentes na disposição da UEPS, os mapas conceituais e os diagramas V. Esses diagramas são utilizados na organização do material de ensino, auxiliam o planejamento das atividades de ensino, servem como recurso facilitador da aprendizagem, instrumentos de ensino e instrumentos de avaliação. As UEPS planejadas neste trabalho utilizaram o diagrama em V para planejar a aula. Os mapas conceituais auxiliaram na organização da matéria de ensino e foram utilizados também como ferramenta de aprendizagem e avaliação. A seguir serão descritos brevemente o que são e como funcionam estes diagramas.

#### *3.1.1 Mapas conceituais*

Mapas conceituais são diagramas bidimensionais que buscam evidenciar as relações entre conceitos de um corpo de conhecimento. Também evidenciam a hierarquia ou relevância dos conceitos de maneira visual (conceito maior, cor mais vibrante etc.). Podem ser desenvolvidos escrevendo os conceitos dentro de quadros ou círculos, e interligando-os com linhas, pode-se também inserir uma palavra no meio da linha que os liga, auxiliando na relação entre os conceitos em questão. Foram idealizados por Joseph Novak (NOVAK; CAÑAS, 2010).



**Figura 1.** Modelo de mapa conceitual conforme a teoria de David Ausubel (MOREIRA, 2006).Fonte: construído pelo autor.

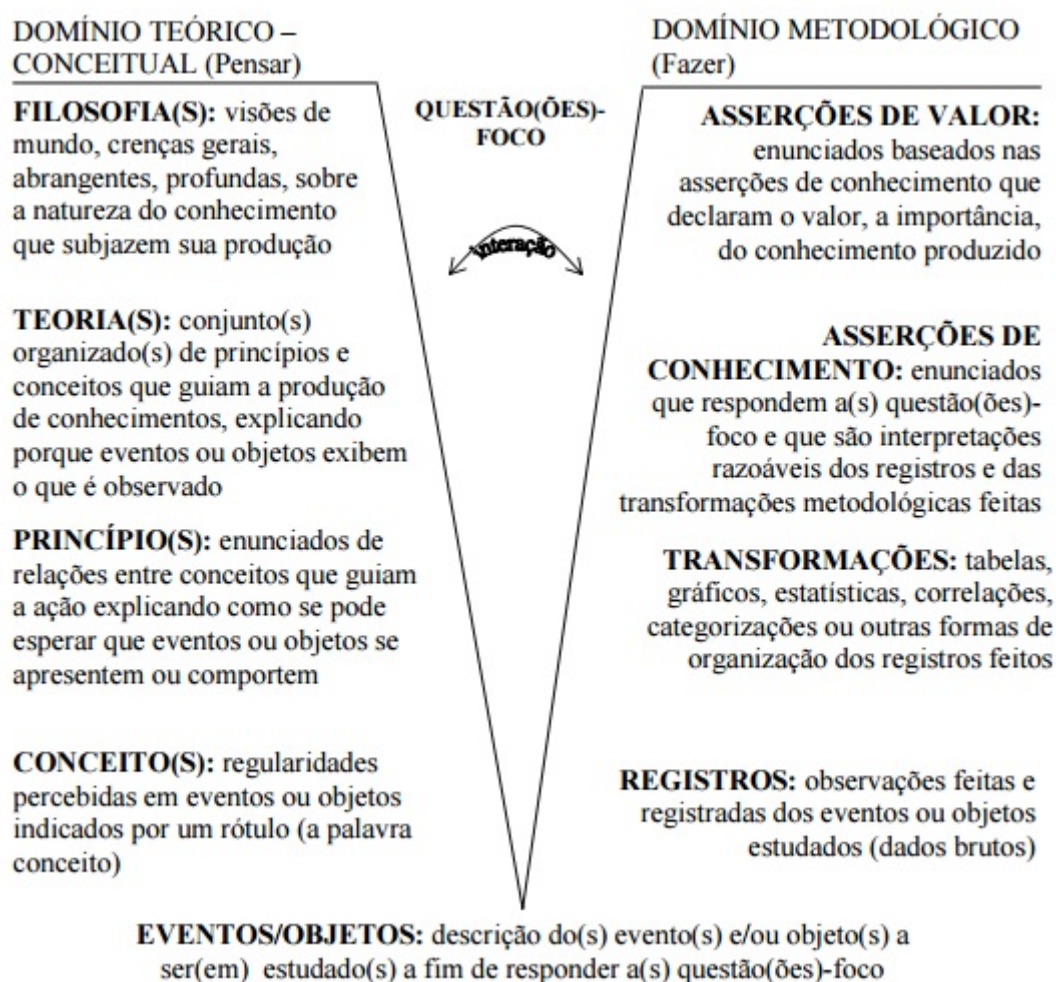
Desenvolvidos em 1972, foram pensados à luz da teoria de David Ausubel, para expor as relações entre os conhecimentos prévios e os novos conhecimentos, estabelecidos na estrutura cognitiva do sujeito que aprende. Desta maneira, os mapas conceituais não só podem ser utilizados para ensinar, mas também para aprender ou avaliar, incentivando os alunos a utilizarem os padrões da aprendizagem significativa. É uma poderosa ferramenta, de compreensão relativamente fácil por parte dos alunos, que pode auxiliar muito na constatação de indícios de aprendizagem significativa. Acredita-se que uma das razões para os mapas conceituais serem eficazes neste processo, é que ele auxilia na organização e estruturação dos conhecimentos no cognitivo do aprendiz. “Nosso cérebro trabalha no sentido de organizar o conhecimento em quadros hierárquicos e que métodos de ensino que facilitem esse processo aumentariam significativamente a capacidade de aprendizado de qualquer aluno” (BRANSFORD apud NOVAK; CAÑAS, 2010, p.13).

### 3.1.2 Diagramas em V

Os diagramas em V (MOREIRA, 2006) foram propostos originalmente por D.B. Gowin para a análise do processo de produção do conhecimento, por isso ele é também chamado de Vê epistemológico. Antes do diagrama, Gowin propõe cinco questões para análise do conhecimento documentado:

1. Qual(is) a(s) questão(ões)-foco?
2. Quais os conceitos-chave? (Qual a estrutura conceitual?)
3. Qual(is) o(s) método(s) usado(s) para responder a(s) questão(ões)-foco? (Qual a sequência de passos?)
4. Quais as asserções de conhecimento? (Qual o conhecimento produzido?)
5. Quais as asserções de valor? (Qual o valor do conhecimento produzido?)(MOREIRA, 2007).

Estas questões são a base para a construção dos diagramas. Embora não expressem de maneira completa tudo o que significa um diagrama em Vê, é bastante sintético e aplicável. O formato do diagrama poderia ser qualquer um, porém o formato do diagrama semelhante a letra “V” evidencia as relações entre o domínio conceitual (o pensar) e o domínio metodológico (o fazer)(MOREIRA, 2011a).



**Figura 2:** Esquema para um diagrama em Vê de Gowin (MOREIRA, 2007).

Este tipo de diagrama pode ser utilizado de maneira semelhante aos mapas conceituais, como ferramenta de ensino, de aprendizagem e de avaliação. Neste trabalho iremos utilizar o diagrama em Vê para planejar as UEPS. Sua organização do domínio conceitual interagindo com o domínio metodológico organiza o plano de aula de maneira sintética e de fácil leitura.

## 3.2 Metodologia da pesquisa

A escola escolhida para a pesquisa foi a E.E.B. Jacinto Machado que fica no município de Jacinto Machado (SC). Conta com uma grande área construída: 17 salas de aula climatizadas e um laboratório de informática muito bem equipado. Apesar de existir sala para o Laboratório de Ciências, ela está sendo utilizada como sala de vídeo, Possui um Laboratório Didático Móvel de Ciências da Natureza desde 2004 em estado precário e faltando muitos componentes. Dos professores da escola, 57% são efetivos e 43% são Admitidos em Caráter Temporário (ACT). A região é predominantemente agrícola e a situação socioeconômica da maioria dos alunos é de nível médio (até R\$ 2.564,00 na família) e médio-baixo (até R\$ 1.764,00 na família) conforme aponta o Projeto político e Pedagógico (PPP) disponível na instituição.

Esta pesquisa foi aplicada com três turmas de ensino médio, um primeiro ano, um segundo e um terceiro com o total de 73 alunos. A pesquisa foi aplicada em etapas de aproximadamente um mês cada. Foram três etapas, uma para cada UEPS.

Os objetivos da aplicação das sequências didáticas em apêndice foram para verificar a aplicabilidade com relação ao tempo disponível (das aulas de Física do ano), verificação de indício de evolução conceitual nos alunos, potencial de promover a predisposição em aprender e a aceitação da sequência didática. Esses aspectos foram avaliados no decorrer da aplicação de cada uma das sequências didáticas.

A pesquisa foi avaliada qualitativamente (GIL, 2002), nos aspectos da aprendizagem conforme preconiza Ausubel (MOREIRA, 2001) e da aceitação da estratégia didática. Faz-se uso da obtenção de dados descritivos por contato direto e interativo do pesquisador com a situação de estudo. É comum que o pesquisador procure entender as perspectivas dos participantes da situação estudada e então faça uma interpretação dos fenômenos estudados. (NEVES, 1996). Foram utilizadas questões dissertativas, mapas conceituais e debates para extrair as informações pertinentes à pesquisa. As aulas foram gravadas em áudio para melhor captação da discussão em sala e posterior relato. De acordo com Bardin (2004), a análise das comunicações, de conteúdos, utiliza procedimentos sistemáticos e objetivo na descrição. Pode ser feita com o método de categoria e de fragmentação, definindo uma unidade de codificação que possa expressar os resultados em números (porcentagem). A exibição de dados estatísticos nos resultados dos questionários foi concebida separando as

respostas em três níveis: satisfatório; incompleto; errado/fora de contexto/não respondeu.

Como uma das buscas neste tipo de avaliação é a evolução conceitual do aluno, em hipótese alguma poderemos concluir que os alunos se apropriaram do conceito pela maioria das respostas corretas. Por isso a análise do trabalho será em caráter qualitativo, e a estratégia será considerada exitosa caso: desperte o interesse do aprendiz ou a predisposição dele em aprender; indique indícios de evolução conceitual; seja aceita pelos alunos como atrativa e estimule sua curiosidade. Relembrando, o conhecimento é construído, aos poucos, e a aprendizagem significativa subjaz esta construção.

## 4. Desenvolvimento

Estudantes de licenciatura produzem uma série de sequências didáticas do tipo UEPS e algumas são publicadas como artigos em periódicos especializados. Aquelas que não são usualmente não são divulgadas em outro formato. É comum UEPS serem elaboradas em disciplinas de metodologia de ensino e nunca serem aplicadas, ou serem aplicadas e não publicadas. Seria interessante se houvesse um espaço online onde essas sequências didáticas fossem publicadas, centralizando o acesso do professor a estas produções. Que ele não necessite ler um artigo de no mínimo dez páginas para extrair os aspectos sequências e planejamento de uma UEPS que julga interessante.

Em várias conversas informais e algumas formais com professores e alunos de um curso de licenciatura, percebeu-se o interesse por parte de todos em compartilhar suas UEPS em um espaço online. Pensou-se na construção de um endereço online onde os estudantes das licenciaturas pudessem hospedar as UEPS desenvolvidas durante o curso, e os professores da rede básica pudessem buscar e utilizar essas UEPS de maneira direta (aspectos sequenciais, conceitos envolvidos e planejamento bem explícitos), encontrando aquelas que lhe possam ser úteis.

Conforme mencionado na Seção 1.4, além de ter como objetivo a produção e aplicação de três UEPS deseja-se torná-las disponíveis online. Portanto, a primeira etapa do desenvolvimento foi construção de um repositório de UEPS, disponibilizando inicialmente nossas sequências didáticas. Também há pretensão que outras sequências didáticas sejam disponibilizadas nesse espaço, mesmo que baseadas em outra teoria de aprendizagem. A seguir, descreve-se a construção desse sítio eletrônico (Seção 4.1) e as aplicações da UEPS (Seção 4.2).

### 4.1 Construção do sítio eletrônico

#### 4.1.1 Escolha do tipo de endereço

Um questionário foi aplicado para averiguar qual tipo de sítio eletrônico é mais acessado por professores de Física na região de Araranguá, *sites*, *blogs*, *redes sociais etc...* O questionário contou com respostas de 16 professores de Física de diferentes níveis de ensino. Abaixo, seguem os resultados do questionário (Tabela 1: Primeira questão do formulário online para os professores de Física.):

<b>Em quais fontes você busca com mais frequência conteúdo para suas aulas teóricas?</b>	
Livros didáticos (Ensino Médio ou Superior)	50%
Web sites	31.3%
Blogs	0%
Páginas em redes sociais	0%
Outros	18.8%

**Tabela 1:** Primeira questão do formulário online para os professores de Física.

A questão acima confirma que o livro didático é a fonte principal de conteúdos para a maioria destes professores, porém nosso foco é no tipo de endereço eletrônico. Os dados mostram que o tipo *web sites* é a segunda fonte de pesquisa dos professores questionados.

<b>Usa simulações/demonstrações computacionais?</b>	
Sim	56.3%
Não	43.8%

**Tabela 2:** Segunda questão do formulário online para os professores de Física.

Os valores da Tabela 2 também nos encorajaram a inserir as simulações ou demonstrações computacionais nas sequências didáticas planejadas.

<b>Se utiliza simulações/demonstrações, em quais fontes você as busca com mais frequência?</b>	
Web sites.	81.8%
Blogs.	0%
Páginas de redes sociais	0%
Outros	18.2%

**Tabela 3:** Terceira questão do formulário online para os professores de Física.

Esta questão auxiliou na escolha do tipo de endereço eletrônico escolhido para hospedar as UEPS produzidas. Os resultados apontam que os *websites* são os espaços que tendem a serem bem acessados pelos professores em busca de material didático.



No mesmo questionário, outras questões buscavam conhecer o uso de aulas práticas pelos professores. Com esses dados avaliamos a possibilidade de inserir atividades práticas nas UEPS, considerando as limitações de recursos. 68.8% dos professores que responderam o questionário fazem uso de aulas práticas, que são: 38.5% demonstrativas (exibe ao aluno); 15,4% participativa (o aluno executa toda a experiência); 46.2% demonstrativa e participativa. 31.3% não realizam aulas práticas. As UEPS aqui desenvolvidas, por serem de fácil aplicação e baixo custo, podem contribuir para aceitação das atividades práticas pelos professores.

#### *4.1.2 Elaboração do sítio eletrônico*

Após a escolha da forma de hospedar as unidades de ensino, houve a escolha da plataforma gratuita de construção de sítios eletrônicos. A ideia principal era de que este espaço fosse pensado para ser constantemente editado, por seus mantenedores ou por colaboradores. O sítio eletrônico foi desenvolvido inicialmente em domínios comerciais gratuitos. Após uma pesquisa nas opções não comerciais disponíveis, optou-se por utilizar o espaço institucional Páginas@UFSC<sup>2</sup>, gerido pela Superintendência de Governança Eletrônica e Tecnologia da Informação e Comunicação (SETIC) da UFSC. Este espaço contempla todas as exigências da pesquisa: ficará no ar por tempo indeterminado; é institucional (melhor avaliado na pesquisa com os professores), fácil de usar (como mencionaremos a seguir) e visual limpo.

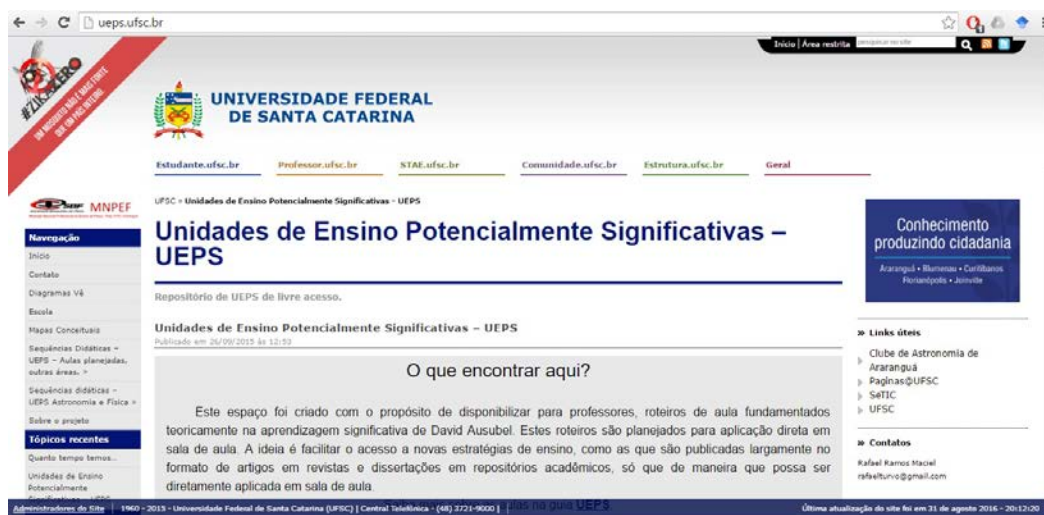
O projeto Páginas@UFSC visa disponibilizar um sistema de gerenciamento de conteúdo (CMS) na *web* e tem o objetivo de ser fácil de gerenciar, fácil de acessar, rápido de publicar conteúdo e fácil e rápido de aprender. Apesar desta ferramenta ser criada para órgãos e eventos institucionais, ela pode ser utilizada para outros fins, por intermédio de justificativa formal (UFSC, 2010).

#### *4.1.3 O endereço ueps.ufsc.br*

O endereço escolhido para a página foi *ueps.ufsc.br*. O Páginas@UFSC possui cabeçalho e barras laterais padrão, não permitindo que o usuário faça grandes alterações na aparência da página. É possível criar uma barra de navegação lateral e editar postagens de conteúdo. A seguir uma imagem da página inicial criada para hospedar as sequências didáticas (Figura 3).

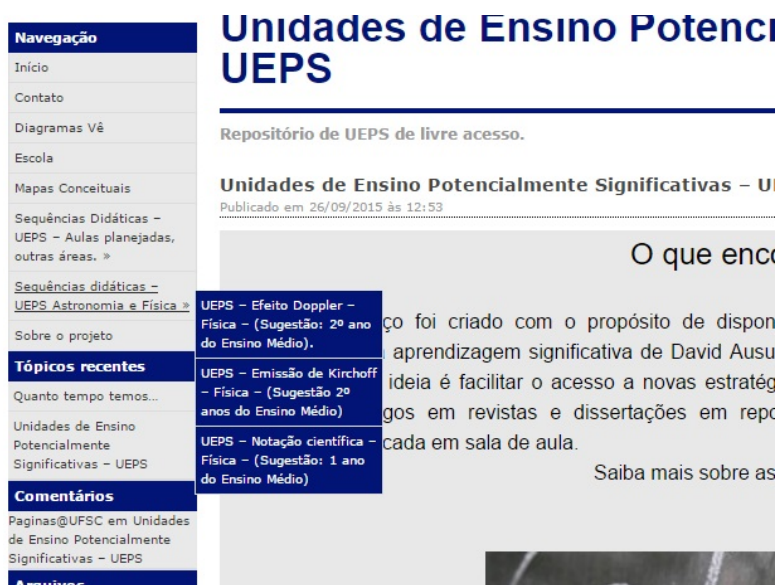
---

<sup>2</sup>Endereço do espaço virtual disponível em <<http://paginas.ufsc.br>>/. Acesso em 17/08/2016.



**Figura 3:** Página inicial do sitio eletrônico ueps.ufsc.br. Fonte: capturado pelo autor.

As sequências didáticas podem ser acessadas na barra lateral “Navegação”. Posicionando o cursor sobre a página “Sequências Didáticas – UEPS Astronomia e Física”, irão surgir sequências didáticas relacionadas neste trabalho, disponíveis como exemplifica a imagem abaixo (Figura 4).



**Figura 4:** Localização das sequências didáticas no sitio eletrônico. Fonte: capturado pelo autor.

Algumas sequências didáticas de outros autores já estão sendo publicadas na página, elas estarão disponíveis na página “Sequências Didáticas – UEPS – Aulas planejadas, outras áreas”. Na sitio eletrônico também existem informações sobre o que são mapas conceituais, diagramas em Vê e principalmente o que são UEPS. A apresentação é bastante breve e deixa no final de cada parágrafo uma referência a artigos sobre os temas.

A organização das UEPS no sítio eletrônico foi feita utilizando o mapa conceitual como organizador dos conceitos da matéria de ensino, o diagrama em Vê como ferramenta de planejamento da atividade e um documento em PDF (*PortableDocument File*) contendo os aspectos sequenciais das aulas.

## **4.2 Aplicação das Unidades de Ensino Potencialmente Significativas – UEPS na escola E.E.B. Jacinto Machado.**

### *4.2.1 UEPS A – Estudo da Notação Científica e Ordem de Grandeza utilizando uma escala do Sistema Solar como Organizador Prévio.*

Essa UEPS foi aplicada em uma turma de primeiro ano do ensino médio, do período noturno, com aproximadamente 30 alunos. Os aspectos sequenciais desta UEPS podem ser encontrados no Apêndice A – UEPS: Estudo da Notação Científica e Ordem de Grandeza utilizando uma escala do Sistema Solar como Organizador Prévio. (*Sugestão: 1º ano do Ensino Médio*). Esta UEPS foi a primeira a ser aplicada e por este motivo foi apresentada em um evento regional chamado IV Simpósio Catarinense de Astronomia (IV SCA)<sup>3</sup> que ocorreu na cidade de Chapecó (SC) em 2016. O evento tem por objetivo reunir astrônomos amadores e profissionais do estado e socializar as atividades que todos desenvolvem em suas localidades. O trabalho foi apresentado na modalidade oral. A publicação dos anais do evento não ocorreu até o término da escrita desta dissertação. No Apêndice D – Publicação em Resumo estendido da aplicação da UEPS A está disponível o resumo submetido desta UEPS.

Os encontros desta sequência didática serão descritos a seguir do resumo dos encontros expostos na Tabela 4.

---

<sup>3</sup> Sítio eletrônico do evento: <http://scastro.pe.hu/>. Acesso em: 07/11/2016.

Encontros (45 minutos)	O que foi feito
Primeiro	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tabela;</li> <li>• Pré-teste;</li> <li>• Escalonamento da tabela para o pátio escolar (65m).</li> </ul>
Segundo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Marcação.</li> </ul>
Terceiro	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Questão de debate;</li> <li>• Discussão em grande grupo;</li> <li>• Aula expositiva;</li> <li>• Atividades (exercícios).</li> </ul>
Quarto	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Solução de dúvidas;</li> <li>• Nova atividade;</li> <li>• Tabela de prefixos.</li> </ul>
Quinto	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mapas conceituais;</li> <li>• Pós-teste.</li> </ul>

**Tabela 4:** Resumo dos encontros da UEPS A.

*Primeiro encontro:* Foi proposta a construção de uma tabela com os valores dos raios orbitais médios de vários corpos do Sistema Solar em quilômetros. Após, foi aplicado um pré-teste: Desenhar em uma folha A4 os planetas com a escala de distância da tabela construída. A ideia era verificar a noção de quão grande são os números relativamente à quantidade de zeros que eles possuem. Após isto, foi feito o escalonamento da tabela para o pátio escolar. A distância disponível era de 65 metros. O Sol ficava em uma extremidade e íamos caminhando para fora radialmente.

*Segundo encontro:* Procedemos com a marcação dos planetas e Planetas Anões no pátio escolar. A marcação foi feita sobre o chão com marcador de quadro (pincel de tinta) com autorização prévia da direção da escola. Os alunos escreveram, nas distâncias correspondentes, os nomes dos objetos.

*Terceiro encontro:* Uma questão para discussão foi proposta: Como expressar números imensamente grandes de maneira sintética? Uma discussão em grande grupo apontou que os alunos recordavam vagamente o uso da notação científica. Foi proferida uma aula expositiva sobre o tema levantado na discussão seguida de atividades com notação científica.

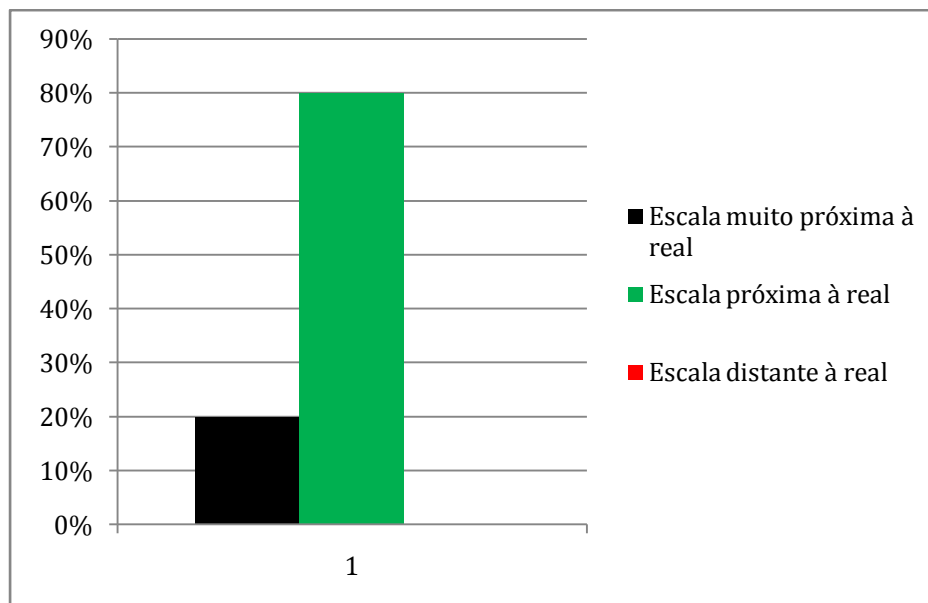
*Quarto encontro:* Neste encontro houve uma breve retomada da aula anterior bem como solução de algumas dúvidas. Os alunos desenvolveram novas atividades enquanto lhes era apresentado uma tabela de prefixos correspondentes a cada potência de base dez utilizada na Física.

*Quinto encontro:* Como método avaliativo final utilizou-se a confecção de mapas conceituais. Os alunos elaboraram os mapas buscando relacionar as atividades que foram desenvolvidas em sala de aula e a atividade no pátio escolar. Após o Mapa conceitual, os alunos desenharam a escala construída no pátio em uma folha A4 novamente. Na ocasião outro teste foi aplicado. Desenhar rapidamente a escala de tamanho de: Sol, Terra e Lua.

#### *4.2.2 Avaliação da Aprendizagem da UEPS A*

A avaliação foi tomada durante toda a aplicação da sequência didática. No início um pré-teste para compreender como os alunos imaginam números muito grandes. Durante as aulas, várias questões foram levantadas para os alunos e ao final, uma nova avaliação buscou indícios de aprendizagem. Esta nova avaliação foi a confecção de mapas conceituais a fim de expor que tipo de ligação os alunos estabeleceram entre os conceitos trabalhados.

O pré-teste foi um esboço em desenho de um escala de distância do Sistema Solar. A análise dos esboços mostrou que alguns alunos após a construção da escala no tamanho de 65 metros, conseguiram expressar a escala na folha A4. Abaixo no Quadro 1 é exibido o resumo do resultado do pré-teste da UEPS A.



**Quadro 1:**Resumo do resultado do pré-teste da UEPS A.

Dos 20 alunos envolvidos, 4 apresentaram muito bem a proximidade dos objetos com orbitas menores que Netuno, e a grande distância entre os objetos com órbitas maiores que Netuno, e o restante dos alunos apresentou somente uma leve proximidade entre os primeiros planetas. Um aluno comentou não conseguir imaginar como expressar aquela escala de distância, que estava em metros (na nossa escala, e em quilômetros na escala real), se a folha só pode ser medida com uma régua de 30 cm. Uma sugestão para esta dificuldade é fazer uma explanação breve sobre conversão de escalas e proporções (o que irá tomar um pouco mais de tempo).

Os mapas conceituais, em sua grande maioria, apresentaram tentativa de memorização de fatos e dados ou aprendizagem mecânica. Todos os mapas apresentaram os mesmos dados da tabela com os nomes dos planetas e as distâncias orbitais médias. Esta tentativa de reprodução não é prejudicial mas deve ser observada com atenção. A memorização de dados e fatos, embora seja fundamental no processo de aprendizagem, não se sustenta por si só. É necessário estabelecer ligação entre os conceitos memorizados e a estrutura cognitiva que o sujeito já possui. Neste ponto, cerca de metade da turma apresentou a ideia de que a notação científica tem o papel de simplificar e esclarecer números muito grandes (ou muito pequenos), e de alguma forma relacionaram isto com seu cotidiano. Este resultado nos mostra que de alguma forma os alunos estavam relacionando os novos conceitos aprendidos com aquilo que eles já sabem.

A busca, o propósito deste tipo de estratégia didática é constatar evolução conceitual por parte dos alunos, mesmo que seja sutil, como observado em nosso trabalho. A metodologia adotada foi bem aceita pelos alunos (relato verbal) que participaram ativamente. Apesar de cansados fisicamente por terem trabalhado o dia todo (havia vários casos) e geralmente desinteressados pela matéria de ensino por manter preocupações com assuntos de fora da escola. Esta estratégia pode ser considerada exitosa tão somente por despertar o interesse destes alunos. A pré-disposição, conforme Ausubel é uma condição necessária para que a aprendizagem significativa ocorra.

#### *4.2.3 UEPS B – Planetas extrassolares: detecção pelo método de velocidades radiais, efeito Doppler.*

Esta UEPS foi aplicada em uma turma de segundo ano do ensino médio do período matutino. A turma possui 20 alunos, 10 do sexo masculino e 10 são do sexo feminino. Na turma atua uma segunda professora, que auxilia dois alunos, mas é livre para auxiliar toda a turma (quando possível). Os aspectos sequenciais desta UEPS podem ser encontrados no Apêndice B – UEPS: Planetas extrassolares: detecção pelo método de velocidades radiais, efeito Doppler. (*Sugestão: 2º ano do Ensino Médio*).

Os encontros desta sequência didática serão descritos a seguir do resumo dos encontros expostos na Tabela 5.

Encontros (45 minutos)	O que foi feito
Primeiro	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vídeo.</li> </ul>
Segundo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pré-teste;</li> <li>• Simulação computacional;</li> <li>• Vídeo;</li> <li>• Experiência didática.</li> </ul>
Terceiro	<ul style="list-style-type: none"> <li>• AED;</li> <li>• Experiência didática;</li> <li>• Vídeo.</li> </ul>
Quarto	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Simulação computacional;</li> <li>• Questão de debate;</li> <li>• Simulação computacional;</li> <li>• Aula expositiva + Mapa conceitual.</li> </ul>
Quinto	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pós-teste ;</li> <li>• Avaliação da UEPS.</li> </ul>

**Tabela 5:** Resumo dos encontros da UEPS B.

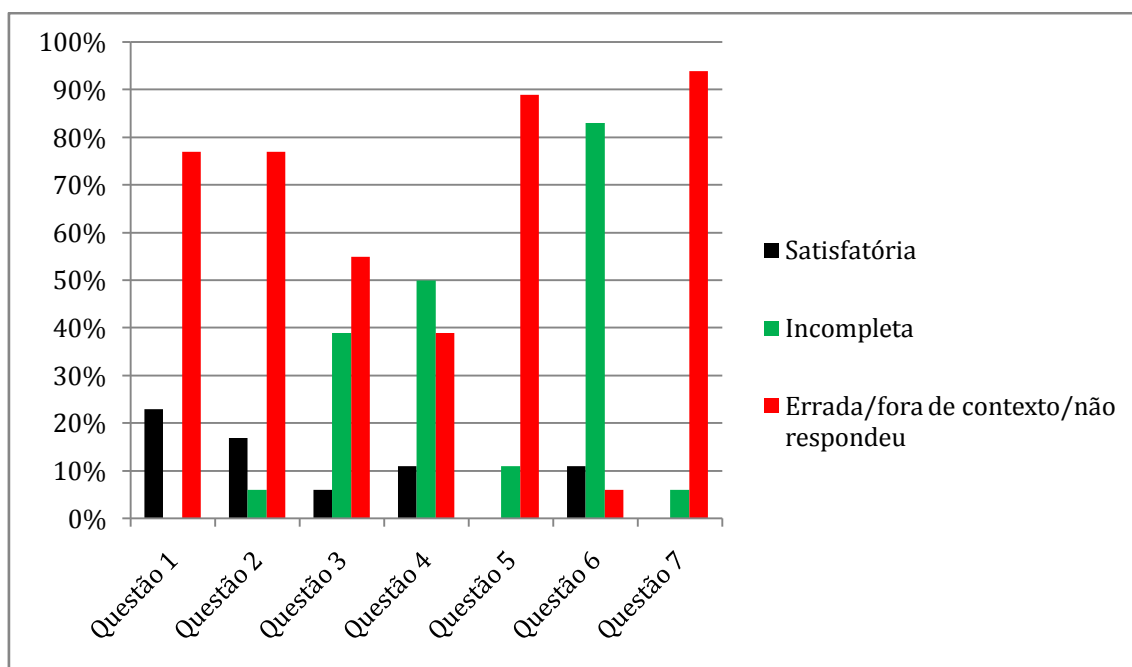
*Primeiro encontro:* foi exibido um vídeo<sup>4</sup> como organizador prévio. O vídeo de divulgação científica tem 44 minutos, e pode ser caracterizado como expositivo e comparativo.

*Segundo encontro:* Foi aplicado o pré-teste do Quadro 14: Pré-teste para a UEPS B. Fonte: construído pelo autor, com total de 19 alunos. O pré-teste tem sete questões dissertativas sobre efeito Doppler, assunto principal e gerador da UEPS.

O pré-teste tem como função principal resgatar os conhecimentos prévios dos alunos, que é a variável isolada mais importante para que a aprendizagem significativa ocorra. Abaixo um gráfico com um resumo dos resultados obtidos no pré-teste Quadro 2.

<sup>4</sup>Vídeo: Outro Planeta Terra O universo. Disponível em <<https://goo.gl/yJvx05>>. Acesso em 29/07/2016.





**Quadro 2:** Resumo dos resultados do pré-teste da UEPS B.

As questões deste resumo estão no Quadro 14. Menos de 10% dos alunos possuía algum conhecimento sobre o efeito Doppler antes das aulas. A primeira e a segunda questão era sobre frequência de ondas transversais, tema que os alunos já haviam estudado. Nestas questões os resultados foram melhores, porém nas primeiras aulas estes conceitos foram lembrados sempre que necessário.

A apresentação da simulação computacional<sup>5</sup> consistiu em identificar o que acontece com o som quando a fonte se afasta ou aproxima. Os alunos conseguem fazer uma boa explicação do que acontece com o som “a frequência diminui ao se afastar”.

A seguir houve a apresentação de um vídeo da série *The Big Bang Theory* (TBBT), sobre o efeito Doppler, disponível no *youtube*<sup>6</sup>. No vídeo o ator faz referência ao efeito e produz um som com a boca como um “ziiiiiioomm”. Quando questionados sobre o efeito, o mesmo som foi repetido pelos alunos.

Houve uma discussão das questões do pré-teste, lembrando conceitos já estudados e questionando temas ainda não abordados de Astronomia, que surgiram respostas como: “não consigo fazer relação dos planetas com o efeito Doppler”. Qual grandeza alterar na onda para mudar a frequência de um som? Dois alunos foram selecionados como voluntários para produzir sons com suas vozes. Um

<sup>5</sup> Simulador de efeito Doppler. Disponível em <<http://goo.gl/YqRMtA>>. Acesso em 29/07/2016.

<sup>6</sup> Referência ao efeito Doppler na série televisiva TBBT de Chuck Lorre. Disponível em <<https://goo.gl/ZWLHEq>>. Acesso em 21/08/2016.

aluno do sexo masculino com a voz grave e um do sexo feminino com a voz aguda. Os alunos foram questionados então sobre qual a diferença entre as vozes, em termos de onda. Alguns alunos nesta etapa já conseguiram indicar que o que altera é a frequência e identificando isso em uma onda transversal. Um aluno ainda relacionou com o movimento da fonte geradora, na simulação computacional com a seguinte frase: “efeito Doppler é quando na frente é mais rápido e atrás é devagar!” se referindo à produção de ondas.

*Terceiro encontro* – Este encontro teve seu tempo reduzido, pois o núcleo pedagógico realizou uma atividade e utilizou aproximadamente 20 minutos da aula de 45 minutos. Foi feita uma revisão do conceito de centro de massa. Após isso foi realizada a experiência que prevê a produção de efeito Doppler com o movimentados seus respectivos *smartphones*. No fim do encontro foi exibido um vídeo<sup>7</sup> do *Quer Que Desenhe*<sup>8</sup>, canal do youtube.

*Quarto encontro:* Foi utilizada uma simulação computacional<sup>9</sup> para apresentar o centro de massa de um sistema de dois corpos em órbita e foram selecionadas duas configurações, uma com a massa dos objetos aproximadamente iguais ou com pouca diferença (duas estrelas) e outra com um dos objetos muito mais massivo (estrela + planeta). Nas simulações, o ponto em torno do qual os corpos estavam orbitando foi o ponto que chamamos a atenção para ser observado. Os alunos compreenderam bem que, quanto maior a massa de um corpo, mais perto deste corpo fica posicionado o centro de massa. - “Quer dizer que o Sol não fica parado?” questionou um aluno ao ver que mesmo com grande massa a estrela central ainda fazia um bamboleio. A Terra também faz esse movimento em relação ao centro de massa do sistema Terra-Lua.

“Lembram do Efeito Doppler?” Os alunos responderam que sim, seguido de muita sonoplastia “ziiooommm”. Foi levantada a questão: será que o efeito Doppler acontece com a Luz? Os alunos acreditavam que não. Como poderia a luz fazer aquele som? Luz não faz barulho. Porém alguns alunos recordaram do vídeo dizendo que neste caso o efeito é mudando de cor (alterando a frequência). Foi exibida outra simulação

---

<sup>7</sup>Vídeo: Encontrando planetas. Disponível em <<https://goo.gl/PFLQHn>>. Acesso 29/07/2016.

<sup>8</sup> Canal do youtube: <https://www.youtube.com/user/QuerQueDesenhe>. Acesso 07/11/2016.

<sup>9</sup>Simulador de órbitas. Disponível em <<https://goo.gl/HxJmgP>>. Acesso 29/07/2016.

computacional<sup>10</sup> mostrando uma estrela se aproximando da Terra e se afastando, juntamente com os chamados deslocamentos da luz para o azul e para o vermelho. “Ao observarmos uma estrela com essa característica significa o que?” um aluno respondeu que significa haver algo em órbita desta estrela, ou ela não se moveria desta maneira, disse ainda que essa era “*a técnica do vídeo que assistimos*”. Muitas perguntas são feitas pelos alunos durante esse encontro, pois eles veem uma oportunidade de tirar dúvidas de assuntos que estão na mídia, nas revistas de divulgação científica da escola envolvendo Astronomia.

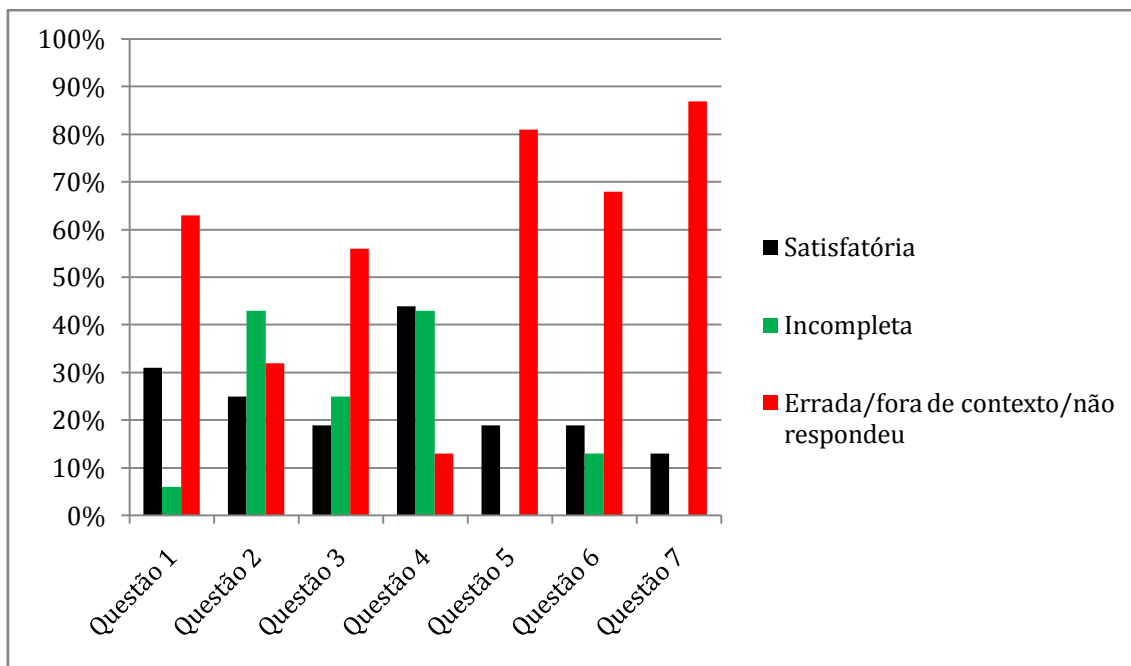
Em seguida foi ministrada uma aula expositiva com o conteúdo tradicional de efeito Doppler, mas na forma de perguntas. Nesta etapa, os alunos já conseguiam distinguir que a grandeza que sofria alteração era frequência e que é um efeito que depende da velocidade relativa entre o observador e a fonte das ondas. Foi exibido o mapa conceitual da aula e a equação da variação da frequência percebida pelo observador. Optou-se por não aprofundar o assunto matematicamente, ou seja, não aplicar exercícios ou exemplos numéricos. Somente mostrou-se a implicação na variação dos valores da equação.

#### 4.2.4 Avaliação da Aprendizagem da UEPS B

A avaliação foi tomada durante toda a aplicação da sequência didática. No início um pré-teste para mapear os conhecimentos prévios. Durante as aulas, várias questões foram levantadas para os alunos e ao final, uma nova avaliação buscou indícios de aprendizagem. Esta nova avaliação foi produzida com questões novas, que exigiam transformação do conhecimento para que pudessem ser respondidas. A seguir um resumo dos resultados da avaliação da aprendizagem significativa final em forma de gráficoQuadro 3.

---

<sup>10</sup>Simulador de efeito Doppler. Disponível em <<http://goo.gl/dBFikl>>. Acesso 29/07/2016.



**Quadro 3:** Resumo dos resultados de aprendizagem significativa da UEPS B.

Podemos perceber, através do resumo das respostas que após a aplicação da UEPS poucos alunos responderam ao questionário de maneira satisfatória. Alguns fatores podem ser indicados como causadores destes resultados. As questões foram elaboradas a fim de evidenciar indícios de aprendizagem significativa, ou seja, elas exigem um mínimo de transformação do conhecimento para solucionar novos problemas. Estes jovens estão familiarizados com um modelo de abordagem que prioriza a aprendizagem mecânica, e uma das principais queixas foi de que este tipo de avaliação “*é muito difícil*”. Alguns alunos relataram verbalmente não estarem dispostos a realizarem a atividade. A Figura 5 mostra a evidência de um aluno que não se sentia disposto a realizar as atividades, um dos desafios enfrentados pelos professores da rede básica. Para trabalhos futuros, fica o desafio de incluir atrativos a estes alunos que não se sentiram motivados a participarem destas atividades.

1. Quando se toca a buzina do carro enquanto se está dirigindo em direção a um ouvinte, este escuta o som com frequência aumentada. O ouvinte ouviria a frequência aumentada se estivesse também em um carro, movendo-se no mesmo sentido com a mesma rapidez? No Efeito Doppler, a frequência se altera? E o comprimento de onda? E a rapidez da onda?  
R: não sei
2. O Efeito Doppler pode ser observado em ondas longitudinais, em ondas transversais ou em ambas?  
R: não sei
3. Como radares policiais detectam motoristas que se movem muito rapidamente usando efeito doppler?  
R: não sei
4. O que significa um deslocamento para o azul? E o deslocamento para o vermelho?  
R: não sei
5. Observa-se o Efeito Doppler significativo quando o movimento da fonte está em uma direção perpendicular à do receptor (ouvinte ou observador)?  
R: não sei
6. Como os astrônomos conseguem estimar as massas dos planetas descobertos? Existe relação com os intervalos em que ocorrem os deslocamentos para o azul e para o vermelho?  
R: não sei
7. Existem sistemas planetários que os astrônomos não detectam usando esse método. Por quê? Existe relação com o plano da órbita?  
R: não sei

**Figura 5:** início de indisposição por parte do aluno. Fonte: digitalizado pelo autor.

A primeira questão do pós-teste procurava identificar se os alunos compreenderam o que é efeito Doppler. Um exemplo de resposta satisfatória é exibido na Figura 6. O resumo das respostas identifica que cerca da metade dos alunos conseguem descrever os conceitos utilizados e identificam o efeito Doppler como sendo a alteração na frequência percebida pelo observador.

1. Quando se toca a buzina do carro enquanto se está dirigindo em direção a um ouvinte, este escuta o som com frequência aumentada. O ouvinte ouviria a frequência aumentada se estivesse também em um carro, movendo-se no mesmo sentido com a mesma rapidez? No Efeito Doppler, a frequência se altera? E o comprimento de onda? E a rapidez da onda?

R: Não, ele não ouviria com frequência aumentada. No efeito Doppler o que muda é a frequência percebida pelo observador e não a frequência emitida, se a onda sofre alteração como "cachatamentos" e também se a velocidade, seu comprimento, muda.

**Figura 6:**Primeira questão do pós-teste com resposta satisfatória. Fonte: digitalizado pelo autor.

A segunda questão tentava identificar se os alunos compreenderam que o efeito Doppler ocorre tanto para o som quanto para a luz. Ficou evidente que para o som eles compreenderam. Cerca de 70% não tinha dúvidas que o efeito Doppler acontecia com a luz. O restante dos alunos pode ser compreendido, pois o exemplo prático que tiveram, foi a distorção na frequência de um som de seus *smartphones*. Eles questionaram várias vezes como tal efeito ocorreria na luz, se não podemos ouvi-la.

A questão número três perguntava sobre radares policiais, pouco menos de 20% da turma já havia lido sobre em algum lugar e souberam aplicar os conhecimentos. A maioria não soube responder como poderiam tais radares identificar a velocidade de um automóvel pelo efeito Doppler. A Figura 7 mostra um exemplo de resposta satisfatória. O aluno fez referência à quantidade de ondas “na frente” recordando as simulações computacionais, mais ondas, mais rápida ele viaja.

3. Como radares policiais detectam motoristas que se movem muito rapidamente usando efeito doppler?

R:

consegue ver por que quanto mais ondas na frente mais rápido está o motorista.

**Figura 7:** Exemplo de resposta satisfatória para a questão três. Fonte: digitalizado pelo autor.

A questão quatro se refere ao *blueshift* ao *redshift*. Não exige transformação do conhecimento, pois questiona simplesmente o que é cada deslocamento. A Figura 8 mostra um exemplo de resposta satisfatória. Esta foi a questão com maior número de respostas satisfatórias. Apenas 13% dos alunos não respondeu a questão ou informou não saber, como no caso da Figura 5.

4. O que significa um deslocamento para o azul? E o deslocamento para o vermelho?

R: Deslocamento para azul significa aproximação e vermelho para afastamento.

**Figura 8:** Resposta satisfatória para a questão quatro do pós-teste. Fonte: digitalizado pelo autor.

Em seguida, a questão cinco buscava a percepção dos alunos com relação à direção de propagação da fonte. Cerca de 19% dos alunos conseguiu distinguir que, para o efeito Doppler ocorrer, é necessário movimento em direção paralela ao observador. Muitos alunos não compreenderam a questão. A Figura 9 mostra um exemplo de resposta equivocada. Uma hipótese é que os alunos possam ter lido superficialmente a questão e concluíram que as palavras “ouvinte ou observador” no final da questão indicavam múltipla escolha entre uma delas. Outra é de que a questão possa tê-los confundido, ou não compreenderam o que se pedia. Os parêntesis poderiam ter sido subtraídos para melhor compreensão de que “ouvinte ou observador” completa a descrição de quem é o “receptor”.

5. Observa-se o Efeito Doppler significativo quando o movimento da fonte está em uma direção perpendicular à do receptor (ouvinte ou observador)?

R: Sim, se o receptor.

**Figura 9:** Exemplo de resposta equivocada da questão cinco. Fonte: digitalizado pelo autor.

A questão seis é exposta na Figura 10 juntamente com um exemplo de resposta correta, porém incompleta.

6. Como os astrônomos conseguem estimar as massas dos planetas descobertos? Existe relação com os intervalos em que ocorrem os deslocamentos para o azul e para o vermelho?

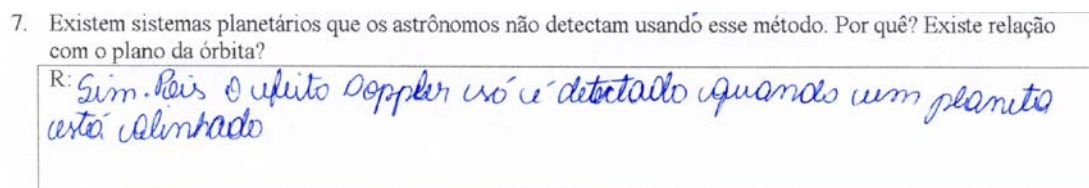
R: Quanto maior a massa mais centrado será seu centro de massa.

**Figura 10:** Exemplo de resposta correta, porém incompleta da questão seis. Fonte: digitalizado pelo autor.

Nesta resposta, com a palavra “centrado” o aluno quis fazer referência à posição do centro de massa entre dois corpos em órbita, que, quanto mais parecidas as massas

dos corpos, mais próximo ao ponto médio da separação das massas, logo, um planeta com mais massa desloca mais o centro de massa para si.

E, por fim, a questão sete é sobre a direção do movimento da estrela para evidenciarmos efeito Doppler. Assim como a questão cinco, esta não obteve um grande número de acertos. Mesmo assim alguns responderam de maneira satisfatória, como na Figura 11.

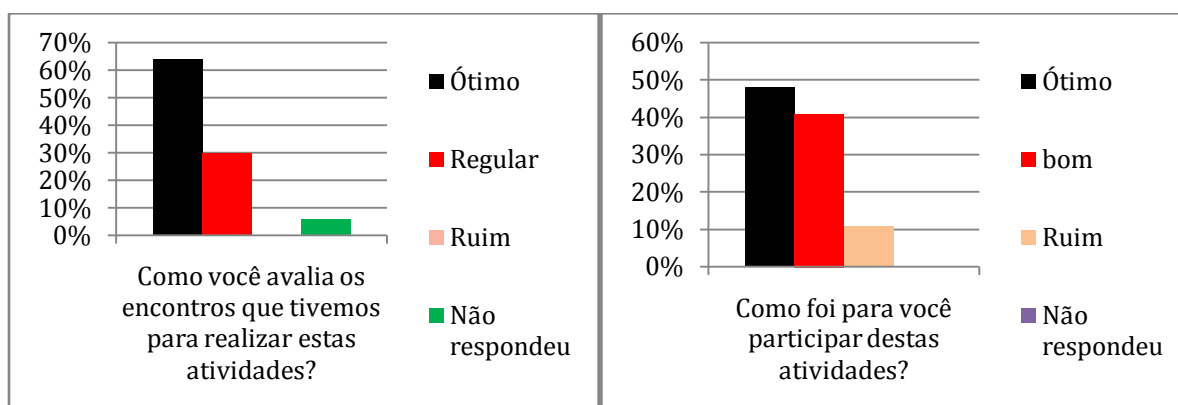


**Figura 11:** Exemplo de resposta satisfatória para a questão sete. Fonte: digitalizado pelo autor.

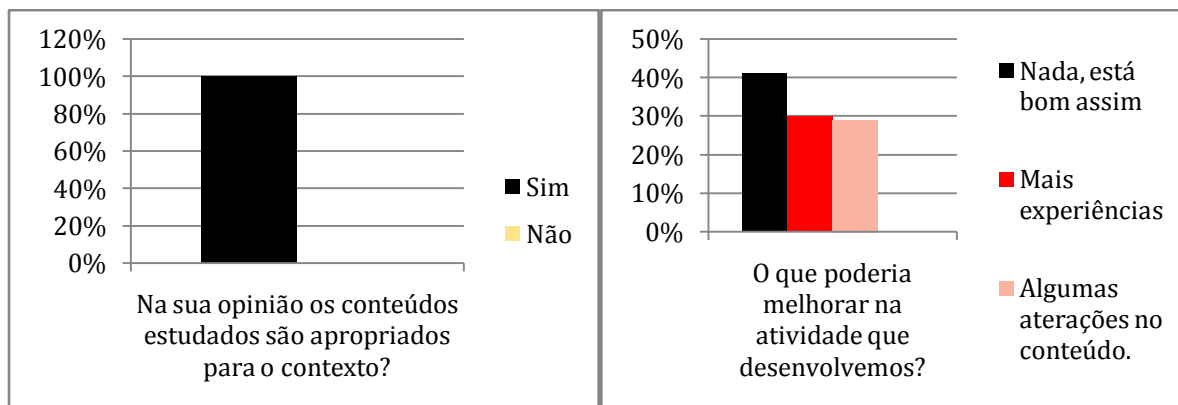
Este questionário buscou evidências de aprendizagem significativa. As barras verdes no resumo das respostas (Quadro 3), mostram que, com poucas aulas, já evidenciamos indícios de aprendizagem significativa. Levando em consideração que os alunos não estão familiarizados com essa metodologia consideramos este tipo de abordagem exitosa. Caso tenha ocorrido aprendizagem significativa conforme apontam os indícios, podemos estar certos que pela teoria de David Ausubel, estes alunos irão levar esta aprendizagem por muito tempo. Não vão de alguma maneira memorizar para reproduzir na avaliação e esquecer logo após.

#### 4.2.5 Avaliação da aceitação da UEPS B

Esta avaliação teve a principal função de identificar pontos positivos e negativos da aplicação da estratégia. Abaixo os resultados da avaliação da aceitação da proposta (Quadro 4).







**Quadro 4:**Resumo das respostas da avaliação da aceitação da UEPS.

Estes resultados mostram que, apesar de sentirem dificuldades na UEPS em relação à abordagem tradicional, os alunos aceitaram a estratégia muito bem. Mais de 60% dos alunos avaliaram como ótimo. Todos consideraram os temas abordados apropriados e mais de 40% não modificaria nada na abordagem. Um fato interessante: a avaliação trouxe o gosto pelas experimentações. Cerca de 30% dos alunos escreveu que gostaria de mais experiências e relataram que elas facilitam a compreensão dos fenômenos. Muitos também se queixaram da falta de um local adequado para realizar estas experiências, (o laboratório de ciências está sendo utilizado como sala de vídeo). Sem dúvidas estes resultados indicam que este modelo de abordagem pode ser utilizado nos dias atuais. Cativa e mantêm o interesse da maioria dos jovens, mantendo as duas premissas básicas para a aprendizagem significativa conforme Ausubel: pré-disposição em aprender e material potencialmente significativo.

#### 4.2.6 UEPS C - A cor das estrelas – Estudo da Relação entre a temperatura e a cor dos objetos que irradiam.

A turma é constituída de 23 alunos, são do terceiro ano do ensino médio no período matutino da escola de Jacinto Machado. É composta de 10 alunos do sexo feminino e 13 do sexo masculino. As etapas da UEPS podem ser encontradas no Apêndice C – UEPS: A cor das estrelas - Física Estudo da Relação entre a temperatura e a cor dos objetos que irradiam. (*Sugestão: 2º ano do Ensino Médio*).

Os encontros desta sequência didática serão descritos a seguir do resumo dos encontros expostos na **Tabela 6**.

Encontros (45 minutos)	O que foi feito
Primeiro	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Experiências;</li> <li>• Pré-teste ;</li> <li>• Discussão ou debate acerca do que foi observado.</li> </ul>
Segundo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Experiências novamente;</li> <li>• Aula expositiva;</li> <li>• Utilização do espectrômetro caseiro;</li> <li>• Retiradas fotografias através do espectrômetro.</li> </ul>
Terceiro	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reconciliação integradora;</li> <li>• Aula expositiva: Emissão de Kirchhoff;</li> <li>• Exibição de uma(corpo Negro);</li> <li>• Atividade.</li> </ul>
Quarto	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Atividade;</li> <li>• Elaboração de um mapa conceitual.</li> </ul>

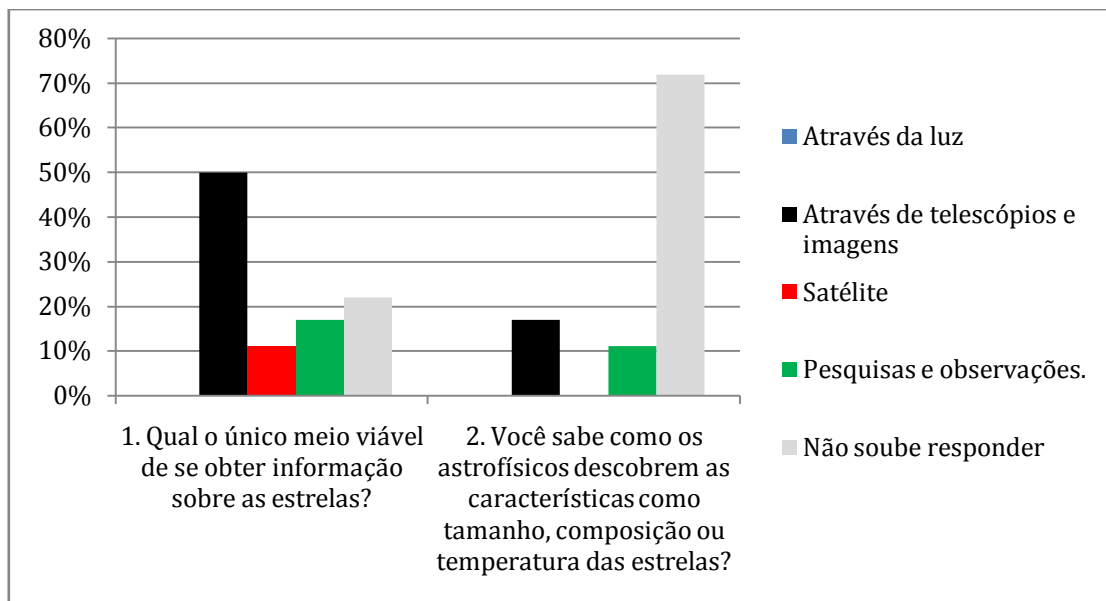
**Tabela 6:** Resumo dos encontros da UEPS C.

*Primeiro encontro:* A aula iniciou com a experiência de aquecimento de um fio fino de metal (clips de papel), questionando o que acontecia com o clips. A maioria dos alunos respondeu que “esquenta” ou “emite luz”. Em seguida foram questionados sobre o que aconteceria se aquecesse cada vez mais o arame, pedindo que observassem a cor de cada fonte luminosa apresentada.



**Figura 12:** Alunos observando o aquecimento de um fio metálico fino. Fonte: capturado pelo autor.

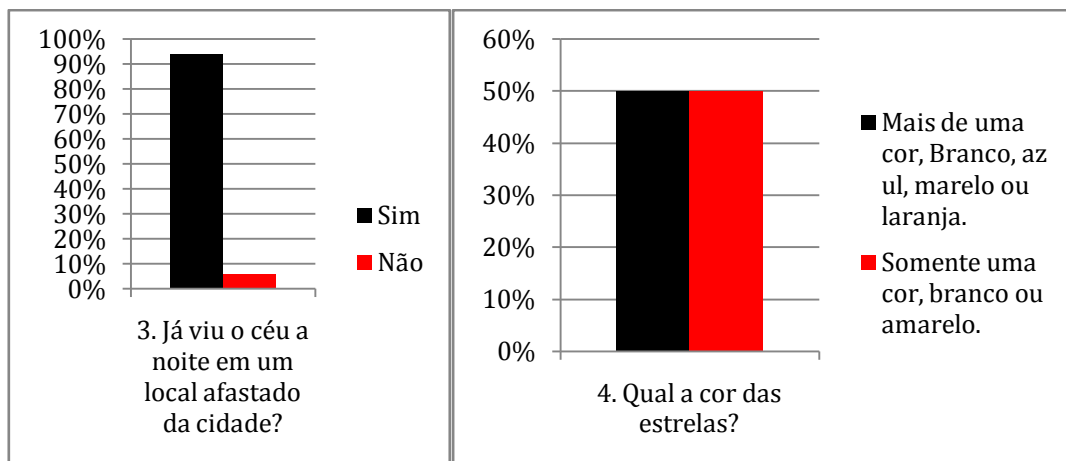
Foram acesas varias lâmpadas incandescentes e analisou-se a cor das lâmpadas. O fio foi aquecido novamente e foi feita uma comparação com a lâmpada. Após isso, um pedaço de palha de aço foi queimado. Questionou-se qual cor assumiria à medida que ia queimando e qual a temperatura em diferentes estágios do processo. Ocorreu então a aplicação do pré-teste, com seis questões dissertativas. Como as questões são dissertativas, vamos expor as respostas em quadros diferentes, pois apresentam respostas diferentes. O Quadro 5 a seguir apresenta o resumo das respostas das questões um e dois.



**Quadro 5:** Resumo das respostas às questões um e dois do pré-teste.

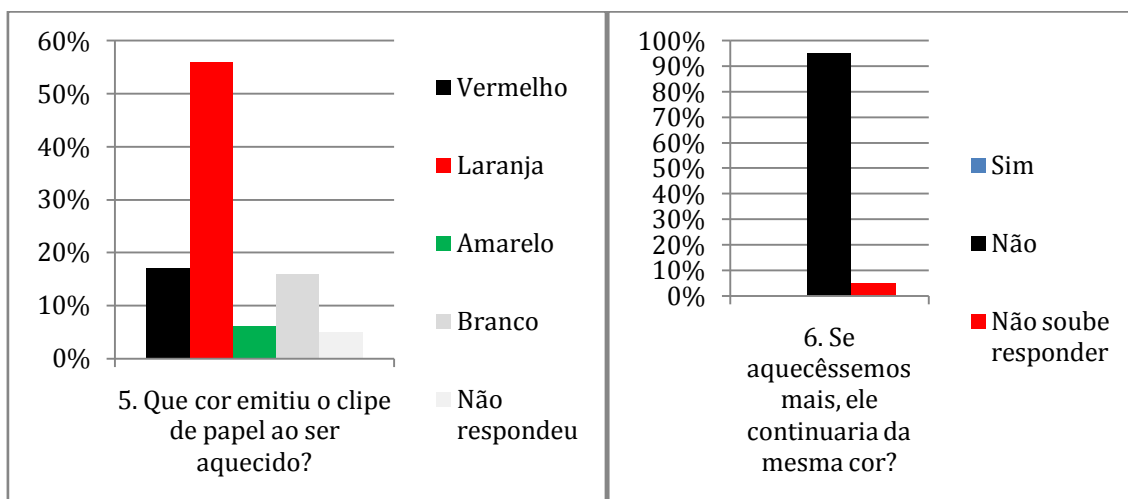
Estas questões mostram que os alunos possuem uma noção de uso do telescópio. Cerca de 50% afirmou que é através de telescópios que obtemos informações de fora do planeta. Alguns indicaram “pesquisas” no sentido de utilizar ferramentas de busca na internet.

Parece uma questão óbvia, perguntar se alguém já observou o céu à noite, a questão foi elaborada no sentido de observar as estrelas. É comum em eventos de divulgação científica encontrar jovens que nunca contemplaram o céu noturno. Aqui isso também ocorreu, como mostra o Quadro 6. Quanto à cor, ficaram divididos em dizer que eram todas da mesma cor ou existiam estrelas de cores variadas.



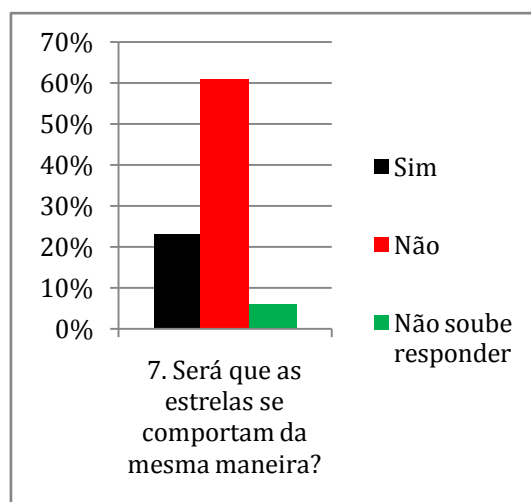
**Quadro 6:** Resumo das respostas das questões três e quatro do pré-teste.

Como a turma havia assistido a experiência de aquecer um clipe de papel, a maioria teve a percepção de ele ter ficado da cor laranja, e respondeu que se continuasse a aquecê-lo, ele não ficaria da mesma cor. O Quadro 7 indica isso.



**Quadro 7:** Resumo das respostas das questões cinco e seis do pré-teste.

Por fim, a questão sete relacionava o efeito visto na experiência em sala com as estrelas. O resumo das respostas do Quadro 8 mostra que antes das aulas, mais de 60% dos alunos imaginavam que a cor das estrelas era algo sem relação com os experimentos que fizemos em sala.



**Quadro 8:** Resumo das respostas para a questão sete do pré-teste.

Depois da resolução foram discutidas todas as questões do pré-teste, porém sem muita participação dos alunos. Vários fatores podem ter contribuído para baixa participação dos alunos, porém não identificamos nenhum deles, somente o fato de que não participaram neste dia especificamente.

*Segundo encontro:* Continuou-se com os experimentos iniciados no encontro anterior. Foi levantada a questão: É possível determinar a composição química de uma substância através da luz que ela emite? A maioria dos alunos respondeu que não.

Após esta questão, foi feita uma explanação sobre ondas eletromagnéticas. O que é uma onda eletromagnética e exemplos de ondas eletromagnéticas. Também foi exibido o espectro eletromagnético, dando ênfase na fração visível dele. Repetiu-se a questão: há como saber qual o elemento químico através da luz que ele emite? Desta vez alguns responderam que sim, mas não imaginavam como, referiram-se ao espectro eletromagnético, dizendo “estudando isto”.

Após a explanação sobre ondas eletromagnéticas, foram distribuídos quatro espectrômetros caseiros para os alunos (GARCIA; KALINOWSKI, 1994; CAVALCANTE; TAVOLARO, 2002). A orientação é que observassem através da janela e descrevessem o que aparece dentro do tubo. No início, os alunos tiveram dificuldades de encontrar o espectro no espectroscópio, porém, com algum tempo, passaram a observá-lo. Enquanto realizavam a experiência, foi questionado o que eles viram dentro do tubo. A resposta unânime foi “um arco-íris”. Foi sugerido então que desenhassem o que haviam visto em seu caderno.

Depois de realizada a observação através da janela, foi sugerido observarem as lâmpadas fluorescentes existentes na sala de aula. Os alunos deveriam observar e desenhar o espectro proveniente das lâmpadas em seus cadernos. Esperava-se que os alunos encontrassem a diferença nos espectros de corpos sólidos e gasosos, a diferença no espectro contínuo e as linhas de emissão da lâmpada. Dois alunos inicialmente relataram que havia “riscos” no espectro da lâmpada e, imediatamente, os outros procuraram e também perceberam a diferença. Foi sugerido que se fotografasse este espectro, para uma melhor visualização das linhas.



**Figura 13:** Alunos observando as linhas de emissão de uma lâmpada fluorescente. Fonte: capturado pelo autor.

Quando questionado sobre a relação entre estas linhas que apareceram e o elemento químico que as emitiu, os alunos novamente não estabeleceram ligação entre os conceitos. Neste momento foi explicado sobre os espectros: contínuo e com linhas de emissão. Após isso, foi informado que, aquelas “linhas” eram uma espécie de impressão digital do elemento químico. Um aluno perguntou: “então dá de saber o que tem dentro da lâmpada?” Neste momento o aluno deu indícios de ter compreendido a relação entre o espectro de emissão e o elemento que o emitiu.



**Figura 14:** Espectro de emissão visto pelos alunos através do espectrômetro caseiro. Fonte: fotografado pelo autor.

Uma lâmpada incandescente (de filamento de tungstênio) foi acesa. Os alunos observaram sua luz através do espectrômetro. Desta vez as linhas de emissão não apareceram e quando questionados os alunos responderam “não sei” ou “não faço ideia”. Foi informado que para um elemento exibir suas linhas de emissão ele deve estar no estado físico gasoso e não ser opaco.

*Terceiro encontro:* Início da aula com um resumo do que havia ocorrido nos encontros passados. Foram distribuídas páginas impressas com as leis de Kirchhoff para a emissão juntamente com uma imagem do espectro de emissão da lâmpada que foi observado experimentalmente no encontro passado. Foi conduzida uma aula expositiva sobre esse tema. Os alunos apresentam dificuldades com os conceitos como “corpo opaco”, relatando que eles não estudaram isto antes. Cada conceito utilizado que não era conhecido pelos alunos foi devidamente introduzido para que eles pudessem compreender o corpo de conhecimento pretendido. Neste caso, a apropriação destes conceitos por parte dos alunos, se for evidenciada, já constata indício de evolução conceitual.



**Figura 15:** Alunos discutindo sobre a emissão de Kirchhoff. Fonte: capturada pelo autor.

Uma questão foi proposta para os alunos: Podemos identificar os elementos químicos no céu somente de corpos que emitem luz própria, ou seja, estrelas? Este questionamento teve por objetivo mostrar que não somente o espectro de emissão pode ser analisado, mas também o de absorção, provenientes da luz que transpassou algum corpo. 10% dos alunos compreendeu a questão e responderam de maneira adequada. 90% responderam, mas com uma interpretação diferente da pergunta, o que indica uma necessidade de mais simplicidade ao elaborar as questões. Outras dúvidas de

Astronomia básicas surgiram, por exemplo, a questão levantada por um aluno: “a lua é uma estrela?”, o que indica claramente uma grande carência no ensino de Astronomia. O ponto positivo foi o debate levantado pela questão, pois os alunos queriam obter cada vez mais as respostas das perguntas que faziam (talvez haja muito tempo).

Um quadro com a classificação dos tipos espectrais das estrelas foi fornecido para os alunos, indicando a relação entre a temperatura superficial das estrelas, a cor da luz que elas emitem e o nome de uma estrela brilhante de cada tipo espectral. Após, estimamos a temperatura do Sol através da cor da luz que ele emite. As estimativas sugeridas pelos alunos ficaram entre 3000K e 7000K, considerando que a temperatura efetiva real é aproximadamente 5800K, a classificação das estrelas pela cor parece ser uma boa aproximação. A classificação foi feita comparando a cor da estrela com um quadro de cores que correspondia a temperaturas específicas.

*Quarto encontro:* A aula ocorreu na sala de informática. Cada aluno abriu em seu computador uma imagem da constelação do Cruzeiro do Sul. A orientação foi para que os alunos utilizassem uma tabela que relaciona a cor com a temperatura e a classe espectral da estrela, assim, deveriam classificar as estrelas dessa constelação. Abaixo listamos alguns resultados:

- A Alpha Crucis é um sistema múltiplo,  $\alpha_1$  crucis possui 30.000K e a  $\alpha_2$  crucis possui 27.000K de temperaturas superficiais, o palpite dos alunos foi de que o sistema visto como uma só teria uma temperatura de 28000K. Erro aproximado de 2%.
- A Beta crucis possui uma temperatura de 27.000K e o palpite dos alunos foi de 40.000K. Erro aproximado de 32%.
- A Gama crucis possui uma temperatura de 3.600K e a estimativa dos alunos foi de 7.000K. Erro aproximado de 48%.
- A Deltacrucis possui 22.000K e a estimativa dos alunos foi de 40.000K. Erro aproximado de 45%.
- A Epsilonicrucis possui 4.000K e a estimativa dos alunos foi de 10.000K. Erro aproximado de 150%.



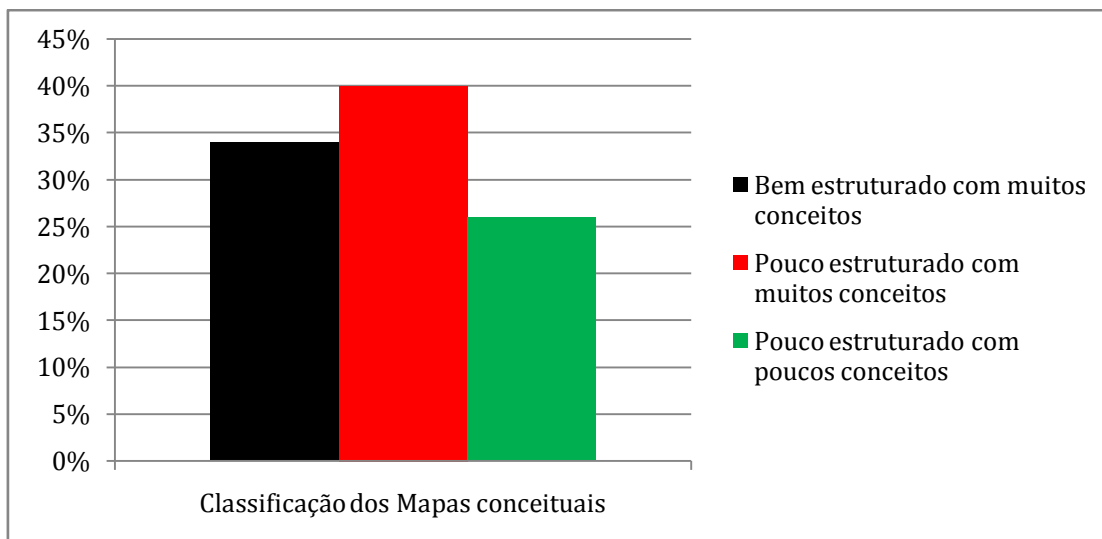


**Figura 16:** Alunos classificando as principais estrelas do Cruzeiro do Sul. Fonte: capturada pelo autor.

O erro crescente na estimativa dos alunos pode ter relação com a magnitude aparente da estrela. A máquina fotográfica utilizada tem sensibilidade limitada no registro de cores de estrelas fracas. O erro na medida cresce com a queda na magnitude da estrela, logo, quanto menos brilhante a estrela nos parece, maior o erro na estimativa da temperatura. Como a intenção não era obter dados corretos, e sim aprender a classificar as estrelas pela sua cor e temperatura, ficamos satisfeitos com os resultados obtidos no laboratório de informática.

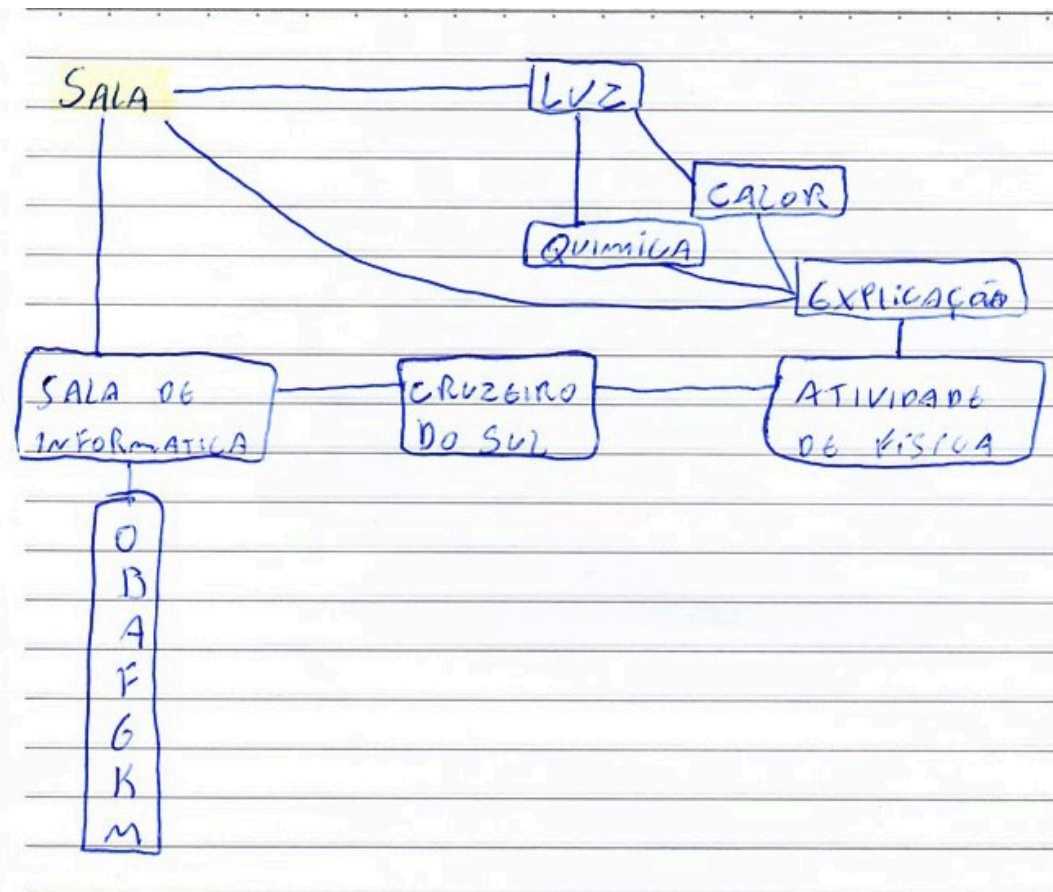
#### *4.2.7 Avaliação da Aprendizagem da UEPS C*

A avaliação foi tomada durante toda a aplicação da sequência didática. No início, um pré-teste para mapear os conhecimentos prévios. Durante as aulas, várias questões foram levantadas para os alunos. Ao final, uma nova avaliação buscou indícios de aprendizagem. Para identificar qual a relação que os alunos estabeleceram entre os conceitos principais, foi pedido que construíssem um mapa conceitual em sala de aula. Vamos classificar os mapas conceituais em três categorias: Bem estruturados com muitos conceitos; pouco estruturados, com muitos conceitos; pouco estruturados e com poucos conceitos. Ao todo 15 mapas conceituais foram entregues, e a classificação será exposta no Quadro 9. Entendemos que cada mapa conceitual é único e deveria possuir uma análise individual, porém necessitamos de algum critério de comparação para avaliar qual percentual dos mapas construídos teve satisfatória compreensão do conteúdo de ensino.



**Quadro 9:**Resumo da classificação dos mapas conceituais quanto à estrutura e quantidade de conceitos.

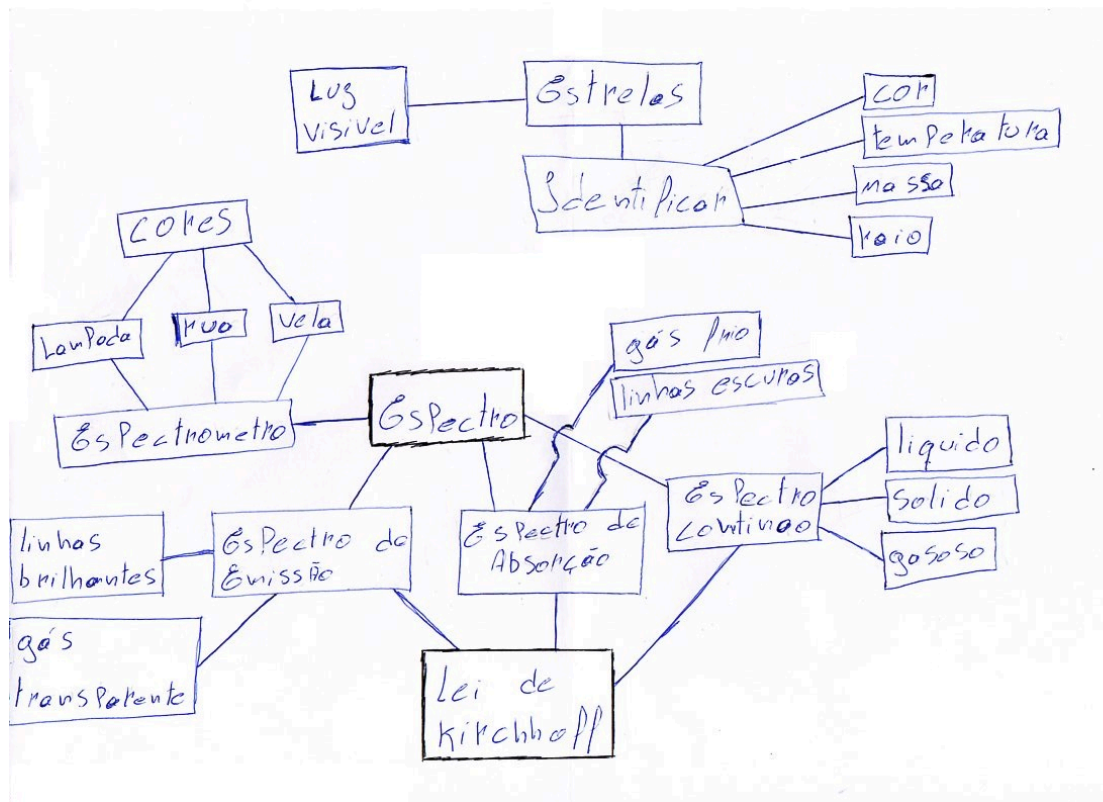
A Figura 17: Mapa conceitual pouco estruturado e com poucos conceitos. Fonte: digitalizado pelo autor.ilustra um mapa conceitual pouco estruturado e com poucos conceitos, o que representa, no resumo do Quadro 9,cerca de 25% dos alunos. Por pouco estruturado entendemos um mapa cujas ligações entre os conceitos são pobres (poucas ligações), não fazem sentido (conceitos que não se relacionam de tal maneira) ou não existem.



**Figura 17:** Mapa conceitual pouco estruturado e com poucos conceitos. Fonte: digitalizado pelo autor.

O mapa conceitual da figura, ao invés de expor os conceitos trabalhados, mostrou os locais onde aconteceram as aulas da UEPS, as atividades que fizemos com os conceitos “luz”, “calor” e “Cruzeiro do Sul”. Também é difícil perceber qual o conceito de maior hierarquia. O aluno não apresentou os conceitos estudados em seu mapa. As estratégias didáticas utilizadas podem não ter sido interessantes a este aluno ou algum outro fator não identificado pode ter contribuído para ele não ter elaborado seu mapa com mais conceitos.

Na classificação de: pouco estruturado e com muitos conceitos, exibimos o exemplo na Figura 18: Exemplo de mapa conceitual pouco estruturado e com muitos conceitos.. Cerca de 40% do total dos mapas conceituais se assemelham a este.

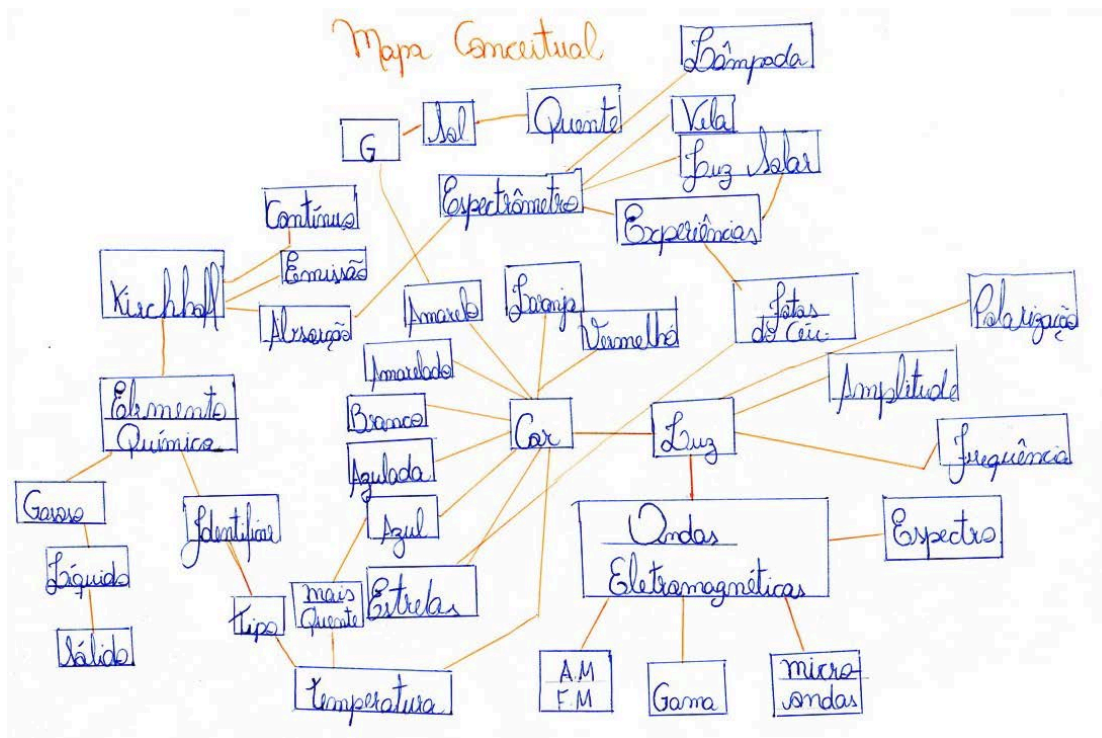


**Figura 18:** Exemplo de mapa conceitual pouco estruturado e com muitos conceitos. Fonte: digitalizado pelo autor.

Este exemplo mostra mais conceitos, porém com ligações inexistentes. O mapa está dividido em dois, um maior abaixo e um menor acima. Pode-se perceber que um destaque foi dado aos conceitos “espectro” e “lei de kirchhoff”. Para esse aluno, estes são os conceitos centrais e todos os outros são inferiores ou subordinados. Estes mapas conceituais são considerados satisfatórios, pois apresentam e relacionam grande parte dos conceitos trabalhados em sala de aula. O passo seguinte seria estabelecer melhor a relação entre eles para uma melhor compreensão.

Por fim, 34% dos mapas foram classificados como bem estruturados e com muitos conceitos. Na **Figura 19** é exibido um exemplo desses mapas.

Estes mapas conceituais apresentam a maioria dos conceitos estudados ou apresentam mais conceitos que o aluno relacionou com a matéria. No geral possuem conceitos de maior hierarquia no centro com mais ligações, com destaque de cor ou com caixas maiores. No exemplo da Figura 19 os conceitos “ondas eletromagnéticas”, “luz”, “cor” e “Kirchhoff” parecem ter recebido destaque e se apresentam com maior importância no mapa. O aluno relacionou de maneira satisfatória os conceitos estudados evidenciando uma compreensão maior do tema estudado.

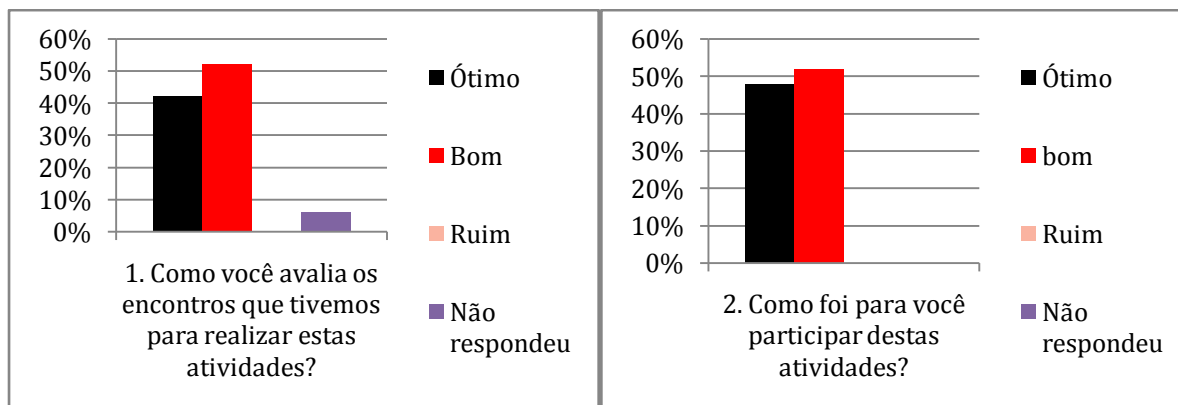


**Figura 19:** Exemplo de mapa conceitual bem estruturado e com muitos conceitos. Fonte: digitalizado pelo autor.

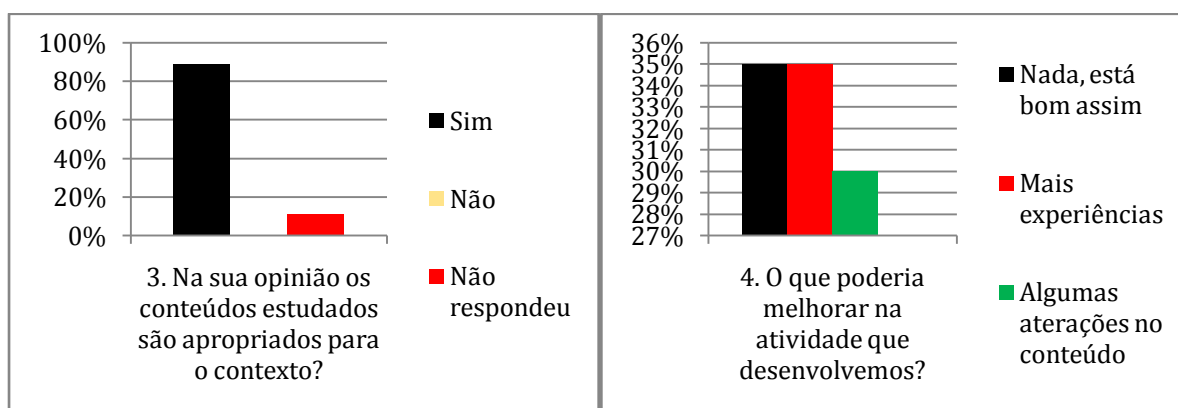
A avaliação por mapas conceituais pode ser bastante subjetiva, mas tem o potencial de identificar possíveis relações errôneas entre conceitos. É uma ferramenta de ensino poderosa que, se utilizada sempre, estimula a aprendizagem significativa por ter o foco em relacionar os conceitos. Quanto mais bem relacionados os conceitos de um contexto, mais claro e conciso este se tornará para o aprendiz. Os resultados da avaliação pelos mapas conceituais foram satisfatórios, pois foram poucos alunos que apresentaram mapas como o da Figura 17. Excluindo estes, mais de 70% da turma pôde estabelecer satisfatoriamente relação entre os principais conceitos abordados.

#### 4.2.8 Avaliação da aceitação da UEPS C

Esta avaliação, assim como a da UEPS B, também foi realizada uma semana após a sequência didática ter finalizado e tinha a principal função de identificar pontos positivos e negativos da aplicação da estratégia. Abaixo os resultados da avaliação da aceitação da proposta.



**Quadro 10:** Resumo das respostas das questões um e dois da avaliação da UEPS.



**Quadro 11:** Resumo das respostas das questões três e quatro da avaliação da UEPS.

Esta UEPS também foi bem recebida e os relatos dos alunos indicam um entusiasmo pela abordagem. O Quadro 10 e o Quadro 11 indicam estas avaliações positivas. Nesta turma também surgiu à queixa dos alunos pela falta de laboratório e 35% dos alunos apontou que as aulas seriam melhores se tivessem mais experiências.

## 5. Discussão final

Quando planejamos uma sequência didática embasada na teoria da Aprendizagem Significativa, devemos levar em conta os vários aspectos descritos na fundamentação teórica deste trabalho. Programar uma estratégia diferente do que os alunos estão familiarizados é um verdadeiro desafio. Os alunos mantêm uma postura de resistência ao método utilizado.

Outra dificuldade que pode surgir é acesso restrito a recursos como computadores, projetores, laboratórios ou outros recursos utilizados nas aulas. Aqui foram utilizados experimentos de baixo custo e projeção de simulações, vídeos e fotos com um projetor multimídia. Assim, apesar das restrições de recursos no sistema público estadual, as estratégias são viáveis ao professor interessado em aplicá-las. Um apontamento recorrente nas respostas de muitos alunos foi a necessidade de um laboratório didático de Ciências. A escola que aplicamos as UEPS não possui, portanto executamos todas as experiências em sala de aula ou em outros locais da escola, como o pátio. A utilização de um laboratório certamente contribuiria para motivar ainda mais os alunos.

As expectativas para o surgimento de indícios de Aprendizagem Significativa não corresponderam às expectativas criadas. Os alunos apresentaram indícios esparsos de aprendizagem significativa. Talvez por ter sido uma aplicação isolada, e o progresso na aprendizagem, necessita de continuidade e tempo. Porém, os resultados estão longe de ser um fracasso. Apesar dos escassos indícios de aprendizagem significativa apresentados nos resultados da aplicação de cada uma das UEPS relatadas, estes são animadores e nos estimulam a continuar utilizando e aperfeiçoando estas estratégias. Melhores resultados podem ser alcançados no futuro por persistir com a utilização de referenciais teóricos de ensino durante todo o ano letivo.

A aceitação das estratégias didáticas foi animadora. Apesar de os alunos terem considerado mais difícil aprender à luz da teoria da aprendizagem significativa, o método utilizado foi bastante aceito. O interesse da maioria dos aprendizes foi despertado, gerando participação ativa nas aulas. Se houve indícios de aprendizagem significativa, foi porque as condições básicas para a aprendizagem foram satisfeitas, material potencialmente significativo e pré-disposição em aprender. Estes resultados positivos na aceitação das estratégias apresentadas aqui possibilitam e incentivam a continuar utilizando as UEPS no ensino.





## **6. Apêndice A – UEPS: Estudo da Notação Científica e Ordem de Grandeza utilizando uma escala do Sistema Solar como Organizador Prévio.**

***(Sugestão: 1º ano do Ensino Médio)***

### **6.1 Contexto**

Esta é uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS) elaborada a partir de artigos científicos, que tem a finalidade de apresentar uma noção espacial e/ou visual acerca das ordens de grandeza utilizando notação científica. Trata-se uma escala de distâncias dos raios médios de alguns planetas e planetas anões do Sistema Solar, esparsos em escala de distância relativa. Muitas vezes a dificuldade de o aluno assimilar este aspecto da ciência é devido ao nível de abstração. Propomos a elaboração de uma maquete gigante (no comprimento do pátio ou campo de futebol disponível) a fim de relacionar aqueles números sobrescritos a algo visual, menos abstrato. (CANALLE; OLIVEIRA, 1994), (MÁXIMO; ALVARENGA, 2000).

### **6.2 Objetivo Geral**

Propor uma sequência didática fundamentada na Aprendizagem Significativa de David Ausubel (AUSUBEL, 2003) e nas UEPS (MOREIRA, 2011b), que aborde a temática da notação científica e ordens de grandeza no contexto do Sistema Internacional de Unidades (SI), utilizando uma escala de 30, 50 ou 100 metros.

### **6.3 Objetivos específicos**

Relacionar um objeto visual (maquete) a um conhecimento abstrato (notação científica); evidenciar a utilidade da notação científica; clarificar a noção dos alunos acerca da escala de tamanho do Sistema Solar, apresentando seus principais constituintes (Sol, planetas e planetas anões, segundo a concepção atual).

## 6.4 O que é necessário?

- Sala de aula;
- Campo de futebol ou área similar dentro do pátio da escola;
- Fita métrica ou trena para medir o local que será utilizado (preferencialmente com 30 ou 50 metros).

Tempo de aplicação:  $\approx$  4 aulas de 45 minutos. Os tempos apresentados aqui são uma estimativa, não devendo ser seguidos à risca, pois cada situação de ensino é única e deve ocorrer em seu tempo devido.

<i>Domínio Conceitual</i>	<i>Questões Foco</i>	<i>Domínio Metodológico</i>
<p><b>Filosofia:</b> -Por questionar os fenômenos naturais, o ensino de Física é fundamental na construção da opinião crítica do sujeito. A Física incentiva o questionamento, aprimorando a capacidade de crítica do sujeito em questões da natureza e por consequência questões sociais, exercendo sua cidadania.</p> <p><b>Teoria:</b> -Teoria da aprendizagem significativa de Ausubel -Notação científica, Mecânica celeste.</p> <p><b>Princípios:</b> -O conhecimento prévio é a chave para a aprendizagem significativa. Pré-disposição em aprender e material potencialmente significativos são fundamentais para ocorrer aprendizagem significativa. - É conveniente escrever números demasiadamente grandes ou pequenos de uma forma resumida e prática e que facilitam sua manipulação. - Através da mecânica clássica é possível determinar as posições relativas dos astros e suas variações de tempo por serem submetidos à força gravitacional.</p> <p><b>Conceitos chave:</b> Ensino de Astronomia e Física, notação científica, ordem de grandeza e escala do sistema solar.</p>	<p><b>PODE UM MODELO SER UM FACILITADOR PARA A CONCEPÇÃO DE ORDEM DE GRANDEZA?</b></p> <p><b>Evento:</b> - 4 aulas de 45 minutos; -1 experiência didática, 1 simulação computacional; -Aula expositiva dialogada; -Avaliação por grupo focal e mapas conceituais.</p>	<p><b>Asserções de valor:</b> A modelagem pode ser uma grande facilitadora na aprendizagem de conceitos abstratos. Ao comparar o objeto de aprendizagem com um modelo de fácil compreensão, este torna-se potencialmente significativo, que é indispensável para a aprendizagem significativa.</p> <p><b>Asserções de conhecimento:</b> Acreditamos que ao comparar as distâncias entre as órbitas do sistema solar com uma escala pré-estabelecida no pátio escolar, o aprendiz compreende o quão grandes se tornam os números à medida que cresce a ordem de grandeza. Por consequência deve imaginar quão pequenos devem se tornar ao diminuir a ordem de grandeza.</p> <p><b>Crêterios:</b> - Avaliar-se-á o debate dos alunos durante a aula expositiva dialogada, seu nível de crítica do assunto. Seu interesse em participar e argumentar nas questões. Nos debates serão observados os alunos quanto à participação no coletivo. E por fim o domínio dos conceitos, será em avaliação escrita, levando em consideração a evolução conceitual do aluno no pré-teste.</p> <p><b>Dados:</b> -Mapa conceitual; -Discussão em grande grupo; -Pós-teste.</p>

**Figura 20:** Planejamento da aula em Diagrama em V (MOREIRA, 2012a). Fonte: Construído pelo autor.

## 6.5 Aspectos Sequenciais

*Atividades iniciais (2 aulas de 45 minutos):* Construir uma tabela de medidas em escala, adequando as distâncias relativas entre as órbitas dos planetas do Sistema Solar ao comprimento em metros disponível no pátio da escola. Após, medir o local e fazer as marcações onde serão fixados os planetas e o Sol.

*Primeira aula:* Para construção da tabela, vamos tomar como extremos da nossa maquete o Sol e Eris (planeta anão mais distante). Consideramos o valor médio do raio

da órbita de Eris como 100% (do comprimento do campo) e, a partir da tabela de distâncias (veja a tabela abaixo), calculamos a distância que deve ter cada corpo celeste ao Sol na maquete pela regra de três abaixo:

$$\frac{10.123.432.000.000(m)}{XP (m)} \rightarrow \frac{XX(m)}{YY (m)}$$

*Equação 1: Regra de três para ajustar a escala do Sistema Solar ao espaço escolhido.*

Que são:

- 10.123.432.000.000m → Distância do Sol até Eris (em metros, veja a Tabela 7 abaixo);
- XX → Distância total do pátio disponível (em metros);
- XP → Distância do Sol até o planeta em questão (em metros, veja a tabela abaixo);
- YY → Distância do Sol, na maquete, aonde o planeta deve ser fixado (em metros).

$$YY = \frac{(XX)}{10.123.432.000.000} \times (XP)$$

*Equação 2: Equação para encontrar a distância do Sol até os planetas na nova escala.*

Objeto	Distância Média ao Sol (em metros)	Distância média ao Sol (em UA)
Mercúrio.....(P)	58.344.000.000	0,39
Vênus.....(P)	107.712.000.000	0,72
Terra.....(P)	149.600.000.000	1,00
Marte.....(P)	227.392.000.000	1,52
Ceres.....(PA)	414.392.000.000	2,77
Júpiter.....(P)	777.920.000.000	5,20
Saturno.....(P)	1.427.184.000.000	9,54
Urano.....(P)	2.875.312.000.000	19,22
Netuno.....(P)	4.496.976.000.000	30,06
Plutão.....(PA)	5.906.208.000.000	39,48
Haumea.....(PA)	6.452.248.000.000	43,13
Makemake...(PA)	6.850.184.000.000	45,79
Eris.....(PA)	10.123.432.000.000	67,67

**Tabela 7:** Tabela com a média de distância dos planetas (P) e planetas anões (PA) ao Sol, expressa em metros (coluna do meio) e unidades astronômicas (1 UA = distância média da Terra ao Sol = 149.600.000.000 m).

Aplicar nesta etapa o pré-teste abaixo.

#### **Pré-teste para a UEPS A:**

1. Desenhe em uma folha A4 o Sol, a Terra e a Lua e alguns outros planetas em escala de tamanho comparativo.
2. A partir da tabela de distâncias dos raios das órbitas dos planetas do Sistema

Solar, faça um desenho em uma folha A4 tentando colocar em escala as distâncias, partindo do Sol.

**Quadro 12:**Pré-teste para a UEPS A. Fonte: construído pelo autor.

*Segunda aula:* Ao finalizar as marcações, ande de uma extremidade a outra da reta, iniciando pelo Sol, e falando para os alunos a distância real comparada entre os planetas. (Algumas instituições possuem aulas em sequência, se não for o caso, fazer marcações permanentes, para que permaneçam até a próxima aula).

*Situação problema (15 minutos):Terceira aula:* Como expressar e compreender valores muito grandes, como, por exemplo, a distância entre a Terra e o Sol? Ou entre os outros planetas e planetas anões do Sistema Solar?

*Revisão 1 (15 minutos):* Você sabe o que é potência de base 10? Como escrevemos? Por que é importante? Discutir o tema em grupo tentando levantar o que os alunos já sabem.

*O processo de ensino (15 minutos):* Após o levantamento dos conhecimentos prévios, fazer uma exposição sobre bases e potências (deslocamento da vírgula), sempre relacionando com a atividade feita no pátio. Nesta etapa é importante deixar como atividade algumas representações de números muito grandes como potências de base dez.

*Nova situação problema em mais alto nível de complexidade (15 minutos):Quarta aula:* Discutir a atividade deixada para os alunos resolver e sanar possíveis dúvidas. Mostrar agora os números muito pequenos, que também são expressos em potência de base dez. Mencionar que em janeiro de 2016 astrônomos propuseram a existência de um nono planeta distante, com raio da órbita 200 vezes maior que o terrestre e massa 10 vezes maior. Questionar onde estará esse nono planeta em nossa escala.

*Apresentação do esquema (15 minutos):* Apresentar uma tabela de prefixos com potência de base 10 fazendo relação com a vida cotidiana, exemplo "centi" usamos como prefixo do metro nas régua (cm), "mili" usamos como prefixo do litro nas garrafinhas de água (mL), "kilo" quando tratamos com a distância entre cidades (km) ou a massa de um produto (kg), etc. Os prefixos grandes são muito utilizados em memória digital: kilobyte (kB), megabyte (MB), gigabyte (GB), etc.

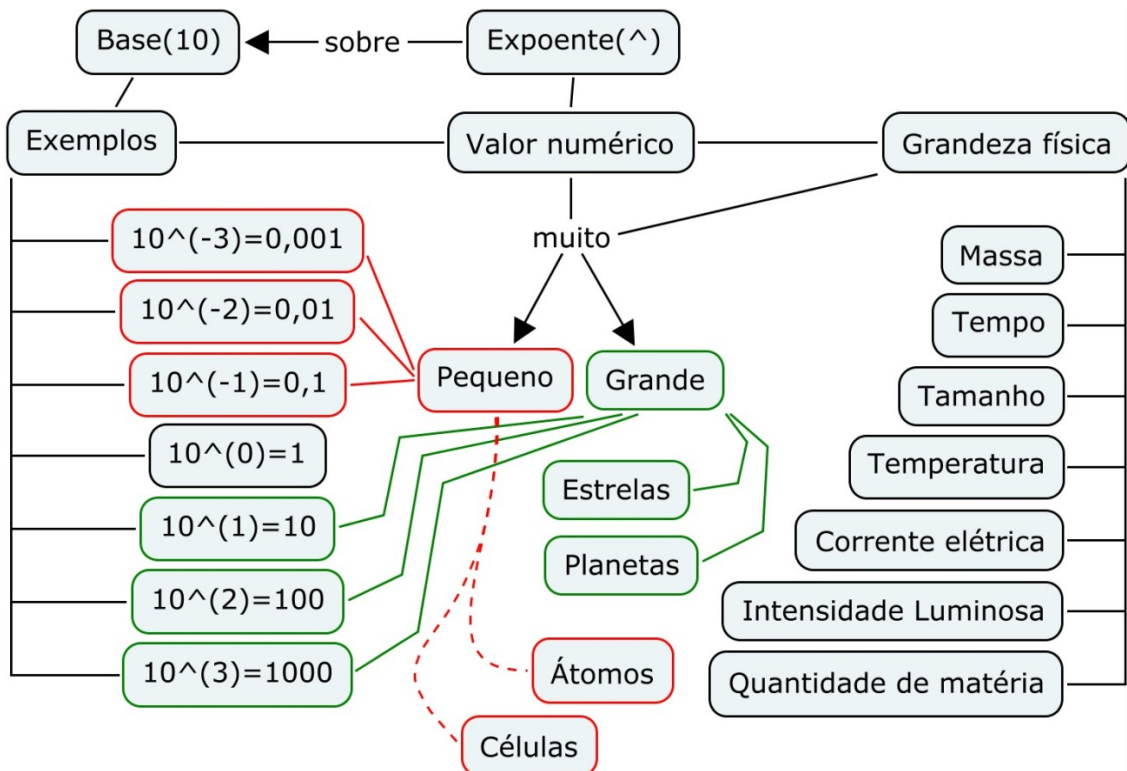
*Avaliação (15 minutos):* A avaliação deve ser tomada ao longo da aplicação da unidade, tomando registro de tudo que possa ser considerado evidência de aprendizagem significativa do conteúdo estudado. O desempenho do aluno deve ser avaliado igualmente: durante as situações problema do processo, que são as anotações do professor e durante avaliação somativa final. Como é uma atividade relativamente pequena e pouco abrangente o professor pode escolher o método avaliativo, ficando como recomendação que se utilizem os mapas conceituais. Se possível utilizar mapa conceitual.

*Avaliação da UEPS:* A avaliação pode ser considerada positiva quando há evidências de aprendizagem significativa, ou seja, que o aprendiz tenha capacidade de resolver novas situações problema, diferente das que já vivenciou. Isto ocorre quando seu conhecimento se torna transferível, diferenciável, não arbitrário e não literal. Ao longo do ano letivo este conhecimento vai sendo exigido, uma evidência de êxito é a capacidade de os alunos manipularem este conhecimento posteriormente.

**Avaliação da UEPS A:**

1. Como você avalia os encontros que tivemos para realizar estas atividades?
2. Como foi para você participar destas atividades?
3. Os conteúdos estudados são apropriados para o contexto?
4. O que poderia melhorar nestas atividades que desenvolvemos?
5. O que Poderia Melhorar nas aulas de Física?

**Quadro 13:** Avaliação da UEPS A. Fonte: construído pelo autor.



**Figura 21:** Mapa conceitual (MOREIRA, 2012a) sobre Notação Científica. Fonte: Construído pelo Autor.

Uma Simulação Relacionável:

Pode-se utilizar o seguinte simulador para ter uma completa noção ao mesmotempo das escalas de tamanho e distâncias dos corpos celestes<sup>11</sup>.

<sup>11</sup> Simulação do Sistema Solar. Disponível em <<http://goo.gl/pmAIHJ>>. Acesso em 20/06/2016.

## **7. Apêndice B – UEPS: Planetas extrassolares: detecção pelo método de velocidades radiais, efeito Doppler. (Sugestão: 2º ano do Ensino Médio).**

### **7.1 Contexto**

Esta é uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS) que tem a finalidade de contribuir para o ensino de Astronomia e Física por evidenciar as estreitas relações entre os conceitos de Efeito Doppler e Métodos de detecção de planetas extrassolares. Trata-se da utilização de uma simulação computacional e um experimento simples utilizando um aparelho smartphone para gerar o efeito Doppler relacionando isto aos métodos utilizados para várias descobertas em Astronomia. (MELLO, 2014), (DIAS, 2014), (LÜDKE et al., 1702), (SCHIEL; SATO; SARTORI, 1991).

### **7.2 Objetivo Geral**

Propor uma Sequência didática fundamentada na Aprendizagem Significativa de David Ausubel (AUSUBEL, 2003) e nas UEPS (MOREIRA, 2011b), que aborde a temática do Efeito Doppler no contexto da detecção de planetas fora do Sistema Solar (extrassolares).

### **7.3 Objetivos específicos**

Ensinar o efeito Doppler, suas características para ondas sonoras, evidenciar que ocorre em ondas eletromagnéticas (luz), e como astrônomos o utilizam para detectar planetas extrassolares.

### **7.4 O que é necessário?**

- Sala de Aula;

- Sala de Informática com acesso à rede;
- Celular inteligente (Android, IOS, Windows Phone etc.)<sup>12</sup>

Tempo de aplicação: ≈ 6 aulas de 45 minutos. O tempo apresentado aqui é uma estimativa, não devendo ser seguido à risca, pois cada situação de ensino é única e deve ocorrer em seu tempo devido.

<i>Domínio Conceitual</i>	<i>Questões Foco</i>	<i>Domínio Metodológico</i>
<p><b>Filosofia:</b> -Por questionar os fenômenos naturais, o ensino de física é fundamental na construção da opinião crítica do sujeito. A física ensina a se perguntar e duvidar sempre, influenciando o sujeito a ser mais críticos em questões sociais por consequência, exercendo sua cidadania.</p> <p><b>Teoria:</b> -Teoria da aprendizagem significativa de Ausubel -Mecânica Ondulatória.</p> <p><b>Princípios:</b> -O conhecimento prévio é a chave para a aprendizagem significativa. Pré-disposição em aprender e material potencialmente significativos são fundamentais para ocorrer aprendizagem significativa. - Toda partícula tem uma função de onda associada. Matéria e Energia são estados diferentes de uma mesma partícula subatômica.</p> <p><b>Conceitos chave:</b> Ensino de astronomia e física, Exoplanetas, efeito Doppler-Fizeau.</p>	<p><b>COMO ENCONTRAR PLANETAS FORA DO SISTEMA SOLAR MESMO SEM PODER VÊ-LOS?</b></p> <p><b>Evento:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 6 aulas de 45 minutos;</li> <li>-1 experiência didática, 2 vídeos, 3 simulações computacionais;</li> <li>-Aula expositiva dialogada;</li> <li>-Avaliação pré-teste e pós-teste escritas.</li> </ul>	<p><b>Asserções de valor:</b> Esta questão mostra que podemos encontrar outros planetas, semelhantes a terra, e que sabe abrigando vida, solucionando um mistério antigo. A análise crítica do efeito Doppler-Fizeau, sem dúvida nos deixa com olhos mais atentos a fenômenos que ocorram com semelhança a este.</p> <p><b>Asserções de conhecimento:</b> Um planeta orbita uma estrela onde ambos giram em torno do centro de massa do sistema. A estrela hospedeira "bamboleia" em torno do centro de massa. Mesmo que seja pequeno, esse bamboleiço pode ser evidenciado pelo efeito Doppler-Fizeau, constatando a existência de planetas ao seu redor.</p> <p><b>Critérios:</b> - Avaliar-se-á o debate dos alunos durante a aula expositiva dialogada, seu nível de crítica do assunto. Seu interesse em participar e argumentar nas questões. Nos debates serão observados os alunos quanto à participação no coletivo. E por fim o domínio dos conceitos, será em avaliação escrita, levando em consideração a evolução conceitual do aluno no pré-teste.</p> <p><b>Dados:</b> -Pré-teste; -Discussão em grande grupo; -Pós-teste.</p>

**Figura 22:** Planejamento da aula em Diagrama em V (MOREIRA, 2012a). Fonte: Construído pelo autor.

<sup>12</sup>Para iPad instalar na AppStore o aplicativo "Genegador de frecuencias", para Android instalar na Play Store o aplicativo "TrueTone", para os demais pesquisar por "gerador de frequência" ou "gerador de tom". Os aplicativos citados são gratuitos.



## 7.5 Aspectos Sequenciais

*Atividades iniciais (45 minutos):* [atividade para casa ou sala de projeção]: Será utilizado como organizador prévio um vídeo<sup>13</sup>.

*Situação-problema (25 minutos):* Como detectar planetas fora de nosso Sistema Solar? Fazer um levantamento dos conhecimentos prévios dos alunos com o questionário do quadro 3. Após o levantamento das concepções prévias, discuti-las em grupo.

*Revisão 1 (20 minutos):* Fazer uma revisão do conceito de centro de massa. Executar uma simulação computacional para o Efeito Doppler<sup>14</sup>.

Fazer a seguinte experiência:

- Utilizando um celular, abrir o aplicativo gerador de frequência;
- Configurar em uma frequência qualquer. Sugerimos entre 400Hz a 600 Hz.

Pode-se fazer o download do áudio de 440 Hz<sup>15</sup>.

- Ligar o alto-falante do aparelho e movê-lo em um movimento de vai e vem rapidamente perto do ouvido<sup>16</sup>.

Questão: Qual a percepção do som se o celular for movimentado (vigorosamente) em círculos?

*O processo de ensino (45 minutos):*Mostrar outro vídeo<sup>17</sup>. Iniciar a introdução ao tema Efeito Doppler, começando com os aspectos mais gerais e inclusivos, conforme o mapa conceitual da Figura 23(o mapa conceitual pode ser apresentado aos alunos na Etapa “Apresentação do esquema”). Utilizar uma simulação para o método do Efeito Doppler apresentada no contexto da luz emitida por uma estrela<sup>18</sup>.É importante também nesta etapa apresentar novamente os conceitos de centro de massa utilizando uma simulação computacional<sup>19</sup>.

---

<sup>13</sup>Vídeo: Outro Planeta Terra O universo. Disponível em <<https://goo.gl/yJvxo5>>. Acesso em 29/07/2016.

<sup>14</sup>Simulador de efeito Doppler. Disponível em <<http://goo.gl/YqRMtA>>. Acesso em 29/07/2016.

<sup>15</sup>Áudio 440 Hz. Disponível em <<http://ueps.ufsc.br/ueps/doppler-astronomia/>>. Acesso em 29/07/2016.

<sup>16</sup> Vídeo efeito Doppler. Disponível em <<http://goo.gl/ILaCBZ>>. Acesso em 29/07/2016.

<sup>17</sup> Vídeo: Encontrando planetas. Disponível em <<https://goo.gl/PFLQHn>>. Acesso 29/07/2016.

<sup>18</sup> Simulador de efeito Doppler. Disponível em <<http://goo.gl/dBFikl>>. Acesso em 29/07/2016.

<sup>19</sup>Simulador de órbitas. Disponível em <<https://goo.gl/HxJmgP>>. Parâmetros sugeridos na simulação:

- Corpos de massas similares.

Body 1: Mass= +100; Position  $x = -100$ ,  $y = 0$ ; velocity  $x = 0$ ,  $y = -40$ .

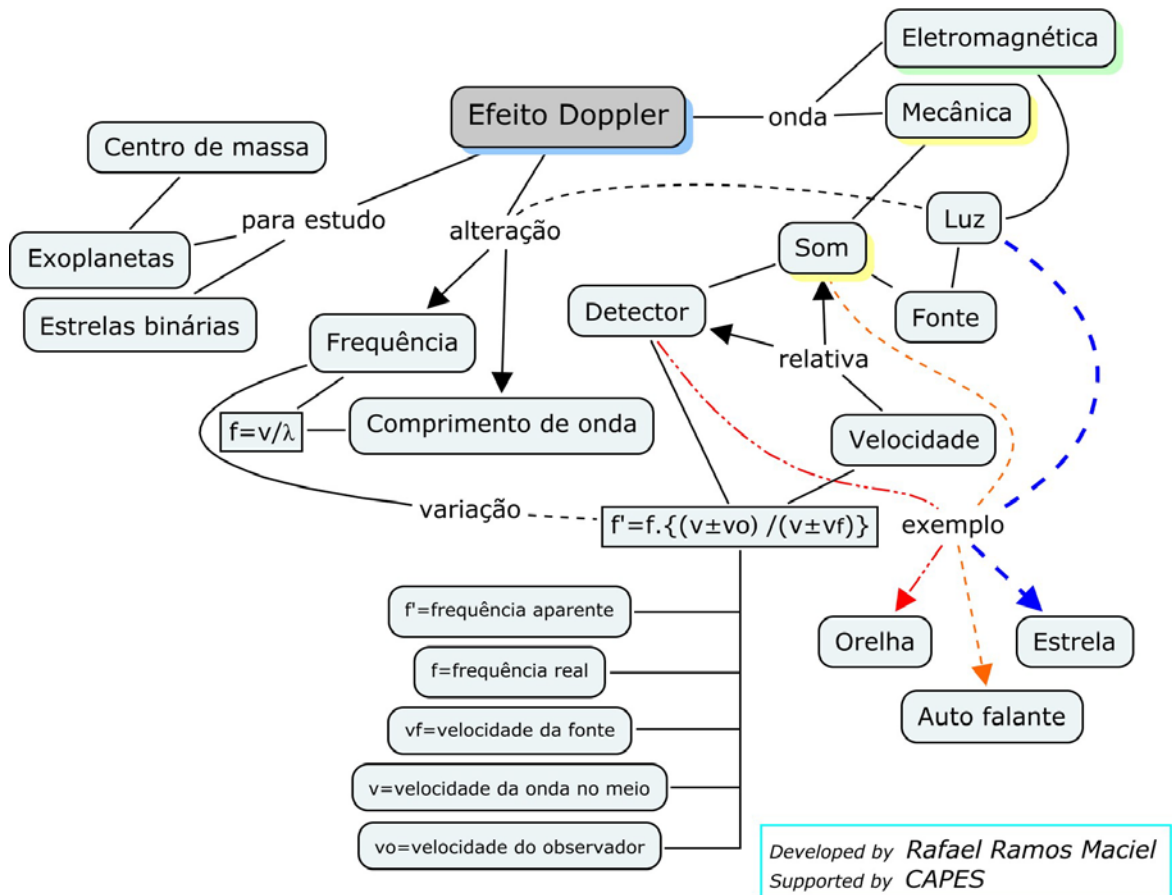
Body 2: Mass= +100; Position  $x = +100$ ,  $y = 0$ ; velocity  $x = 0$ ,  $y = +40$ .

- Corpos de massas bem diferentes.

Body 1: Mass= +300; Position  $x = 0$ ,  $y = 0$ ; velocity  $x = 0$ ,  $y = -1$ .

Body 2: Mass= +10; Position  $x = -142$ ,  $y = 0$ ; velocity  $x = 0$ ,  $y = +140$ .

Questão: Considere a luz emitida de uma das estrelas das simulações acima, detectada por um observador na Terra. Ao longo de sua órbita, como você espera que a frequência varie? Existe relação com a variação percebida no som do celular da etapa anterior?



**Figura 23:** Mapa conceitual (MOREIRA, 2012a) sobre Efeito Doppler. Fonte: Construído pelo autor.

*Nova situação problema em mais alto nível de complexidade (45 minutos):* Nova exposição oral, breve, expondo as relações entre os conceitos envolvidos de maneira mais complexa. Propor novas situações problemas para o efeito Doppler e sua relação com o deslocamento para o vermelho e deslocamento para o azul.

Questão: Se, ao observar uma estrela, verificamos que sua luz apresenta variações de frequência, deslocamentos periódicos pra o vermelho e para azul, o que podemos concluir? Pode existir um objeto não detectado diretamente orbitando em torno dela (um planeta, por exemplo)? Esta etapa pode ser mais rápida do que o estimado dependendo de como é o andamento da turma.

*Apresentação do esquema (20 minutos):* Apresentar o mapa conceitual aos alunos a fim de garantir a reconciliação integradora. Após esta etapa, propor novas situações problema, sempre indo do menos para o mais complexo. São as situações problema que dão sentido a novos conhecimentos. Após, discutir em grande grupo.

Situação problema: Os astrônomos verificam que a luz emitida por um elemento particular em uma das bordas do Sol tem uma frequência ligeiramente maior que a luz emitida por um elemento na borda oposta. O que essas medidas nos dizem a respeito do movimento do Sol?

*Avaliação (25 minutos):* A avaliação deve ser tomada ao longo da aplicação da unidade, tomando registro de tudo que possa ser considerado evidência de aprendizagem significativa do conteúdo estudado. O desempenho do aluno deve ser avaliado igualmente: durante as situações problema do processo, que são as anotações do professor e durante avaliação somativa final. Aplicar o pós-teste do Quadro 15.

*Avaliação da UEPS (45 minutos):* A avaliação pode ser considerada positiva quando há evidências de aprendizagem significativa, ou seja, que o aprendiz tenha capacidade de resolver novas situações problema, diferente das que já vivenciou isto ocorre quando seu conhecimento se torna transferível, diferenciável, não arbitrário e não literal. Uma comparação entre o pré-teste, os testes durante as aulas e o pós-teste pode ser uma ferramenta para verificação dos indícios de aprendizagem significativa. Outro método para verificação do êxito da UEPS é realizar uma autoavaliação por meio de grupo focal, fica a critério do professor.

**Pré-teste para a UEPS B:**

Aplicação no início da UEPS.

1. Você sabe o que é frequência?
2. Você sabe o que é frequência de uma onda?
3. O que ocorre com a sirene de uma ambulância em emergência quando ela passa por você em alta velocidade? Você percebe diferença entre o som da sirene antes e depois de sua passagem?
4. Você percebe alguma diferença no som produzido por um mosquito ao passar perto de seu ouvido?
5. Já ouviu falar em Efeito Doppler? Sabe o que é?
6. Quantos planetas você conhece? Todos eles estão no Sistema Solar?
7. Você vê alguma relação entre esses dois temas, Efeito Doppler e planetas fora do Sistema Solar?

**Quadro 14:**Pré-teste para a UEPS B. Fonte: construído pelo autor.

**Pós-teste para a UEPS B:**

1. Quando se toca a buzina do carro enquanto se está dirigindo em direção a um ouvinte, este escuta o som com frequência aumentada. O ouvinte ouviria a frequência aumentada se estivesse também em um carro, movendo-se no mesmo sentido com a mesma rapidez? No Efeito Doppler, a frequência se altera? E o comprimento de onda? E a rapidez da onda?
2. O Efeito Doppler pode ser observado em ondas longitudinais, em ondas transversais ou em ambas?
3. Como radares policiais detectam motoristas que se movem muito rapidamente usando efeito Doppler?
4. O que significa um deslocamento para o azul? E o deslocamento para o vermelho?
5. Observa-se o Efeito Doppler significativo quando o movimento da fonte está em uma direção perpendicular à do receptor (ouvinte ou observador)?
6. Como os astrônomos conseguem estimar as massas dos planetas descobertos? Existe relação com os intervalos em que ocorrem os deslocamentos para o azul e para o vermelho?
7. Existem sistemas planetários que os astrônomos não detectam usando esse método. Por quê? Existe relação com o plano da órbita?
8. Você vê alguma outra aplicação dessa ferramenta em Astronomia?

**Quadro 15:** Pós-teste para a UEPS B. Fonte: construído pelo autor.

**Avaliação da UEPS B:**

1. Como você avalia os encontros que tivemos para realizar estas atividades?
2. Como foi para você participar destas atividades?
3. Os conteúdos estudados são apropriados para o contexto?
4. O que poderia melhorar nestas atividades que desenvolvemos?
5. O que poderia melhorar nas aulas de Física?

**Quadro 16:** Avaliação da UEPS B. Fonte: construído pelo autor.

## **Outras simulações relacionáveis**

Há muitas outras animações e simulações disponíveis que podem ser úteis nesta e em outras aulas<sup>20</sup>.

---

<sup>20</sup> Repositório de simulações e animações de Astronomia. Disponível em <http://astro.unl.edu/animationsLinks.html>. Acesso em 29/07/2016.

## **8. Apêndice C – UEPS: A cor das estrelas - Física**

### **Estudo da Relação entre a temperatura e a cor dos objetos que irradiam. (Sugestão: 2º ano do Ensino Médio)**

#### **8.1 Contexto**

Esta é uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS) elaborada a partir de artigos, que tem a finalidade de relacionar os conceitos de temperatura e cor (diferentes comprimentos de onda da luz na fração visível do espectro eletromagnético). Quando um objeto possui sua temperatura elevada, ele passa a emitir luz, primeiramente no vermelho, passando pelo alaranjado e indo em direção ao azul, logo o azul é a cor relacionada a corpos mais quente. Pode-se ser introduzida em termometria, juntamente com o conceito de Temperatura ou em transmissão de calor por radiação (MARRANGHELLO; PAVANI, 2011), (CAVALCANTE; TAVOLARO; HAAG, 2005), (CAVALCANTE; TAVOLARO, 2002), (GARCIA; KALINOWSKI, 1994).

#### **8.2 Objetivo Geral**

Propor uma sequência didática fundamentada na Aprendizagem Significativa de David Ausubel (AUSUBEL, 2003) e nas UEPS (MOREIRA, 2011b), que aborde o estudo da cor das estrelas para determinar sua temperatura superficial através dos estudos de Kirchhoff de emissão e absorção de luz por elementos, no estado físico gasoso ou plasma.

#### **8.3 Objetivos específicos**

Relacionar a cor e a temperatura das estrelas, inculcar que esta é uma medida aproximada e não exata. Realizar experiências com materiais emitindo luz por

aquecimento. Perceber as linhas de emissão e o máximo de emissão através de um espectrômetro. Observar fotos das constelações do Escorpião e Cruzeiro do Sul, distinguindo as cores das estrelas com ajuda do computador. Mostrar que a "cor" de uma luz é definida pelo comprimento de onda, e que a temperatura influencia na luz que emana de um objeto.

#### **8.4 O que é necessário?**

- Sala de Aula;
- Sala de Informática com acesso à rede;
- Fotos digitais das constelações de Escorpião e Cruzeiro do Sul;
- Isqueiro maçarico;
- Clipe de papel muito pequeno ou um fio fino de aço;
- Pode-se também realizar outras experiências de emissão como acender lâmpadas incandescentes ou grafite de lapiseira.

Tempo de aplicação:  $\approx$  4 aulas de 45 minutos. O tempo apresentado aqui é uma estimativa, não devendo ser seguido à risca, pois cada situação de ensino é única e deve ocorrer em seu tempo devido.

#### **Outras simulações relacionáveis**

Pode-se utilizar um simulador<sup>21</sup> para radiação de corpo negro (Opcional, adicional).

---

<sup>21</sup>Disponível em <<https://goo.gl/J1Wein>>. Acesso em 29/07/2016.



<b>Domínio Conceitual</b>	<b>Questões Foco</b>	<b>Domínio Metodológico</b>
<p><b>Filosofia:</b> -Por questionar os fenômenos naturais, o ensino de Física é fundamental na construção da opinião crítica do sujeito. A Física incentiva o questionamento aprimorando a capacidade de crítica do sujeito em questões da natureza, por consequência, em questões sociais, permitindo que exerça sua cidadania.</p> <p><b>Teoria:</b> -Teoria da aprendizagem significativa de Ausubel; -Lei de Kirchhoff para o espectro de emissão e absorção.</p> <p><b>Princípios:</b> -O conhecimento prévio é a chave para a aprendizagem significativa. Pré-disposição em aprender e material potencialmente significativos são fundamentais para ocorrer aprendizagem significativa;</p> <p>- A luz emitida por uma fonte sólida gera um espectro contínuo ao ser submetido a um prisma ou rede de difração, porém, gases ao emitir ou absorver a luz deixam uma assinatura bem definida no espectro em forma de linhas claras ou escuras respectivamente.</p> <p><b>Conceitos chave:</b> Ensino de Astronomia e Física, espectroscopia, temperatura e cor de estrelas, Emissão e Absorção de Kirchhoff.</p>	<p><b>COMO SABEMOS A TEMPERATURA SUPERFICIAL DAS ESTRELAS OU DO QUE SÃO FEITAS?</b></p> <p style="text-align: center;"><b>Evento:</b></p> <p>- 4 aulas de 45 minutos; -2 experiências didáticas; -Aula expositiva dialogada; -Avaliação por questionários e mapas conceituais.</p>	<p><b>Asserções de valor:</b> Saber do que são feitas as estrelas e sua temperatura nos deixa mais próximos de solucionar questões que a milênios intrigam a humanidade. Há um interesse intrínseco pela astronomia, podemos então associá-la a outras áreas do conhecimento gerando pré-disposição em aprender, premissa básica para a aprendizagem significativa segundo Ausubel.</p> <p><b>Asserções de conhecimento:</b> Através da lei de Kirchhoff para o espectro de emissão e absorção podemos identificar os elementos químicos através da luz proveniente deles no estado físico gasoso. Assim pode-se classificar as estrelas por tipo de espectro, que está relacionado intimamente com a temperatura superficial da estrela. Sabendo a cor, e o tipo espectral, podemos aferir a temperatura aproximada para determinada estrela.</p> <p><b>Crítérios:</b> - Avaliar-se-á o debate dos alunos durante a aula expositiva dialogada, seu nível de crítica do assunto. O domínio dos conceitos, será em avaliação escrita, aplicando pré-testes e pós-testes em forma de questionário e mapas conceituais. Deve-se buscar indícios de evolução conceitual do aluno.</p> <p><b>Dados:</b> -Pré-teste – Mapa conceitual e questionário; -Discussão em grande grupo; -Pós-teste – Mapa conceitual e questionário.</p>

**Figura 24:** Planejamento da aula em Diagrama em V (MOREIRA, 2012a).Fonte: Construído pelo autor.

## 8.5 Aspectos Sequenciais

Nesta Unidade de ensino trataremos dos estudos de emissão e absorção de radiação feitos por Kirchhoff e a relação da temperatura com o comprimento de onda da luz emitida.

*Atividades iniciais (25 minutos).Primeira aula:* Realizar uma experiência como organizador prévio.

- Com o maçarico aquecer uma extremidade do arame fino ou clipe de papel.
- Tomar cuidado com o comprimento do arame se for curto pode queimar as mãos.
- Observar com os alunos o que ocorre com o arame ao aumentar a temperatura.

Se estiver ao alcance do professor poderá também realizar outras experiências para mostrar a emissão como acender lâmpadas incandescentes ou grafites de lapiseira. As lâmpadas existem até de 1,5 volts que são acesas com pilhas comuns, o ideal é ter uma fonte de tensão ajustável. Com a fonte de tensão ajustável conecte um grafite 0, 5 e faça percorrer uma corrente elétrica nele, logo ele passará a emitir luz.

*Situação-problema (20 minutos):* Levantar as questões 6, 7 e 8 durante a realização da experiência didática inicial. Após a realização do experimento, aplicar o pré-teste de maneira escrita.

*Revisão 1 (25 minutos). Segunda aula:* Como identificar um elemento químico pela luz que ele emite? Revisar conceitos do espectro eletromagnético, focar na fração visível do espectro. Mostrar que para cada comprimento de onda, nossos olhos distinguem como "cores".

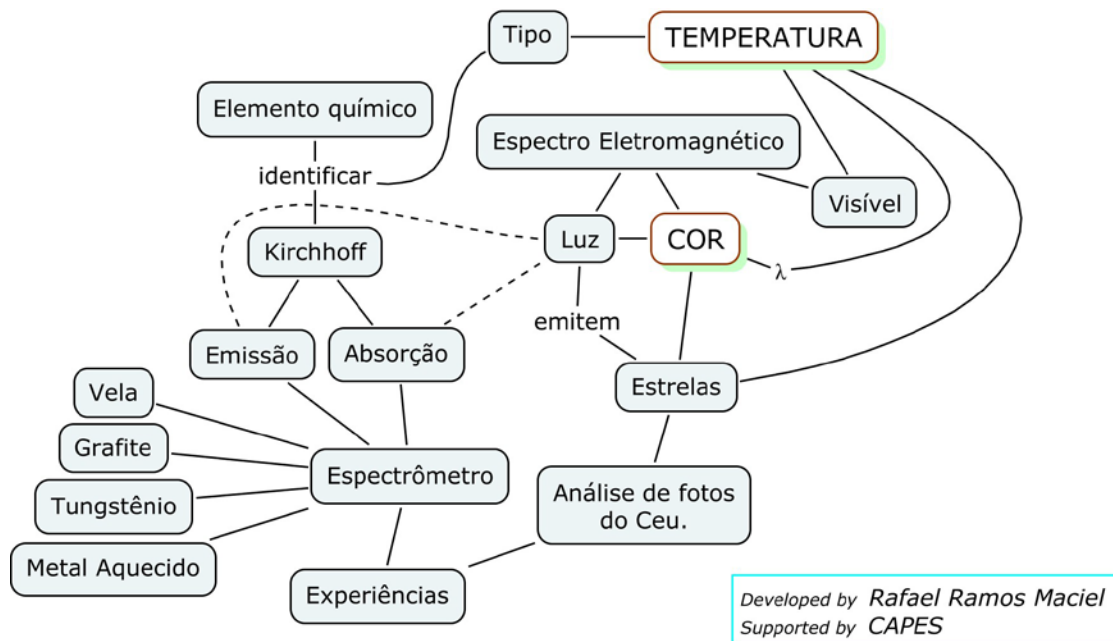
*O processo de ensino (20 minutos):* Realizar a observação de uma vela, uma lâmpada fluorescente e da luz proveniente de uma janela utilizando um espectrômetro caseiro (GARCIA; KALINOWSKI, 1994), (CAVALCANTE; TAVOLARO, 2002). Questionar, por que algumas fontes de luz apresentam linhas de emissão enquanto outras mostram um espectro contínuo.

*Nova situação problema em mais alto nível de complexidade (45 minutos). Terceira aula:* Podemos identificar os elementos químicos no céu somente de corpos que emitem luz própria, ou seja, estrelas? Apresentar as leis de Kirchhoff para a espectroscopia.

Fazer a seguinte atividade envolvendo o laboratório de informática (opcional):

- Distribuir imagens de constelações para os alunos nos computadores;
- Pedir que abram as imagens de maneira que se possa aplicar "zoom", uma aproximação de um ponto da imagem;
- Analisar a "cor" de cada estrela ao observá-la com o máximo de "zoom".

*Apresentação do esquema (15 minutos): Quarta aula:* Apresentar aos alunos o mapa conceitual da figura abaixo.



**Figura 25:** Mapa conceitual (MOREIRA, 2012a) sobre Efeito Doppler. Fonte: Construído pelo autor.

*Avaliação (25 minutos):* A avaliação deve ser tomada ao longo da aplicação da estratégia didática, tomando registro de tudo que possa ser considerado evidência de aprendizagem significativa do conteúdo estudado. O desempenho do aluno deve ser avaliado igualmente: durante as situações problema do processo, que são as anotações do professor e durante avaliação somativa final. Nem sempre o professor consegue tomar nota de todos os aspectos relevantes na discussão, por isso é importante o uso dos mapas conceituais como ferramenta de avaliação formativa. Pedir que façam um mapa conceitual sobre o tema abordado.

*Avaliação da UEPS (tempo indeterminado):* A avaliação pode ser considerada positiva quando há evidências de aprendizagem significativa, ou seja, que o aprendiz tenha capacidade de resolver novas situações problema, diferente das que já vivenciou isto ocorre quando seu conhecimento se torna transferível, diferenciável, não arbitrário e não literal. Uma comparação entre o pré-teste e o pós-teste, entre os mapas construídos durante as aulas, e os mapas construídos depois das aulas podem ser tipos de ferramenta úteis para avaliação da aprendizagem. Já para a verificação do êxito da UEPS recomenda-se realizar uma auto-avaliação por meio de grupo focal ou com questões conforme o Quadro 19 fica a critério do professor.

**Pré-teste para a UEPS C:**

1. Qual o único meio viável de se obter informação sobre as estrelas?
2. Você sabe através de quê os astrofísicos descobrem as características comotamanho, composição ou temperatura das estrelas?
3. Já viu o céu a noite em um local afastado da cidade?
4. Qual a cor das estrelas?
5. São todas da mesma cor?
6. Que cor emitiu o clipe de papel ao ser aquecido?
7. Se aquecêssemos mais, ele continuaria da mesma cor?
8. Será que as estrelas se comportam da mesma maneira?

**Quadro 17:**Pré-teste para a UEPS C. Fonte: construído pelo autor.

**Pós-teste para a UEPS C:**

1. Fazer um mapa conceitual sobre o tema estudado. O professor deve observar quais relações o aprendiz faz com os principais conceitos ensinados na aula.
2. Que tipo de informações se podem coletar através da luz?
3. É possível afirmar a temperatura de um objeto através da luz proveniente dele?
4. Uma estrela distante pode ter sua temperatura medida com poucos instrumentos daqui da escola mesmo? Se for possível, essa medida seria exata ou somente aproximada?

**Quadro 18:** Pós-teste para a UEPS C. Fonte: construído pelo autor.

**Avaliação da UEPS C:**

1. Como você avalia os encontros que tivemos para realizar estas atividades?
2. Como foi para você participar destas atividades?
3. Os conteúdos estudados são apropriados para o contexto?
4. O que poderia melhorar nestas atividades que desenvolvemos?
5. O que poderia melhorar nas aulas de Física?

**Quadro 19:** Avaliação da UEPS C. Fonte: construído pelo autor.

## 9. Apêndice D – Publicação em Resumo estendido da aplicação da UEPS A

### ESTUDO DA NOTAÇÃO CIENTÍFICA E ORDEM DE GRANDEZA UTILIZANDO UMA ESCALA DO SISTEMA SOLAR COMO ORGANIZADOR PRÉVIO.

Rafael Ramos Maciel<sup>22</sup>, Bernardo Walmott Borges<sup>23</sup>

Palavras-chave: UEPS. Aprendizagem Significativa. Ensino de Astronomia. Ensino de Física.

#### Introdução

Este trabalho relata aplicação de uma estratégia didática construída como uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS) (MOREIRA, 2011b), fundamentada na Aprendizagem Significativa de David Ausubel (AUSUBEL, 2003). Objetivou-se relacionar notação científica com uma escala de distâncias do Sistema Solar. A atividade proposta foi a construção de um modelo em escala compatível com o pátio escolar, expondo as distâncias dos principais corpos do Sistema Solar ao Sol (mais especificamente, os raios médios de suas órbitas) e relacioná-las às potências de base 10. Este trabalho é parte de uma dissertação de mestrado que tem por objetivo propor, aplicar e avaliar sequências didáticas em formato de UEPS, relacionando a Astronomia com temas de Física do ensino médio e levando em consideração o tempo de aplicação, os materiais e os ambientes utilizados, para que estas sejam estratégias viáveis, e que sirvam de material de apoio aos professores do ensino básico de nível médio.

Muitas vezes os professores se deparam com dificuldades apresentadas pelos alunos na aquisição e domínio de algum conceito ou ferramenta que, é em parte, fundamental para uma compreensão mais detalhada dos fenômenos que se pretendem ensinar. As potências de base 10 ou notações científicas surgem com maior intensidade no primeiro ano do ensino médio, e muitos alunos apresentam dificuldades em lidar com este tipo de representação numérica de grandezas físicas. Naissinger (2010) menciona que “as principais dificuldades dos alunos, quanto ao conteúdo Notação Científica, consistem na falta de habilidades não apenas na leitura e escrita de números muito grandes ou muito pequenos, mas também em representar os números usando a potenciação e suas propriedades” (p.18). Santos (2002) declara a seguinte conclusão com sua pesquisa: “parte dos alunos não tinha o conhecimento sobre o objeto de análise, motivado pela falta de sua aplicação, especificamente, no Ensino Fundamental e no Médio.” (p. 182). Podemos então propor situações de modo que o aprendiz possa aplicar estes conhecimentos, principalmente de maneira visual, relacionando o abstrato

---

<sup>22</sup> Aluno de pós-graduação da Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Araranguá. Email: rafaelturvo@gmail.com.

<sup>23</sup> Professor da Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Araranguá. Email: bernardowb@gmail.com.

ao concreto, o novo conhecimento ao já existente, aumentando o potencial de aprendizagem significativa.

Desde os primórdios da civilização, o ser humano tenta compreender e explicar os fenômenos celestes e aplicá-los em suas atividades. Seres divinos que se tornaram mitológicos foram criados para, de alguma maneira, explicar os fenômenos da natureza. De alguma forma, há um fascínio natural quando o assunto é Astronomia, iniciado pelas necessidades de nossos ancestrais e trazido até os dias de hoje. Diversos trabalhos na literatura constataam que nos tempos atuais este encantamento ancestral não foi reduzido ou sequer ofuscado, mesmo com o desenvolvimento tecnológico e tantos atrativos para os jovens (SARAIVA, 2004), (SILVA JR., 2015). Quando em sala de aula, surge um assunto relacionado, diversas perguntas são feitas, os alunos demonstram muito interesse e ouvem com atenção, corroborado este ponto de vista. De acordo com Ausubel, existem duas condições básicas para que a Aprendizagem Significativa ocorra: a primeira é a pré-disposição em aprender; e a segunda é que o material de ensino deve ser Potencialmente Significativo, ou seja, que possa ser relacionável com o que o aluno já sabe. Assim, acreditamos que podemos aproveitar esse fascínio pela Astronomia para o Ensino de Física. Utilizando uma atividade visual, buscamos indícios da Aprendizagem Significativa dos conceitos abordados ao relacioná-la com os conceitos já conhecidos pelos estudantes e os conceitos abstratos pretendidos. Estas conexões entre os conhecimentos prévios e os novos, quando são feitas através de esquema, imagem, mapa ou atividade, recebem a denominação de “Organizadores Prévios”.

## Desenvolvimento

Uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS) foi desenvolvida e seus aspectos sequenciais podem ser acessados através do endereço: <https://goo.gl/uYJjeHA>. Para aplicação dessa unidade, selecionamos uma turma do primeiro ano do ensino médio no período noturno, de uma escola pública estadual na cidade de Jacinto Machado – SC. Este público deve ser observado com atenção, pois o perfil do aluno que frequenta o ensino noturno é diferenciado do período diurno. São na maioria, alunos que já estão inseridos no mercado de trabalho, alguns com idade acima daquela de alunos regulares, ou seja, que alguma vez já desistiram e voltaram ou alunos que repetiram o ano. Nesse contexto diferenciado é um desafio ensinar, agravando a situação nos casos que o professor está sobrecarregado (TOGNI E CARVALHO, 2007).

O detalhamento da aula está no endereço eletrônico acima. Cada encontro consistiu de uma aula de 45 minutos. No primeiro encontro, foi construída uma tabela, juntamente com os alunos, com as informações dos valores médios dos raios das órbitas de alguns planetas e planetas anões do Sistema Solar (em quilômetros). O local escolhido foi um extenso corredor, e o marco inicial estava na porta da sala dos professores. Em seguida, após previamente ter mensurado um espaço escolhido no pátio escolar, os valores de distância para cada planeta e planeta anão foi escalonado para esta distância. Como Éris era o último astro da tabela, ele ficou em uma extremidade da linha reta. O Sol ficou em outra, totalizando 65 metros no nosso caso. Assim, à medida que fossem caminhando a partir do Sol, em direção a Éris, iam passando pelos planetas em ordem crescente de raio da sua órbita. Mas antes de construir a escala no pátio, os alunos realizaram um pré-teste. Com a tabela de distâncias (reais em quilômetros e na escala de 65 metros) eles deveriam desenhar em

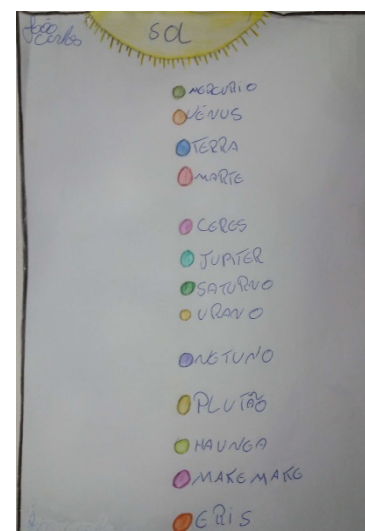


Figura 1: Primeiro esboço da escala do Sistema Solar feito por um aluno.

uma folha A4, partindo do Sol, os planetas e planetas anões, em escala de distância (e não de tamanho). A figura 1 ao lado mostra um dos desenhos feito por um estudante da turma. Dos vinte alunos que realizaram o teste, somente dois alunos apresentaram um maior distanciamento entre os objetos transnetunianos, evidenciando uma dificuldade em compreender números tão grandes.

Os alunos foram questionados se haveria um modo de melhor representar aquelas distâncias enormes, pois alguns relataram durante a atividade, que não compreendiam muito bem aquela quantidade de zeros em um mesmo número. No segundo encontro, marcamos na escala do pátio escolar, os planetas e planetas anões, iniciando pelo Sol, representada na figura 2. As marcações foram feitas pelos alunos, utilizando a escala construída em sala de aula e uma fita métrica. Os nomes dos planetas e planetas anões foram escritos no chão, com autorização da direção do colégio, nas respectivas distâncias correspondentes, ver figura 3. Após uma caminhada do início da escala até a marcação de Éris, os alunos puderam perceber o quão distante está este planeta anão quando comparado à marcação da Terra, que ficava a menos de um metro nesta escala.



Figura 2: Início da escala do Sistema Solar com o Sol na porta da sala dos professores.

Figura 3: Marcação dos planetas e planetas anões na escala de 65 metros.

O terceiro encontro iniciou resgatando a questão dos números imensamente grandes: como expressá-los de maneira sintética? Uma discussão foi levantada na aula, e alguns alunos recordavam vagamente as noções de notação científica que tiveram no ano anterior. Juntamente com a aula expositiva, os aprendizes realizaram algumas atividades (exercícios) com notação científica. Uma delas era reescrever as distâncias reais (em quilômetros) na notação científica.

No quarto encontro, depois de sanadas as dúvidas das atividades anteriores, informamos que em Janeiro de 2016, astrônomos propuseram a existência de um nono planeta do Sistema Solar, com raio médio da órbita 200 vezes maior que o terrestre. Onde estaria este novo planeta na nossa escala do pátio escolar? Uma nova atividade foi proposta, em encontrar a distância correspondente na nossa escala para a distância do planeta encontrado, em notação científica. Uma tabela de prefixos de potência de base dez foi apresentada, fazendo relação com a vida cotidiana, como por exemplo, o “kilo”, que usamos como prefixo do grama na medida de massa ou do metro na distância entre cidades.

Finalizando a abordagem, um quinto encontro se fez necessário. Neste, os alunos construíram um mapa conceitual, com os conceitos que eles consideravam mais importantes citados nas aulas, e quais relações poderiam ser estabelecidas entre o que foi estudado em sala e a escala construída.

## Considerações finais

A avaliação deve ser tomada ao longo da aplicação da estratégia didática, tomando nota de tudo que possa servir como indício de aprendizagem significativa. Os alunos fizeram novamente um esboço do Sistema Solar, que deveria estar em escala de distância do raio orbital, e um mapa conceitual final. A análise dos esboços mostrou que muitos alunos mesmo após a construção da escala no tamanho de 65 metros, não conseguiram expressar a escala na folha A4. Dos 20 alunos envolvidos, 4 apresentaram muito bem a proximidade dos objetos com orbitas menores que Netuno, e a grande distância entre os objetos com órbitas maiores que Netuno, e o restante dos alunos apresentou somente uma leve proximidade entre os primeiros planetas. Um aluno comentou não conseguir imaginar como expressar aquela escala de distância, que estava em metros (na nossa escala, e em quilômetros na escala real), se a folha só pode ser medida com uma régua de 30 cm. Uma sugestão para esta dificuldade é fazer uma explanação breve sobre conversão de escalas e proporções (o que irá tomar um pouco mais de tempo).

Os mapas conceituais, em sua grande maioria, apresentaram uma característica marcante e persistente que tentamos evitar no ensino: a memorização de fatos e dados ou aprendizagem mecânica. Todos os mapas apresentaram os mesmos dados da tabela com os nomes dos planetas e as distâncias. Por outro lado, cerca de metade da turma apresentou a ideia de que a notação científica tem o papel de simplificar e esclarecer números muito grandes (ou muito pequenos), e de alguma forma relacionaram isto com seu cotidiano.

A busca, o propósito deste tipo de estratégia didática é constatar evolução conceitual por parte dos alunos, mesmo que seja sutil, como observado em nosso trabalho. A metodologia adotada foi bem aceita pelos alunos, que apesar de cansados e geralmente desinteressados, participaram ativamente. Já consideramos esta uma estratégia exitosa tão somente por despertar o interesse destes alunos. A pré-disposição, conforme Ausubel é uma condição necessária para que a aprendizagem significativa ocorra.

## Referências

- AUSUBEL, David P. **Aquisição e retenção de conhecimentos: uma perspectiva cognitiva**. Lisboa: Plátano, v. 1, 2003.
- CANALLE, J. B. G.; OLIVEIRA, I. A. G. de. Demonstre em aula-comparação entre os tamanhos dos planetas e do sol. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), v. 11, n. 2, p. 141–144, 1994.
- MÁXIMO, A.; ALVARENGA, B. **Curso de física**. São Paulo: Scipione, v. 2, 2000.
- MOREIRA, M. A. **Aprendizagem significativa: a teoria de aprendizagem de David Ausubel**. 2. ed. São Paulo: Centauro Editora, 2006.
- MOREIRA, M. A. Unidades de enseñanza potencialmente significativas–ueps. **Aprendizagem Significativa em Revista/Meaningful Learning Review**, v. 1, n. 2, p. 43–63, 2011b.
- MOREIRA, Marco Antonio. O que é afinal aprendizagem significativa. **Qurrriculum**, n. 25, p. 29-56, 2012.
- NAISSINGER, Marli Almeida. Notação Científica: uma abordagem contextualizada. 2010. Disponível em <<http://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/31581>>. Acesso em 21 de jun. 2016.



SANTOS, Ailton Martins dos. Mensuração, Algarismos Significativos e Notação Científica: um estudo diagnóstico do processo Ensino-Aprendizagem, considerando o cálculo e a precisão de medidas. 2002. 2010. Tese de Doutorado. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática)–Pontifícia Universidade Católica, São Paulo, 2002. Disponível em: [http://www.pucsp.br/pos/edmat/ma/SANTOS\\_ailton\\_martins.html](http://www.pucsp.br/pos/edmat/ma/SANTOS_ailton_martins.html). Acesso em 10 de jul. 2016.

SILVA JR, Romualdo S. Um estudo de caso acerca do Ensino de Astronomia com foco na Aprendizagem Significativa. **Latin-AmericanJournalofPhysicsEducation**, v. 9, n. 2, p. 8, 2015.

SARAIVA, Maria de Fátima Oliveira. **Astronomia & Astrofísica**. Editora Livraria da Física, 2004.

TOGNI, Ana Cecília; CARVALHO, Marie Jane Soares. A escola noturna de ensino médio no Brasil. **Revista Iberoamericana de educación**, n. 44, p. 61-76, 2007.

## Bibliografia

- AUSUBEL, D. **Aquisição e retenção de conhecimentos: Uma perspectiva cognitiva.** [S.l.]: Plátano, 2003.
- BARDIN, L. **Análise de conteúdo.** 3ª. ed. Lisboa: Edições, v. 70, 2004.
- BRASIL. Lei de Diretrizes e B. Lei nº 9.394/96, 20 dezembro 1996.
- BRASIL. Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais - Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias, 2002.
- BRITO, P. E. D. **Reflexões do Ensino de Astronomia segundo os PCN e as Diretrizes Curriculares da Secretaria de Educação do Distrito Federal em Planaltina DF.** VIII ENPEC. Campinas: UFRJ. 2011. p. 12.
- CANALLE, J. B. G. Demonstre em aula-comparação entre os tamanhos dos planetas e do sol. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, p. 141-144, 1994.
- CAVALCANTE, M. A.; TAVOLARO, C.. Uma caixinha para estudos de Espectro. **Física na Escola**, p. 40-42, 2002.
- CAVALCANTE, M. A.; TAVOLARO, C. R. C.; HAAG, R. Experiências em Física Moderna. **Física na Escola**, v. 6, p. 75-82, 2005.
- DIAS, M. A. **Medindo a Velocidade de um Fórmula 1 com o Efeito Doppler.** XVIII Simpósio Nacional de Ensino de Física. [S.l.]: Universidade Federal do Rio de Janeiro. 2009. p. 6.
- FOUREZ, G. **CRISE NO ENSINO DE CIÊNCIAS? Investigações em Ensino de Ciências**, 2003. 109-123.
- GARCIA, N. M. D.; KALINOWSKI, H. J. Um espectroscópio simples para uso individual. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, v. 11, p. 134-140, Ago. 1994.
- GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa.** 4º. ed. São Paulo: Atlas, 2002.
- LANGHI, R.; PEDROZO JUNIOR, V. ; MARTINS, K. C. O. À PROCURA DE CARACTERÍSTICAS DE AÇÕES NACIONAIS PARA A EDUCAÇÃO EM ASTRONOMIA. **II Simpósio Nacional de Educação em Astronomia – II SNEA**, São Paulo, SP, 2012. 182-190.
- LUDKE, E. et al. Velocidade do som no ar e efeito Doppler em um único experimento. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 34, 2012.
- MACEDO, M. A. P.; RODRIGUES, M. A. O tamanho dos planetas, de plutão e do Sol e as distâncias entre estes: compreensão dos alunos e oficina pedagógica de baixo custo para trabalhar esta temática. **Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia**, n. 19, p. 23-42, 2015.
- MARRANGHELLO, G. F.; BORGES, D. P. Utilizando a câmera fotográfica digital como ferramenta para distinguir as cores das estrelas. **A Física na Escola**, São Paulo, v. 12, p. 20-26, Maio 2011.
- MEES, A. A. ASTRONOMIA: Motivação para o ensino de Física na 8ª série. **Universidade Federal do Rio Grande do Sul**, Porto Alegre, 2004.
- MOREIRA, M. A. **Aprendizagem Significativa: a teoria de David Ausubel.** São Paulo: Centauro, 2001.
- MOREIRA, M. A. **A teoria da Aprendizagem Significativa.** Brasília: Editora Universidade de Brasília, 2006.
- MOREIRA, M. A. Diagramas V e Aprendizagem Significativa. **Revista Chilena de Educación Científica**, v. 6, p. 3-12, 2007.
- MOREIRA, M. A. **Aprendizagem Significativa: a teoria e textos complementares.** São Paulo: Livraria da Física, 2011.
- MOREIRA, M. A. Unidades de Enseñanza Potencialmente Significativas - UEPS. **Aprendizagem Significativa em revista**, Porto Alegre, p. 43-63, 2011.

- MOREIRA, M. A. Mapas Conceituais e Aprendizagem Significativa (Concept maps and meaningful learning). **Aprendizagem Significativa, Organizadores Prévios, Mapas Conceituais, Diagramas V e Unidades e Ensino Potencialmente Significativas**, 2012. 41.
- MOREIRA, M. A. O que é afinal Aprendizagem Significativa. **Curriculum**, 2012. 29-56.
- NEVES, J. L. Pesquisa qualitativa - características, usos e possibilidades. **Caderno de Pesquisas em Administração**, São Paulo, 1996. 1-5.
- NOVAK, J. D.; CAÑAS, A.. a teoria subjacente aos mapas conceituais e como elaborá-los e usá-lo. **Práxis Educativa**, Ponta Grossa, v. 5, p. 9-29, 2010.
- SCHIEL, D.; SATO, ; SARTORI, J.. Demonstração do Efeito Doppler. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 8, p. 79-83, 1991.
- SILVA, C. C. D. et al. Construção de um Vê de Gowin para análises de produções acadêmicas de Enfermagem. **Revista da Escola de Enfermagem da USP**, São Paulo, v. 47, 2013.
- SILVEIRA, F. P. R. D. A.; SOUSA, C. M. S. G. D.; MOREIRA, M. A. Uma avaliação diagnóstica para o ensino da Astronomia. **Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia**, v. 11, p. 45-62, 2011.
- SOLER, D. R.; LEITE, C. **IMPORTÂNCIA E JUSTIFICATIVAS PARA O ENSINO DE ASTRONOMIA: UM OLHAR PARA AS PESQUISAS DA ÁREA**. II Simpósio Nacional de Educação em Astronomia. São Paulo: [s.n.]. 2012. p. 10.
- UFSC, S. -. Páginas UFSC. **Páginas@UFSC**, 2010. Disponível em: <<http://paginas.ufsc.br/>>. Acesso em: 17 ago. 2016.