



INSTITUTO FEDERAL DE
EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
FLUMINENSE



Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física
Sociedade Brasileira de Física
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense

Rafaella Cruz Ferreira

**LUZ NA IDENTIFICAÇÃO DE ELEMENTOS QUÍMICOS: UNIDADE DE ENSINO
POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVA (UEPS) INTERDISCIPLINAR PARA
EDUCAÇÃO DE JOVENS E ADULTOS (EJA)**

Campos dos Goytacazes/RJ

2019, 1



Rafaella Cruz Ferreira

**LUZ NA IDENTIFICAÇÃO DE ELEMENTOS QUÍMICOS: UNIDADE DE ENSINO
POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVA (UEPS) INTERDISCIPLINAR PARA
EDUCAÇÃO DE JOVENS E ADULTOS (EJA)**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense, 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: Prof. Dr. Wander Gomes Ney

Campos dos Goytacazes/RJ

2019, 1

Biblioteca Anton Dakitsch
CIP - Catalogação na Publicação

F3831 Ferreira, Rafaella Cruz
Luz na identificação de elementos químicos: Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS) interdisciplinar para Educação de Jovens e Adultos (EJA) / Rafaella Cruz Ferreira - 2019.
453 f.: il. color.

Orientador: Wander Gomes Ney

Dissertação (mestrado) -- Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense, Campus Campos Centro, Curso de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, Campos dos Goytacazes, RJ, 2019.
Referências: f. 211 a 220.

1. Unidade de Ensino Potencialmente Significativa. 2. Aprendizagem Significativa. 3. Educação de Jovens e Adultos. 4. Interdisciplinaridade. 5. Espectroscopia. I. Gomes Ney, Wander, orient. II. Título.

Elaborada pelo Sistema de Geração Automática de Ficha Catalográfica da Biblioteca Anton Dakitsch do IFF com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

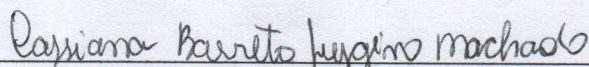
LUZ NA IDENTIFICAÇÃO DE ELEMENTOS QUÍMICOS: UNIDADE DE ENSINO
POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVA (UEPS) INTERDISCIPLINAR PARA
EDUCAÇÃO DE JOVENS E ADULTOS (EJA)

Rafaella Cruz Ferreira

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense, 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.

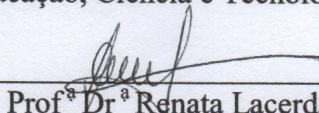
Aprovado em 05 de abril de 2019

Banca Examinadora:

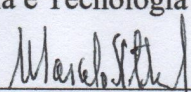


Prof^a Dr^a Cassiana Barreto Hygino Machado

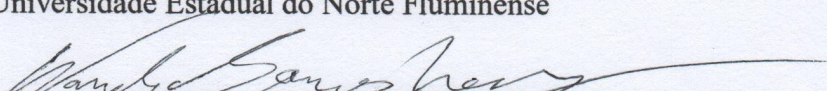
Doutora em Ciências Naturais – Universidade Estadual do Norte Fluminense
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense *Campus* Campos-Centro


Prof^a Dr^a Renata Lacerda Caldas Martins

Doutora em Ciências Naturais – Universidade Estadual do Norte Fluminense
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense *Campus* Campos-Centro


Prof. Dr. Marcelo Silva Sthel

Doutor em Física – Universidade Estadual de Campinas
Universidade Estadual do Norte Fluminense


Prof. Dr. Wander Gomes Ney

Doutor em Física – Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas
Orientador e Presidente da Banca Examinadora
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense *Campus* Campos-Centro

Campos dos Goytacazes/RJ

2019, 1

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho a todos que se encantam pelo misterioso e instigante mundo da Física e ao meu saudoso pai.

AGRADECIMENTOS

A Deus pelo dom da vida, pela fé e perseverança para vencer os obstáculos.

À minha mãe e ao meu pai (apesar de não estar mais entre nós), pela orientação, dedicação e incentivo durante toda minha vida.

Ao meu irmão Arthur pela parceria e por sempre estar disposto a ajudar no que for necessário.

Ao meu companheiro de todas as horas, por todo auxílio e pela paciência: Michel Leal.

Aos meus tios Rosane e Sílvio pelo incentivo e por estarem sempre comigo nesta árdua caminhada.

Ao Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF) e ao Instituto Federal Fluminense (IF Fluminense) por contribuírem diretamente para o meu desenvolvimento acadêmico.

Aos professores Renata Caldas, Pierre Schwartz, Cristine Nunes e Cassiana Hygino por terem me dado condições e suporte para que eu conseguisse finalizar o curso. Agradeço especialmente ao professor Wander Gomes Ney pelo apoio, pela confiança depositada e por ter auxiliado enormemente para a realização desta pesquisa.

A todos os meus amigos que me incentivaram e não me deixaram desistir dos meus sonhos, em especial aos alunos da turma MNPEF 2017/1 (Priscila, Jackson, Leomir, Thiago, Elisa, Gedmar, Adriana, Davson e Janaína), à Anna Laura Azevedo de Freitas e à Taisa da Conceição Lima Mota.

À Capes (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) pelo apoio financeiro.

Enfim, sou grata a todos que contribuíram de forma direta ou indireta para realização deste trabalho.

RESUMO

LUZ NA IDENTIFICAÇÃO DE ELEMENTOS QUÍMICOS: UNIDADE DE ENSINO POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVA (UEPS) INTERDISCIPLINAR PARA EDUCAÇÃO DE JOVENS E ADULTOS (EJA)

Rafaella Cruz Ferreira

Orientador: Prof. Dr. Wander Gomes Ney

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense, no Curso de Mestrado Nacional Profissional de Ensino de Física (MNPEF), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

O presente trabalho teve por objetivo investigar a potencialidade de uma sequência didática, ancorada em uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS), com enfoque interdisciplinar, para a promoção da aprendizagem significativa de conceitos relativos à espectroscopia em nível médio na modalidade de Educação de Jovens e Adultos (EJA). Os fundamentos teóricos sustentam-se na Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS) de David Ausubel e nas contribuições de Joseph Novak para reforçar esta teoria. No que se refere à metodologia de pesquisa, a investigação possui viés qualitativo, de natureza descritiva do tipo estudo de caso. Como resultado da pesquisa foi desenvolvido um produto educacional contendo oito etapas investigativas. A aplicação da sequência didática foi efetuada em uma turma de nível médio da modalidade EJA em uma escola da rede pública de ensino, localizada no município de Campos dos Goytacazes/RJ. Para a verificação de indícios de uma aprendizagem significativa foram utilizados recursos, tais como mapa conceitual, experimentos, simulações computacionais e estudo de caso interdisciplinar. A partir da análise dos resultados, pode-se inferir que a UEPS foi considerada exitosa, apresentando resultados positivos e destacando evidências que apontam para a ocorrência da aprendizagem significativa.

Palavras-chave: Unidade de Ensino Potencialmente Significativa. Aprendizagem Significativa. Educação de Jovens e Adultos. Interdisciplinaridade. Espectroscopia.

ABSTRACT

LIGHT IN THE IDENTIFICATION OF CHEMICAL ELEMENTS:
POTENTIALLY MEANINGFUL TEACHING UNITS (PMTU) INTERDISCIPLINARY
FOR YOUTH AND ADULT EDUCATION (EJA)

Rafaella Cruz Ferreira

Orientador: Prof. Dr. Wander Gomes Ney

Masters dissertation presented to the Program of Graduate Studies at the Federal Institute of Education, Science and Technology Fluminense, in the National Master Course of Physics Teaching (MNPEF), as part of the requirements for obtaining the Master's degree in Physical Education.

The objective of this work was to investigate the potential of a didactic sequence, anchored in a Potentially Meaningful Teaching Units (PMTU), with an interdisciplinary approach, to promote the meaningful learning of concepts related to the mid level spectroscopy in the modality of Youth Education and Adults (EJA). The theoretical foundations are based on David Ausubel's Significant Learning Theory (TAS) and the contributions of Joseph Novak to reinforce this theory. Regarding the research methodology, the research has a qualitative bias, of a descriptive nature of the case study type. As a result of the research an educational product was developed containing eight investigative steps. The application of the didactic sequence was carried out in a middle level class of the EJA modality in a school of the public school, located in the municipality of Campos dos Goytacazes/RJ. For the verification of signs of a significant learning, resources were used, such as conceptual mapping, experiments, computational simulations and interdisciplinary case study. From the analysis of the results, it can be inferred that the PMTU was considered successful, presenting positive results and highlighting evidences that point to the occurrence of significant learning.

Keywords: Potentially Meaningful Teaching Units. Meaningful Learning. Youth and Adult Education. Interdisciplinarity. Spectroscopy.

Campos dos Goytacazes/RJ

2019, 1

LISTAS DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Processo de assimilação de uma nova informação.....	21
Figura 2 - Visão esquemática do contínuo aprendizagem significativa-aprendizagem mecânica e da zona “cinza”.....	23
Figura 3 - Representação esquemática para a diferenciação progressiva e reconciliação integradora.....	26
Figura 4 - Mapa conceitual da Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel.....	27
Figura 5 - Modelo hierárquico de um mapa conceitual.....	29
Figura 6 - Representação de uma onda eletromagnética.....	40
Figura 7 - Representação esquemática do espectro eletromagnético.....	41
Figura 8 - Newton e seus estudos sobre a decomposição da luz branca.....	42
Figura 9 - Desvio das cores que compõe a luz branca.....	43
Figura 10 - Primeira página do artigo de Newton publicado na Revista Philosophical Transactions em 1672.....	43
Figura 11 - Aparato utilizado por Herschel.....	45
Figura 12 - Linhas escuras no espectro solar observadas por Fraunhofer.....	45
Figura 13 - Diferença entre o espectro contínuo e o espectro discreto obtido de materiais incandescentes.....	46
Figura 14 - Espectroscópio de Kirchhoff e Bunsen.....	47
Figura 15 - Espectro de emissão (acima) e espectro de absorção (abaixo) do sódio.....	47
Figura 16 - Espectro de emissão do hidrogênio atômico.....	49
Figura 17 - Órbita circular no átomo de um único elétron.....	52
Figura 18 - Sessão Saiba Mais do Material do Aluno da EJA que aborda o espectro eletromagnético.....	58
Figura 19 - Colégio Estadual Benta Pereira.....	61
Figura 20 - Grade de disciplinas do EJA e distribuição da carga horária semanal e total.....	63
Figura 21 - Esquema das etapas cronológicas da análise de conteúdo.....	65
Figura 22 - <i>Link</i> e QR Code para acessar os <i>slides</i> da primeira etapa investigativa.....	72
Figura 23 - Campo para identificação do aluno na ficha gabarito.....	72
Figura 24 - Sequência norteadora para um estudo de caso.....	74
Figura 25 - Representação esquemática das características de um bom caso.....	75
Figura 26 - Características presentes no estudo de caso na perspectiva de Herreid (1998).....	76
Figura 27 - Vídeo sobre o Sol da série ABC da Astronomia.....	78
Figura 28 - <i>Link</i> e QR Code para acessar os <i>slides</i> da terceira etapa investigativa.....	78
Figura 29 - Página inicial do endereço eletrônico do <i>Plickers</i>	79
Figura 30 - Vídeo sobre espectro eletromagnético.....	80
Figura 31 - <i>Link</i> e QR Code para acessar os <i>slides</i> da quarta etapa investigativa.....	80
Figura 32 - Simulação interativa do <i>PhET</i> sobre radiação de corpo negro.....	83
Figura 33 - <i>Link</i> e QR Code para acessar os <i>slides</i> da sexta etapa investigativa.....	85
Figura 34 - Espectroscópios feitos de cano PVC fornecidos pela Sociedade Brasileira de Física (SBF).....	86
Figura 35 - <i>Link</i> e QR Code para acessar os <i>slides</i> da sétima etapa investigativa.....	87
Figura 36 - Página inicial da ferramenta Google Forms ou Google Formulários.....	89
Figura 37 - Faixa etária dos discentes.....	91
Figura 38 - Estado civil dos alunos.....	91
Figura 39 - Carga horária diária de trabalho dos alunos.....	92
Figura 40 - Quantidade de pessoas que residem com os discentes.....	93
Figura 41 - Alunos que possuem ou não filhos.....	93

Figura 42 - Quantidade de filhos que os discentes possuem.....	94
Figura 43 - Faixa de renda familiar mensal dos alunos.....	94
Figura 44 - Alunos que possuem ou não aparelho celular.....	95
Figura 45 - Conta em redes sociais e utilização do <i>Whatsapp</i> pelos alunos.....	95
Figura 46 - Computador com acesso à <i>internet</i> em casa.....	96
Figura 47 - Quantidade de horas diárias reservada aos estudos.....	97
Figura 48 - Necessidade de interrupção dos estudos por algum período de tempo.....	97
Figura 49 - Período de tempo que os discentes ficaram afastados dos estudos.....	98
Figura 50 - Principais motivos para o afastamento do ambiente escolar.....	99
Figura 51 - Índice de reprovação dos discentes.....	100
Figura 52 - Principais motivos para retomada aos estudos na modalidade EJA de ensino...	101
Figura 53 - Pretensão de dar continuidade aos estudos após a conclusão do nível médio na modalidade EJA de ensino.....	102
Figura 54 - Modalidades de ensino pretendidas pelos discentes.....	102
Figura 55 - Pretensão de realização do ENEM.....	103
Figura 56 - Apresentação do questionário inicial aos alunos.....	105
Figura 57 - Ficha gabarito individual.....	105
Figura 58 - Alunos registrando sua resposta na ficha gabarito individual.....	106
Figura 59 - Respostas dos alunos à segunda pergunta do questionário.....	109
Figura 60 - Exemplo de associação entre a imagem e o elemento químico presente em sua composição.....	110
Figura 61 - Imagens relacionadas ao cotidiano.....	110
Figura 62 - Imagem ilustrativa de uma pessoa com bócio.....	115
Figura 63 - Distância entre o C. E. Benta Pereira e a Ponte de Ferro.....	120
Figura 64 - Respostas dos alunos à quarta pergunta do questionário.....	123
Figura 65 - Respostas dos alunos à sexta pergunta do questionário.....	126
Figura 66 - Respostas dos alunos à sétima pergunta do questionário.....	126
Figura 67 - Respostas dos alunos à oitava pergunta do questionário.....	127
Figura 68 - Respostas dos alunos à nona pergunta do questionário.....	128
Figura 69 - Respostas dos alunos à décima pergunta do questionário.....	129
Figura 70 - Respostas dos alunos à décima primeira pergunta do questionário.....	130
Figura 71 - Respostas dos alunos à décima segunda pergunta do questionário.....	131
Figura 72 - Exemplo sobre o fenômeno da reflexão.....	132
Figura 73 - Respostas dos alunos à décima terceira pergunta do questionário.....	133
Figura 74 - Respostas dos alunos à décima quarta pergunta do questionário.....	134
Figura 75 - Discussão dos alunos sobre as situações-problema propostas no estudo de caso.....	136
Figura 76 - “Sessão Pipoca” com vídeo sobre o Sol.....	139
Figura 77 - Apresentação dos conteúdos introdutórios pela docente/pesquisadora.....	140
Figura 78 - Realização da atividade experimental <i>Enxergando o invisível</i>	141
Figura 79 - Alunos com seus respectivos cartões individuais do aplicativo <i>online Plickers</i>	141
Figura 80 - Exemplo de um cartão posicionado para a escolha da alternativa b.....	142
Figura 81 - Porcentagem individual de acertos dos estudantes.....	143
Figura 82 - Porcentagem de acertos de cada questão.....	144
Figura 83 - Vídeo sobre espectro eletromagnético da “Sessão Pipoca”.....	146
Figura 84 - Confecção do Disco de Newton pelos discentes.....	147
Figura 85 - Gráfico da intensidade da radiação eletromagnética emitida em função do comprimento de onda a uma dada temperatura.....	148
Figura 86 - Atividades propostas sobre a lei de deslocamento de Wien e a lei de Stefan.....	149

Figura 87 - Respostas dadas pelos grupos nas atividades propostas da sessão <i>Agora é sua vez!</i>	150
Figura 88 - Mapa de referência elaborado pela professora/pesquisadora.	153
Figura 89 - Mapa conceitual cooperativo elaborado pela turma 402 EJA.	154
Figura 90 - Borrifadores contendo soluções utilizadas para realização do experimento.	156
Figura 91 - Coloração da chama ao ser borrifada com as soluções.....	157
Figura 92 - Respostas da primeira questão do roteiro experimental.	159
Figura 93 - <i>Print screen</i> da atividade <i>Hora da revisão!</i>	162
Figura 94 - Simulação <i>PhET</i> sendo apresentada aos alunos.	162
Figura 95 - Interação dos alunos com a simulação do <i>software PhET</i>	163
Figura 96 - Análise da composição química das estrelas pelos discentes.	167
Figura 97 - Observação do espectro de diferentes fontes de luz pelos discentes.	168
Figura 98 - Introdução à dinâmica tempestade de ideias com o tema cozinha.	171
Figura 99 - Mapa conceitual elaborado a partir da tempestade de ideias com o tema cozinha.	171
Figura 100 - Tempestade de ideias com o tema luz na identificação de elementos químicos.	172
Figura 101 - Confeção do mapa conceitual cooperativo pelos estudantes.	173
Figura 102 - Mapa conceitual cooperativo elaborado pela turma 402 EJA.	174
Figura 103 - Confraternização de encerramento com a turma 402 EJA.	176
Figura 104 - <i>Print screen</i> da página inicial do <i>Google Forms</i> com o Simulado 402 EJA....	177
Figura 105 - Respostas da primeira questão do Simulado 402 EJA.....	178
Figura 106 - Respostas da segunda questão do Simulado 402 EJA.....	179
Figura 107 - Respostas da terceira questão do Simulado 402 EJA.	180
Figura 108 - Respostas da quarta questão do Simulado 402 EJA.	181
Figura 109 - Respostas da quinta questão do Simulado 402 EJA.	182
Figura 110 - Respostas da sexta questão do Simulado 402 EJA.....	184
Figura 111 - Respostas da sétima questão do Simulado 402 EJA.....	185
Figura 112 - Respostas da oitava questão do Simulado 402 EJA.	186
Figura 113 - Respostas da nona questão do Simulado 402 EJA.	187
Figura 114 - Respostas da décima questão do Simulado 402 EJA.....	188
Figura 115 - Respostas da décima primeira questão do Simulado 402 EJA.....	189
Figura 116 - Respostas da décima segunda questão do Simulado 402 EJA.	190
Figura 117 - Respostas da décima terceira questão do Simulado 402 EJA.....	191
Figura 118 - Respostas da décima quarta questão do Simulado 402 EJA.	192
Figura 119 - Respostas da décima quinta questão do Simulado 402 EJA.	193
Figura 120 - <i>Print screen</i> da página inicial do <i>Google Forms</i> com a avaliação da UEPS....	193
Figura 121 - Opinião dos alunos sobre o tema luz na identificação de elementos químicos.	194
Figura 122 - Opinião dos alunos sobre os encontros realizados.	194
Figura 123 - Comentários dos alunos sobre a relação entre as atividades realizadas e as aulas dadas com o cotidiano.	195
Figura 124 - Opinião dos alunos sobre a retomada aos conteúdos já abordados.	196
Figura 125 - Opinião dos alunos com relação ao estudo de caso Descobrimos os “ingredientes” que compõe o Sol.	196
Figura 126 - Opinião dos alunos com relação ao experimento Enxergando o invisível.	197
Figura 127 - Opinião dos alunos com relação ao questionário com utilização do aplicativo <i>online Plickers</i>	197
Figura 128 - Opinião dos alunos com relação ao experimento disco de Newton.	197

Figura 129 - Opinião dos alunos com relação aos exercícios sobre a lei de Stefan e a lei de deslocamento de Wien.....	198
Figura 130 - Opinião dos alunos com relação ao experimento teste da chama.....	198
Figura 131 - Opinião dos alunos com relação à simulação do <i>PhET</i> da sessão Hora da revisão!.....	198
Figura 132 - Opinião dos alunos com relação à atividade Escrito nas estrelas.....	199
Figura 133 - Opinião dos alunos com relação à observação dos espectros das lâmpadas. ...	199
Figura 134 - Opinião dos alunos com relação ao mapa conceitual.....	199
Figura 135 - Atividades que na opinião dos alunos mais os auxiliaram em seu aprendizado.	200
Figura 136 - Opinião dos alunos sobre os conteúdos aprendidos.	201
Figura 137 - Opinião dos alunos sobre a maneira como as atividades foram realizadas.	202
Figura 138 - Compreensão do conceito de onda e principais características das ondas pelos alunos.....	203
Figura 139 - Compreensão sobre ondas mecânicas e eletromagnéticas pelos alunos.....	203
Figura 140 - Compreensão do espectro eletromagnético e sua divisão pelos alunos.....	203
Figura 141 - Compreensão sobre luz visível, cores e o fenômeno da reflexão pelos alunos.....	204
Figura 142 - Compreensão da relação entre cor e temperatura pelos alunos.	204
Figura 143 - Compreensão das curvas espectrais da radiação térmica pelos alunos.....	204
Figura 144 - Compreensão da lei do deslocamento de Wien pelos alunos.	205
Figura 145 - Compreensão da lei de Stefan pelos alunos.....	205
Figura 146 - Compreensão dos espectros atômicos e da diferença entre espectros de emissão e de absorção pelos alunos.....	205
Figura 147 - Compreensão do modelo atômico de Niels Bohr pelos alunos.	206
Figura 148 - Sugestões/comentários dos alunos sobre as aulas e as atividades desenvolvidas no bimestre.	207

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Séries do hidrogênio.....	50
Tabela 2 - Composição da atmosfera (altitude de 0 a 25 km).....	116

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Princípios norteadores para confecção de uma UEPS.	30
Quadro 2 - Atribuição de pontos para mapas conceituais conforme critérios classificatórios de Novak e Gowin (1996, p. 53).	67
Quadro 3 - Etapas investigativas da UEPS e seus respectivos objetivos e duração.....	70
Quadro 4 - Categorização das US recortadas na análise das respostas dos alunos da primeira questão e respectivos exemplos.....	108
Quadro 5 - Composição química do Sol apresentada pelos discentes.	111
Quadro 6 - Composição química de uma panela apresentada pelos discentes.....	112
Quadro 7 - Composição química de uma banana apresentada pelos discentes.....	112
Quadro 8 - Composição química do creme dental apresentada pelos discentes.	113
Quadro 9 - Composição de um fio apresentada pelos discentes.	114
Quadro 10 - Composição química do sal apresentada pelos discentes.	114
Quadro 11 - Composição química do ar apresentada pelos discentes.....	116
Quadro 12 - Composição química da pilha apresentada pelos discentes.	117
Quadro 13 - Composição química de material radioativo apresentada pelos discentes.	117
Quadro 14 - Composição química de um termômetro apresentada pelos discentes.	118
Quadro 15 - Composição química de um anel apresentada pelos discentes.	119
Quadro 16 - Composição química de uma ponte apresentada pelos discentes.	119
Quadro 17 - Composição química de uma coroa apresentada pelos discentes.	121
Quadro 18 - Composição química da água apresentada pelos discentes.	121
Quadro 19 - Composição química do ovo apresentada pelos discentes.....	122
Quadro 20 - Categorização das US recortadas na análise das respostas dos alunos da quinta questão e respectivos exemplos.....	124
Quadro 21 - Categorização das US recortadas da primeira situação-problema proposta no estudo de caso.	137
Quadro 22 - Categorização das US recortadas da segunda situação-problema proposta no estudo de caso.....	138
Quadro 23 - Categorização das US recortadas das novas respostas à primeira situação-problema proposta no estudo de caso.	151
Quadro 24 - Categorização das US recortadas das novas respostas à segunda situação-problema proposta no estudo de caso.	151
Quadro 25 - Pontuação do mapa de referência.	153
Quadro 26 - Pontuação do mapa conceitual cooperativo elaborado pela turma.	155
Quadro 27 - Relação entre soluções utilizadas e coloração da chama.	158
Quadro 28 - Categorização das US recortadas da segunda questão do roteiro experimental avaliativo.	160

LISTA DE SIGLAS

ABP – Aprendizagem Baseada em Problemas
BDTD – Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações
CAPES – Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
CEB – Câmara de Educação Básica
CECIERJ – Centro de Educação a Distância do Estado do Rio de Janeiro
CNE – Conselho Nacional de Educação
EJA – Educação de Jovens e Adultos
EM – Ensino Médio
ENEM – Exame Nacional do Ensino Médio
FMC – Física Moderna e Contemporânea
IF Fluminense – Instituto Federal Fluminense
LDB – Lei de Diretrizes e Bases
MNPEF – Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física
MOBRAL – Movimento Brasileiro de Alfabetização
OBA – Olimpíada Brasileira de Astronomia
PBL – *Problem Based Learning*
PCNEM – Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio
PCN's – Parâmetros Curriculares Nacionais
PCN+ – Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio
PCN's – Parâmetros Curriculares Nacionais
PPP – Projeto Político Pedagógico
PNAA – Plano Nacional de Alfabetização de Adultos
RJ – Rio de Janeiro
SBF – Sociedade Brasileira de Física
SEEDUC-RJ – Secretaria Estadual de Educação do Estado Rio de Janeiro
TAS – Teoria da Aprendizagem Significativa
UEPS – Unidade de Ensino Potencialmente Significativa
UFRN – Universidade Federal do Rio Grande do Norte
UFSC – Universidade Federal de Santa Catarina
US – Unidade de Significação

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	16
2. REFERENCIAL TEÓRICO	20
2.1. A Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel	20
2.2. Aprendizagem significativa numa perspectiva humanista: a teoria de Joseph Novak	28
2.2.1. Mapas conceituais como estratégia indicadora de aprendizagem significativa	29
2.3. Utilização de Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS) na promoção da aprendizagem significativa	30
2.4. Um breve histórico sobre a Educação de Jovens Adultos (EJA) no Brasil	32
2.5. Trabalhos relacionados	35
2.6. Integração via Interdisciplinaridade: uma visão além dos saberes disciplinares	37
2.7. O ensino da espectroscopia em nível médio numa perspectiva cognitivista	40
2.7.1. A luz como onda eletromagnética	40
2.7.2. Contribuições históricas para a espectroscopia	42
2.7.3. Fórmulas empíricas para o elemento químico hidrogênio	48
2.7.4. Modelo atômico de Bohr	51
3. METODOLOGIA	56
3.1. A pesquisa	56
3.2. O contexto da pesquisa	57
3.2.1. A abordagem do tema espectroscopia no livro didático da EJA	57
3.2.2. Espectroscopia e o currículo da EJA	59
3.3. Lócus da pesquisa	61
3.4. Sujeitos da pesquisa	62
3.5. Instrumentos de coleta de dados	64
3.6. Técnicas de análise dos dados	65
4. DESCRIÇÃO DO PRODUTO	69
4.1. Considerações iniciais	69
4.2. Roteiro do produto	70
5. APLICAÇÃO DO PRODUTO E ANÁLISE/DISCUSSÃO DOS RESULTADOS	90
5.1. Perfil da turma	90
5.2. Situação inicial	104
5.3. Situações-problema	135
5.4. Introduzindo conceitos fundamentais	138
5.5. Diferenciação progressiva	145
5.6. Novas situações	156
5.7. Aprofundando conhecimentos	161
5.8. Encerramento do conteúdo	168
5.9. Encontro final integrador	170
5.9.1. Análise da avaliação somativa individual	176
5.9.2. Análise do questionário sobre a avaliação da UEPS	193
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS	208
REFERÊNCIAS	211
APÊNDICE A – Questionário <i>Conhecendo o público da EJA</i>	221
APÊNDICE B – Produto Educacional	225

1. INTRODUÇÃO

Frente às evoluções ocorridas no âmbito científico-tecnológico ao longo dos séculos XX e XXI, observa-se uma crise no ensino de Ciências incompatível com esse desenvolvimento (FOUREZ, 2003; KRASILCHIK, 2000).

Acredita-se que esse ensino de Ciências pautado na transmissão e acumulação de conhecimentos que não se inter-relacionam, contribui para o distanciamento entre o avanço do conhecimento científico e as aulas cada vez mais desinteressantes e desvinculadas do cotidiano dos discentes (GALLO, 2000; CHASSOT, 1995; JAPIASSÚ, 1994).

No que se refere ao ensino de Física, é possível intuir que este tem-se realizado frequentemente mediante a apresentação de conceitos, leis e fórmulas, de modo desarticulado do mundo vivido pelos alunos e professores e não só, mas também por isso, vazios de significados (BRASIL, 2002, p. 229).

As Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio (BRASIL, 2002), PCN+, admitem que seja necessário rediscutir o ensino de Física oferecido pelas escolas secundaristas brasileiras. Com isso, é preciso que, posteriormente, ocorra uma reformulação do mesmo, adequando-o à realidade dos alunos, a fim de proporcionar um melhor entendimento do mundo que os cerca e uma formação mais adequada para a cidadania, dando novas dimensões ao ensino de Física.

Diante deste cenário, o ensino de Física Moderna e Contemporânea (FMC) no Ensino Médio (EM) vem sendo incentivado por diversos pesquisadores que enfocam essa problemática e reforçam a necessidade de atualização dos conteúdos de Física ensinados nas escolas brasileiras (OSTERMANN; MOREIRA, 2001, 2000; TERRAZAN, 1996, 1994; VALADARES; MOREIRA, 1998).

Conforme Terrazan (1994),

[...] a influência crescente dos conteúdos de Física Moderna e Contemporânea para o entendimento do mundo criado pelo homem atual, bem como, a inserção consciente, participativa e modificadora do cidadão neste mesmo mundo, definem por si só a necessidade de se debater e estabelecer as formas de abordar tais conteúdos na escola média (TERRAZAN, 1994, p. 43).

Convém mencionar que a evolução do conhecimento associado à FMC envolveu a interação dos saberes referentes a algumas áreas, como a Química, a Física, a Matemática e a Astronomia. Por exemplo, a explicação de fenômenos observados no ramo da espectroscopia

que possibilita a identificação de elementos químicos por intermédio da luz, inserida no campo da FMC, só foi possível graças à integração de conceitos da Química e da Física.

Deste modo, a abordagem da espectroscopia no nível médio como um tema de caráter interdisciplinar converge com a proposta de inserção da FMC neste nível de ensino e pode ser uma alternativa eficiente, possibilitando uma cooperação mútua entre os saberes, com o intuito de se obter uma visão global e holística do conhecimento.

É válido destacar que a formação acadêmica da autora, licenciada nas disciplinas de Química e de Física pelo Instituto Federal Fluminense, foi fundamental para o desenvolvimento deste trabalho de caráter interdisciplinar. Além disso, sua atuação profissional na rede pública de ensino no nível médio regular e na modalidade de Educação de Jovens e Adultos (EJA) nas disciplinas já citadas (além de já ter atuado como professora de Inspeção de Solda na Fundação de Apoio à Escola Técnica – FAETEC) foi fator determinante para esta pesquisa com viés interdisciplinar.

Consoante Brasil (2002),

A interdisciplinaridade supõe um eixo integrador, que pode ser o objeto de conhecimento, um projeto de investigação, um plano de intervenção. Nesse sentido, ela deve partir da necessidade sentida pelas escolas, professores e alunos de explicar, compreender, intervir, mudar, prever, algo que desafia uma disciplina isolada e atrai a atenção de mais de um olhar, talvez vários (BRASIL, 2002, p. 88-89).

Nessa perspectiva, novas estratégias de ensino têm sido desenvolvidas na tentativa de tornar as aulas mais atrativas e instigantes, com o intuito de despertar maior interesse dos alunos na área de ensino de Física. Em especial, é preciso pensar em estratégias de ensino diferenciadas que atendam às especificidades e características do público da modalidade de Educação de Jovens e Adultos (EJA).

Dentre elas, podem-se citar as Unidades de Ensino Potencialmente Significativas (UEPS), sequências didáticas fundamentadas pela Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS) de David Ausubel (MOREIRA, 2011), que têm se destacado como potenciais estratégias para a promoção da aprendizagem significativa no tocante à abordagem da FMC em nível médio (SCHITTLER; MOREIRA, 2014).

Assim, a questão norteadora da presente pesquisa pode ser expressa da seguinte forma:

Em que medida uma sequência didática, ancorada em uma UEPS (Unidade de Ensino Potencialmente Significativa), com enfoque interdisciplinar, pode subsidiar a aprendizagem de conceitos relativos ao tema luz na identificação de elementos químicos em nível médio na modalidade de Educação de Jovens e Adultos (EJA)?

Diante deste questionamento, o presente trabalho teve por objetivo geral investigar a potencialidade de uma sequência didática, ancorada em uma UEPS, com enfoque interdisciplinar, como subsídio para a promoção da aprendizagem significativa de conceitos relativos ao tema luz na identificação de elementos químicos no nível médio na modalidade EJA de ensino.

No que tange aos objetivos específicos, estes podem ser elencados da seguinte forma: i) elaborar e aplicar o produto educacional; ii) propor atividades com a finalidade de encontrar indícios que apontem para a ocorrência da aprendizagem significativa; iii) evidenciar e analisar os dados coletados ao longo da aplicação da UEPS.

Com o intuito de alcançar os objetivos delimitados, a sequência didática proposta foi estruturada de modo a favorecer a utilização de diversas estratégias e ferramentas didáticas, dentre as quais se destacam: mapas conceituais, estudo de caso interdisciplinar, vídeos, atividades experimentais, aulas expositivas dialogadas, simulações computacionais interativas e aplicativos móveis.

Quanto aos fundamentos teóricos que contribuíram e sustentaram a presente pesquisa, permitindo sua realização, podem-se destacar a Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS) de David Ausubel (AUSUBEL, 1963), numa perspectiva filosófica cognitivista, e as contribuições com caráter humanista de Joseph Novak para reforçar esta teoria (NOVAK, 1981).

Com relação à metodologia de pesquisa, a presente investigação possui viés qualitativo, de natureza descritiva do tipo estudo de caso, preocupando-se em descrever e analisar um fenômeno em particular, considerando-se a multiplicidade de dimensões e a dinâmica natural do contexto da pesquisa (MOREIRA, 2009a).

Levando em consideração os pressupostos mencionados anteriormente, este trabalho foi estruturado em seis capítulos destacados a seguir.

O segundo capítulo discorre sobre as principais bases teóricas que sustentaram a presente pesquisa, apresentando os recursos utilizados (mapas conceituais, Unidades de Ensino Potencialmente Significativas (UEPS) e o método de estudo de caso), além de um breve histórico da EJA no Brasil e a questão da interdisciplinaridade. Também são enfatizados os conteúdos e os conceitos da Física relacionados ao tema luz na identificação de elementos químicos.

O terceiro capítulo retrata a abordagem metodológica utilizada, bem como o contexto de aplicação, os sujeitos da pesquisa e os instrumentos de coleta de dados. Além destes

aspectos referentes à pesquisa, também são encontradas considerações acerca do ensino, situando o tema em questão diante do livro didático utilizado pela EJA e dos Currículos Mínimos da EJA das disciplinas de Física e de Química.

O capítulo 4 contém uma descrição do produto educacional elaborado, apontando algumas considerações iniciais com relação ao material didático desenvolvido, além do roteiro sequencial de atividades executadas na aplicação da UEPS, abordando as etapas investigativas relativas ao tema espectroscopia como método que possibilita a identificação de elementos químicos por intermédio da luz.

O quinto capítulo versa sobre a aplicação do produto educacional desenvolvido neste trabalho, evidenciando os dados coletados no decorrer das etapas investigativas da UEPS. Este capítulo também traz a análise e discussão dos resultados obtidos à luz do aporte teórico utilizado nesta pesquisa.

Finalmente, o sexto capítulo contempla as considerações finais deste trabalho.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

Este capítulo contempla as principais bases teóricas que contribuíram e sustentaram a presente pesquisa, permitindo sua realização. São consideradas no decorrer deste trabalho a Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS) de David Ausubel, numa perspectiva filosófica cognitivista, e as contribuições de Joseph Novak para reforçar esta teoria. Também serão apresentados os recursos utilizados: mapas conceituais, Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS) e o método de estudo de caso.

Além destes aspectos, é realizado um breve histórico da Educação de Jovens e Adultos (EJA) no Brasil, um levantamento bibliográfico de trabalhos relacionados que utilizaram a UEPS na modalidade EJA como estratégia para a promoção da aprendizagem significativa e uma breve discussão sobre interdisciplinaridade.

Ao final deste capítulo serão apresentados os conteúdos e os conceitos da Física relacionados ao tema luz na identificação de elementos químicos que serão utilizados como base de sustentação na elaboração do produto didático.

2.1. A Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel

Na década de 60, David Ausubel¹, um psicólogo americano, desenvolveu a Teoria da Aprendizagem Significativa, segundo uma visão filosófica cognitivista, contrapondo-se à corrente filosófica predominante da época, o comportamentalismo ou behaviorismo. A linha educacional behaviorista “não se preocupava com fatores intervenientes entre um estímulo e uma resposta dada pelo aluno; era baseada no reforço e no comportamento observável do indivíduo” (MACHADO; OSTERMANN, 2006, p. 7).

Na teoria proposta por David Ausubel, emerge o conceito marcante de aprendizagem significativa, definido como “o mecanismo humano, por excelência, para adquirir e armazenar a vasta quantidade de ideias e informações representadas em qualquer campo de conhecimento” (AUSUBEL, 1963, p. 58).

Convém destacar que, a estrutura cognitiva do indivíduo é capaz de compreender a informação recebida, correlacioná-la com aquilo que o aprendiz já sabe para, posteriormente, armazená-la como conhecimento. Deste modo, em sua teoria, Ausubel (1963 apud NOVAK,

¹ Graduado em Psicologia e Medicina, David Ausubel (1918-2008) doutorou-se em Psicologia do Desenvolvimento na Universidade de Columbia, onde lecionou no *Teacher's College* por vários anos, dedicando sua vida acadêmica ao desenvolvimento de uma visão cognitiva à Psicologia Educacional (MOREIRA, 2002).

1981, p. 9) destaca: “o mais importante fator isolado que influencia a aprendizagem é o que o aprendiz já sabe. Determine isto e ensine-o de acordo”.

Nesta perspectiva, pode-se definir como aprendizagem significativa, este “processo no qual uma nova informação é relacionada a um aspecto relevante, já existente, da estrutura de conhecimento de um indivíduo” (NOVAK, 1981, p. 56).

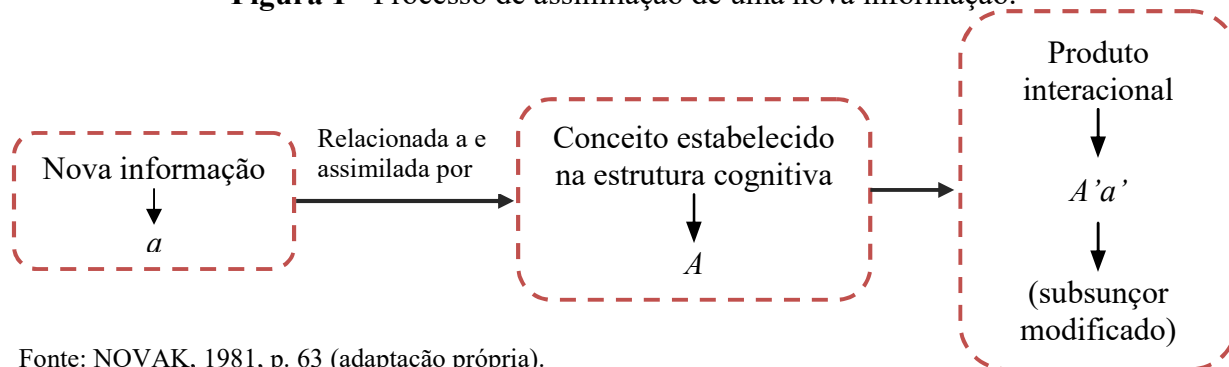
Vale ressaltar que, na visão cognitivista de David Ausubel, a aprendizagem significativa pode ser classificada considerando-se duas tipologias: uma se refere ao que se aprende (representações, conceitos ou proposições) e outra a como se aprende (por subordinação, superordenação ou combinação) (MOREIRA, 2009c).

Segundo Ausubel, Novak e Hanesian (1983):

A essência do processo de aprendizagem significativa reside em que ideias expressas simbolicamente são relacionadas de uma maneira não arbitrária e não literal com aquilo que o aprendiz já sabe, ou seja, com algum aspecto existente, especificamente relevante, de sua estrutura cognitiva preexistente, como uma imagem, um símbolo já significativo, um conceito ou uma proposição (AUSUBEL, NOVAK, HANESIAN, 1983, p. 17 apud MOREIRA, 2009b, p. 32).

Este aspecto relevante preexistente na estrutura cognitiva do aprendiz é o que David Ausubel define como *subsunçor*² ou ideia-âncora. Conforme a nova informação vai se ancorando em subsunçores relevantes, interagindo com os mesmos, ocorre a aprendizagem significativa. De acordo com Novak (1981, p. 63), “é neste processo interativo entre o material recém-aprendido e os conceitos existentes (subsunçores) que está o cerne da teoria de assimilação de Ausubel”. Este processo é descrito, simbolicamente, por Ausubel da seguinte forma:

Figura 1 - Processo de assimilação de uma nova informação.



Fonte: NOVAK, 1981, p. 63 (adaptação própria).

² A palavra *subsunçor* não existe em português, tratando-se de uma tentativa de traduzir a palavra de origem inglesa *subsumer*, que seria algo equivalente a inseridor ou subordinador (Nota de Tradução de Marco Antonio Moreira in: NOVAK, 1981, p. 9).

Moreira (2009c) destaca que:

A assimilação é o processo que ocorre quando uma ideia, conceito ou proposição a , potencialmente significativo, é assimilado sob uma ideia, conceito ou proposição, i.e., um subsunçor, A , já estabelecido na estrutura cognitiva, como um exemplo, extensão, elaboração ou qualificação do mesmo. Tal como sugerido no esquema, não só a nova informação a , mas também o conceito subsunçor A , com o qual ela se relaciona e interage, são modificados pela interação. Ambos produtos dessa interação, a' e A' , permanecem relacionados como coparticipantes de uma nova unidade ou complexo ideacional $A'a'$. Portanto, o verdadeiro produto do processo interacional que caracteriza a aprendizagem significativa não é apenas o novo significado de a' , mas inclui também a modificação da ideia-âncora, sendo, conseqüentemente, o significado composto de $A'a'$ (MOREIRA, 2009c, p. 18).

Deste modo, mesmo que um subsunçor tenha maior ou menor estabilidade cognitiva, quando um conceito subsunçor existente na estrutura cognitiva serve como ancoradouro para um novo conhecimento, ele modifica-se adquirindo novos significados, legitimando significados já existentes (MOREIRA, 2002).

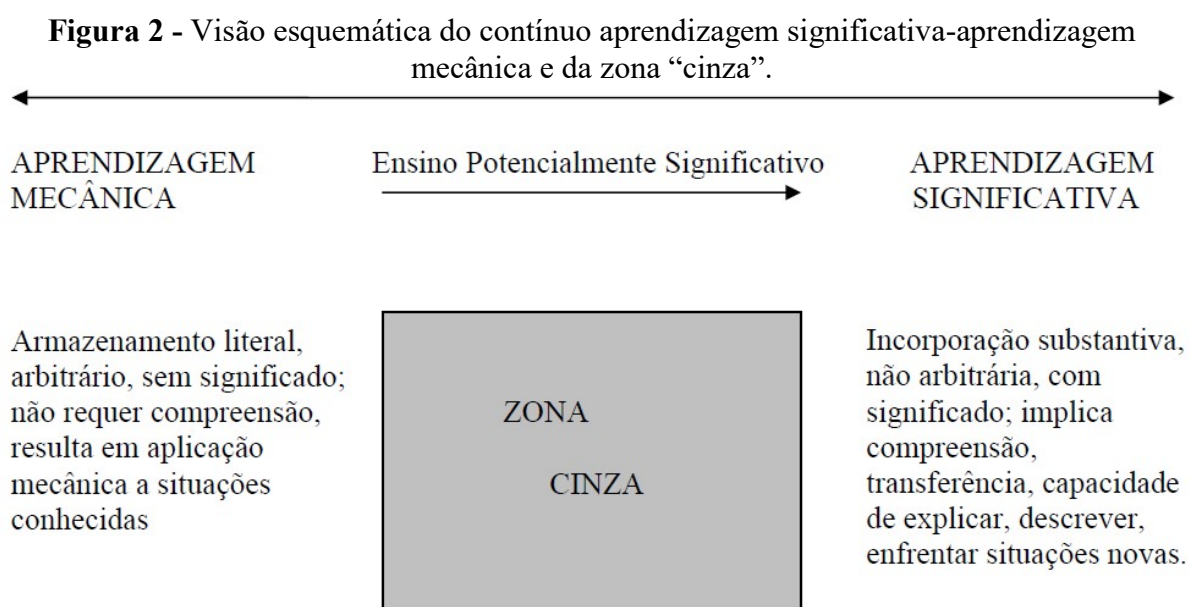
Além do crescimento e modificação do conceito subsunçor, esse processo dinâmico é caracterizado por uma interação não arbitrária e não literal, atributo fundamental da aprendizagem significativa. Isso implica que a interação não acontece aleatoriamente entre conhecimentos específicos e, sim, conforme a não arbitrariedade, quando o novo conhecimento relaciona-se com subsunçores específicos relevantes, e a substantividade (não literal), quando se incorpora à estrutura cognitiva a essência do novo conhecimento, sem necessidade de anexá-lo ao pé da letra (MOREIRA, 2002).

As condições básicas (não arbitrariedade e substantividade) para que ocorra essa interação em prol da aprendizagem significativa são características essenciais na diferenciação entre aprendizagem significativa e mecânica. Na aprendizagem mecânica, ao contrário da significativa, o aprendiz ao ser apresentado a um novo conhecimento, não o relaciona com outro já existente em sua estrutura cognitiva, incorporando-o de maneira arbitrária e não substantiva. Moreira e Masini (2001, p. 19) destacam que “o conhecimento assim adquirido fica arbitrariamente distribuído na estrutura cognitiva sem relacionar-se a conceitos subsunçores específicos”. A aprendizagem por “decoreba” em Física de fórmulas, leis e conceitos pode ser considerada um exemplo de aprendizagem mecânica, onde o aluno memoriza novas informações sem dar-lhes significado, sem relacioná-las com seus subsunçores. Neste caso, o aluno é “treinado” para realizar uma dada avaliação, reproduzindo o que conseguir memorizar na prova, esquecendo, posteriormente, tudo o que decorou.

Entretanto, David Ausubel não considera como dicotomia esta distinção entre aprendizagem significativa e aprendizagem mecânica, e sim, como extremos de um *continuum*. Conforme MOREIRA (2009b):

Estes dois tipos de aprendizagem estão em extremos opostos de um mesmo contínuo. Isto significa que não se deve pensar que a aprendizagem é significativa ou mecânica. Há casos intermediários. É possível que uma aprendizagem inicialmente mecânica passe, progressivamente, à significativa (MOREIRA, 2009b, p. 31).

Na Figura 2, há uma região intermediária entre ambos os tipos de aprendizagem, chamada de zona “cinza”, ou zona de progressividade, indicando ser possível transformar uma aprendizagem mecânica em significativa progressivamente, à medida que ocorra captação e internalização de significados. Analogamente ao sugerido por Vergnaud³ (1990), o processo de construção de um subsunçor não é imediato, mas progressivo, com rupturas e continuidades, podendo ser demorado, no que se refere ao domínio de um campo conceitual. Para ele a organização do conhecimento se dá em campos conceituais, que demanda um longo período, por parte do sujeito, para dominá-lo, por meio de experiência, maturidade e aprendizagem (VERGNAUD, 1982).



Fonte: MOREIRA, 2002, p.12.

³ “Gérard Vergnaud, nascido em 1932, é formado em Psicologia, fez seu doutorado com Piaget. Foi professor da Universidade Paris VII, diretor de pesquisa do Centro Nacional de Pesquisa Científica da França (CNRS) e coordenador da rede francesa de pesquisadores em didática dos conhecimentos científicos. É Doutor Honoris Causa pela Universidade de Genebra e pela Universidade Nacional do Centro da Província de Buenos Aires e Membro da Academia de Ciências Psicológicas da Rússia” (MOREIRA, 2013, p. 24).

Na figura anterior, observam-se as características de uma aprendizagem mecânica e de uma aprendizagem significativa e que ambas correspondem aos extremos do contínuo que existe entre elas. De acordo com Moreira (2013):

Grande parte do que ocorre em sala de aula, do que acontece no processo ensino-aprendizagem, situa-se na zona cinza, na zona da progressividade, da aprendizagem pelo erro, da captação de significados. Se o ensino for potencialmente significativo, ou seja, procurando facilitar, promover a aprendizagem significativa, o aluno, se apresentar a necessária intencionalidade, poderá progredir na direção dela. Contrariamente, se o ensino for comportamentalista, treinador para a testagem, para a resposta certa, a aprendizagem estará muito mais voltada para o outro extremo do contínuo, o da aprendizagem mecânica (MOREIRA, 2013, p. 11).

Assim, é necessário que o ensino seja potencialmente significativo, facilitando a promoção da aprendizagem significativa, de modo que o aluno avance em sua caminhada em direção a ela. Todavia, se a aprendizagem significativa é preferível em relação à aprendizagem mecânica, pressupondo a existência de subsunçores, o que fazer quando estes conhecimentos prévios não existem na estrutura cognitiva do aprendiz? Como ocorre este processo de formação de ideias-âncora? Na verdade, é aqui que se evidencia a relevância da aprendizagem mecânica, posto que diante do novo, o indivíduo vai armazenando alguns elementos de conhecimento em sua estrutura cognitiva para que possam servir posteriormente como subsunçores, mesmo que pouco elaborados. Uma vez que a aprendizagem começa a se tornar significativa, esses subsunçores vão ficando mais claros, estáveis, bem elaborados e capacitados para servirem de ancoradouro para novas informações (NOVAK, 1981; MOREIRA; MASINI, 2001).

Além disso, com a finalidade de fornecer significado a novos conhecimentos, Ausubel recomenda a utilização de organizadores prévios com o intuito de ancorar uma nova aprendizagem e levar ao desenvolvimento de conceitos subsunçores, facilitando, deste modo, a aprendizagem subsequente. O uso de organizadores prévios seria uma estratégia para preparar a estrutura cognitiva para um novo conhecimento, facilitando a aprendizagem significativa. Uma introdução, uma imagem, uma simulação, um mapa conceitual, dentre outros exemplos, podem ser exemplos úteis de organizadores prévios. Conforme Ausubel, “a principal função de um organizador prévio é a de servir de ponte entre o que o aprendiz já sabe e o que precisaria saber para que pudesse aprender significativamente um determinado conhecimento” (MOREIRA, 2013, p, 15).

Contudo, ter à disposição organizadores prévios não significa necessariamente que algum conhecimento será aprendido significativamente pelo indivíduo. Essencialmente, a aprendizagem significativa pressupõe duas condições para ocorrer:

a) o material a ser aprendido seja potencialmente significativo para o aprendiz, ou seja, relacionável a sua estrutura de conhecimento de forma não arbitrária e não literal (substantiva); b) o aprendiz manifeste uma disposição de relacionar o novo material de maneira substantiva e não arbitrária a sua estrutura cognitiva (MOREIRA; MASINI, 2001, p. 23).

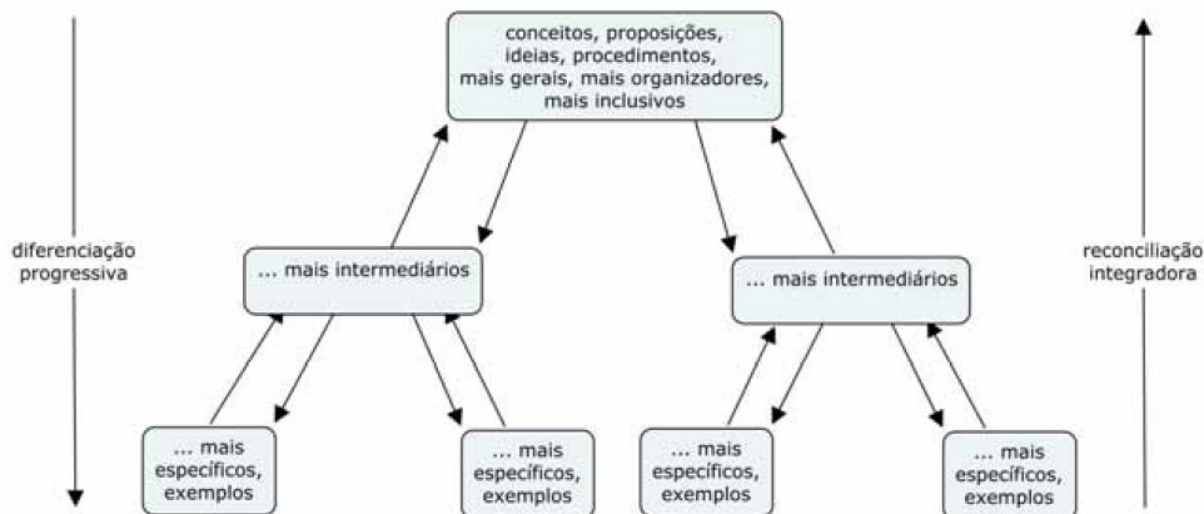
Ou seja, mesmo que o aprendiz tenha acesso a um material potencialmente significativo, se ele não tiver uma predisposição para aprender, não haverá relação do conteúdo a ser ensinado com informações existente em sua estrutura cognitiva, ou seja, todo esforço para conferir lógica ao material e disponibilizar conhecimentos especificamente relevantes terá sido em vão. Um professor, por exemplo, pode preparar um material bem elaborado, mas se este não se relacionar com conhecimentos prévios do aluno, ele não terá potencial significativo. Se algum tipo de aprendizagem ocorrer mesmo assim, é provável que ela ocorra de maneira arbitrária, por meio de memorização, mecanicamente (MACHADO; OSTERMANN, 2006).

Convém destacar que, a programação de um conteúdo e a elaboração de um material potencialmente significativo deve considerar dois princípios fundamentais propostos pela teoria de David Ausubel: o princípio da diferenciação progressiva e o princípio da reconciliação integradora.

Diferenciação progressiva é o princípio pelo qual o assunto deve ser programado de forma que as ideias mais gerais e inclusivas da disciplina sejam apresentadas antes e, progressivamente diferenciadas, introduzindo os detalhes específicos necessários. [...] *Reconciliação integradora* é o princípio pelo qual a programação do material instrucional deve ser feita para espurar relações entre ideias, apontar similaridades e diferenças significativas, reconciliando discrepâncias reais ou aparentes (MOREIRA; MASINI, 2001, p. 30).

Novak (1977) destaca que, para se alcançar eficazmente a reconciliação integradora, a organização dos conhecimentos deve ocorrer de maneira hierárquica e articulada num sobe-desce, à medida que vão sendo diferenciados e integrados na estrutura cognitiva, conforme mostrado na Figura 3.

Figura 3 - Representação esquemática para a diferenciação progressiva e reconciliação integradora.

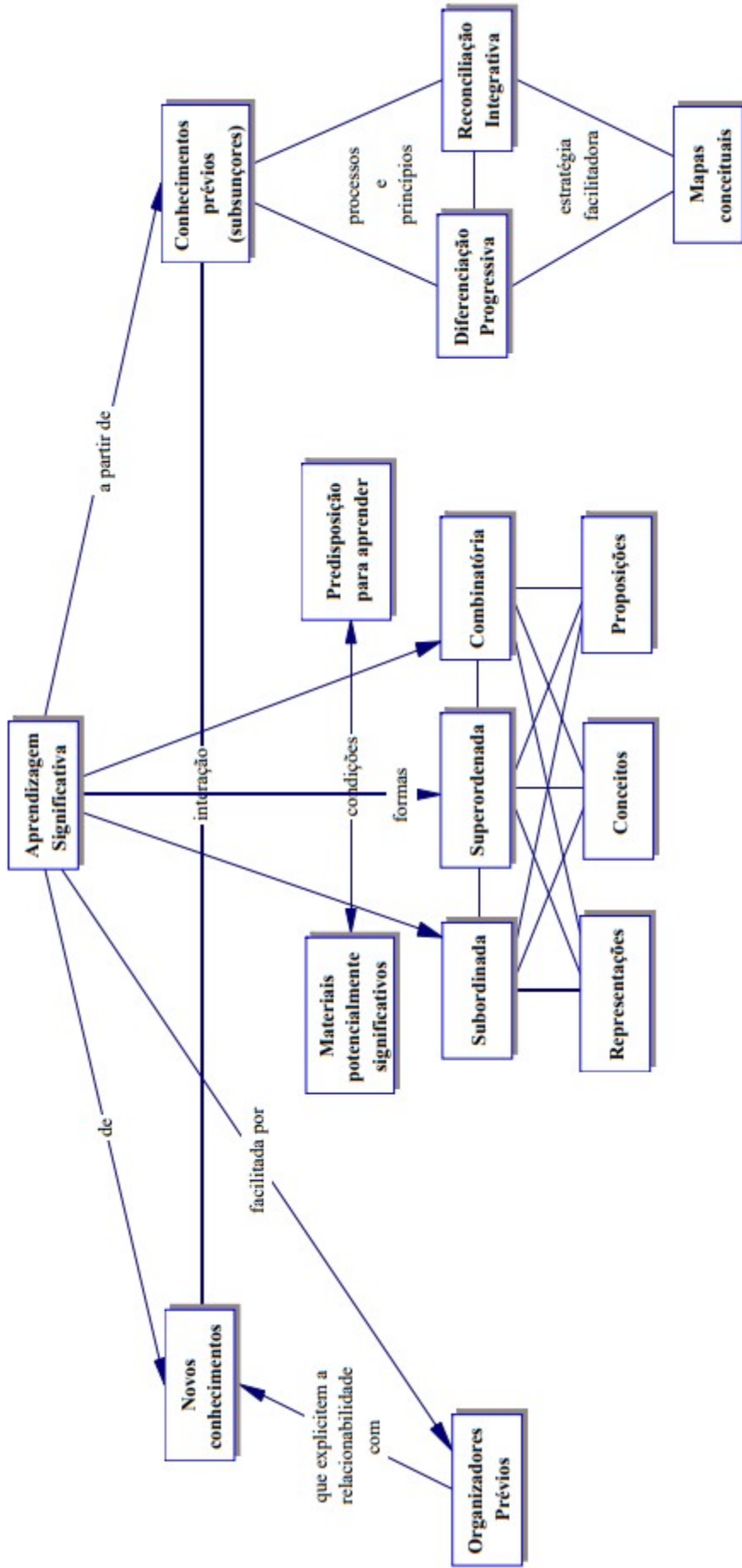


Fonte: MOREIRA, 2002, p.12.

Na Figura 3, as setas que descem do conceito mais geral para os mais específicos, menos inclusivos, correspondem ao princípio da diferenciação progressiva. Ao subir nas hierarquias conceituais, relacionando um conceito específico a um mais abrangente, tem-se a reconciliação integradora.

Neste processo dinâmico e simultâneo, verificar evidências que indiquem a ocorrência de uma aprendizagem significativa não é tão simples, uma vez que a utilização de respostas mecanicamente memorizadas pode “mascarar” a aprendizagem significativa. Na visão ausubeliana, “a compreensão genuína de um conceito ou proposição implica a posse de significados claros, precisos, diferenciados e transferíveis” (MOREIRA; MASINI, 2001, p. 24). Deste modo, o uso de novas questões e problemas apresentados num contexto diferenciado ao aprendiz pode ser uma maneira eficaz de facilitar a aprendizagem significativa e evitar sua simulação. Uma estratégia para se verificar a ocorrência de aprendizagem significativa é a utilização de mapas conceituais, que será discutida mais adiante no presente trabalho. A Figura 4 é um exemplo de mapa conceitual, demonstrando alguns aspectos relevantes da Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel, apresentada nesta seção.

Figura 4 - Mapa conceitual da Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel.



Fonte: MOREIRA, 2009b, p. 36.

2.2. Aprendizagem significativa numa perspectiva humanista: a teoria de Joseph Novak

Joseph Novak⁴, colaborador de David Ausubel e coautor da segunda edição da obra “*Educational psychology: a cognitive view*” (AUSUBEL, 1968), confere um toque humanista à aprendizagem significativa, que “subjaz à integração positiva construtiva de pensamentos, sentimentos e ações que leva ao engrandecimento (*empowerment*) humano” (MOREIRA, 2013, p. 17).

Considerando que o indivíduo não é a personificação somente de seu lado cognitivo, condicionado apenas à cognição, na perspectiva humanista de Novak também é interessante ponderar a relevância de seus pensamentos, ações e sentimentos no desenvolvimento e modificação de sua estrutura cognitiva.

A predisposição para aprender, apontada como uma das condições para ocorrência da aprendizagem significativa na visão ausubeliana, é muito importante do ponto de vista de Novak, pois se encontra intrinsecamente relacionada à integração de pensamentos, sentimentos e ações. Esta integração pode ser negativa, positiva ou situar-se entre estes pontos.

Ou seja, seres humanos pensam, sentem e agem (fazem, atuam) integradamente, mas essa integração pode ser negativa, positiva ou situar-se em alguma posição intermediária nesse contínuo. Para Novak, a aprendizagem significativa subjaz à integração positiva, construtiva, engrandecedora, do pensar, do sentir e do agir. Qualquer evento educativo é, para ele, uma ação para trocar significados (pensar) e sentimentos entre o aprendiz e o professor. Quer dizer, um evento educativo é sempre acompanhado de experiências afetivas (MOREIRA, 2009b, p. 56).

Assim, a experiência afetiva do aprendiz está diretamente relacionada à sua predisposição. Se um novo conteúdo é assimilado pela estrutura cognitiva do aprendiz de forma mecânica, ele não terá uma predisposição para aprender conceitos subsequentes, uma vez que não aprendeu significativamente, tendo assim uma experiência afetiva negativa. Ao contrário, quando a experiência afetiva é positiva, significa que o aprendiz atribuiu significado ao que foi ensinado relacionando-o com seus subsunçores. Deste modo, quanto mais se aprende significativamente, mais haverá predisposição para aprender (MOREIRA, 2009b).

⁴ “Norte-americano nascido em 1930, com formação inicial em Biologia, fez seu doutorado em resolução de problemas nesta área. Na busca de um referencial teórico para fundamentar suas pesquisas chegou à teoria da aprendizagem significativa de David Ausubel e logo passou a ser um grande divulgador desta teoria, inclusive dando-lhe uma visão humanista. Foi professor na Cornell University durante muitos anos. É considerado o criador da técnica dos mapas conceituais e hoje dedica-se a ela. Atualmente é pesquisador sênior no Institute of Human and Machine Cognition, em Pensacola, Flórida” (MOREIRA, 2013, p. 17).

2.2.1. Mapas conceituais como estratégia indicadora de aprendizagem significativa

Na década de 70, Joseph Novak e seus colaboradores desenvolveram a técnica de mapeamento conceitual, na Universidade de Cornell, baseando-se na Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel (MOREIRA, 2013). De modo geral, mapas conceituais funcionam como diagramas que mostram as relações entre os conceitos para um determinado assunto (NOVAK; GOWIN, 1989).

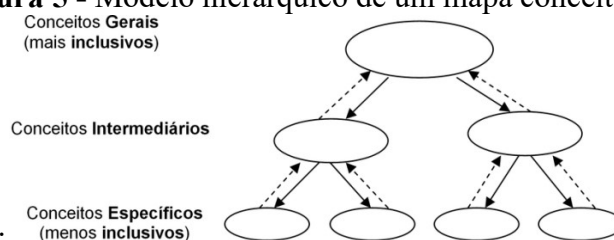
A elevada flexibilidade dos mapas conceituais possibilita sua utilização em diversas situações, para finalidades diversas, tais como: instrumento de análise do currículo, técnica didática, recurso de aprendizagem, meio de avaliação (MOREIRA; BUCHWEITZ, 1993).

É válido destacar que, embora normalmente um mapa conceitual possua uma organização hierárquica, estes diagramas não devem ser confundidos com organogramas ou diagramas de fluxo. Conforme destaca Moreira (2013):

Mapas conceituais são diagramas de significados, de relações significativas; de hierarquias conceituais, se for o caso. Isso também os diferencia das redes semânticas que não necessariamente se organizam por níveis hierárquicos e não obrigatoriamente incluem apenas conceitos. Mapas conceituais também não devem ser confundidos com mapas mentais que são livres, associacionistas, não se ocupam de relações entre conceitos, incluem coisas que não são conceitos e não estão organizados hierarquicamente. Não devem, igualmente, ser confundidos com quadros sinópticos que são diagramas classificatórios. Mapas conceituais não buscam classificar conceitos, mas sim relacioná-los e hierarquizá-los (MOREIRA, 2013, p. 1).

Essa organização hierárquica dos mapas conceituais leva em conta os princípios de diferenciação progressiva e de reconciliação integradora. No modelo hierárquico, mostrado na Figura 5, conceitos mais gerais, mais inclusivos estão no topo da hierarquia (parte superior do mapa) e conceitos específicos, pouco abrangentes, estão na base (parte inferior), indicando a diferenciação progressiva. Quando estes conceitos menos inclusivos são relacionados a outros localizados num patamar mais elevado na hierarquia organizacional (setas pontilhadas na figura), ocorre a reconciliação integradora (MOREIRA; MASINI, 2001).

Figura 5 - Modelo hierárquico de um mapa conceitual.



Fonte: MOREIRA; MASINI, 2001, p. 33.

Os mapas conceituais permitem ao professor realizar observações acerca da estrutura proposicional, bem como, viabilizar a análise de ligações cruzadas ou concepções alternativas, indicativos de diferenciação dos conceitos na estrutura cognitiva do estudante referentes a uma determinada área de conhecimento (NOVAK; GOWIN, 1996).

A fim de se obter evidências de aprendizagem significativa, é preciso uma análise qualitativa do mapa conceitual. Deste modo, ao invés de tentar atribuir uma determinada nota ao mapa do aluno, o professor precisa buscar meios de interpretar a informação com o intuito de obter evidências de aprendizagem significativa (MOREIRA, 2013).

2.3. Utilização de Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS) na promoção da aprendizagem significativa

A Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS) é uma sequência didática fundamentada, composta por etapas, que busca a promoção da aprendizagem significativa (MOREIRA, 2011). Os princípios norteadores para construção de uma UEPS estão indicados no Quadro 1.

Quadro 1 - Princípios norteadores para confecção de uma UEPS.

O conhecimento prévio, ou subsunçor, é a variável isolada que mais influencia a aprendizagem significativa;
São as situações-problema que dão sentido a novos conhecimentos;
Organizadores prévios apontam para como é possível relacionar novos conhecimentos aos subsunçores;
Situações-problema também podem funcionar como organizadores prévios;
As situações-problema devem ser propostas em níveis crescentes de complexidade;
A diferenciação progressiva, a reconciliação integradora e a consolidação devem ser consideradas na organização do ensino, na proposição de situações-problema e na avaliação;
A avaliação da aprendizagem significativa deve ser feita em termos de buscas de evidências;
O papel do professor é o de provedor de situações-problema, cuidadosamente selecionadas, de organizador do ensino e mediador da captação de significados de parte do aluno;
Um episódio de ensino envolve uma relação triádica entre aluno, professor e materiais educativos, cujo objetivo é levar o aluno a captar e compartilhar significados que são aceitos no contexto da matéria de ensino;
A aprendizagem deve ser significativa e crítica, não mecânica;
A aprendizagem crítica é estimulada pela busca de respostas (questionamento) ao invés de memorização de respostas conhecidas, pelo uso da diversidade de materiais e estratégias instrucionais e pelo abandono de narrativa em favor de um ensino centrado no aluno.

Fonte: HILGER; GRIEBELER, 2013.

De acordo com Moreira (2011, p. 3-5), uma UEPS deve ser construída levando-se em conta os seguintes aspectos sequenciais (passos) previamente estabelecidos:

- 1º passo: definição do tópico a ser trabalhado, identificando aspectos declarativos e procedimentais;
- 2º passo: criação/proposição de situações que auxiliem o aluno na externalização de seu conhecimento prévio supostamente relevante para aprendizagem significativa do conteúdo a ser trabalhado. Nesta etapa, por exemplo, podem ser utilizados questionários e mapas mentais (BUZAN; BUZAN, 1994; ONTORIA et al., 2004);
- 3º passo: proposição de situações-problema que considerem o conhecimento prévio do aluno. Ainda que introdutórias, devem envolver, desde já, o tópico a ser ensinado, podendo ser propostas por meio de: simulações computacionais, demonstrações, vídeos, problemas do cotidiano, representações veiculadas pela mídia, problemas clássicos da matéria de ensino, etc., mas sempre de modo acessível e problemático, isto é, não como exercício de aplicação rotineira de algum algoritmo;
- 4º passo: apresentação do conhecimento a ser ensinado/aprendido, levando em conta a diferenciação progressiva, isto é, começando com aspectos mais gerais e inclusivos, proporcionando uma visão inicial do todo e do que é mais importante na unidade de ensino, mas logo exemplificando, abordando aspectos específicos. Neste momento a estratégia adotada pode ser, por exemplo, uma breve exposição seguida por atividade colaborativa em pequenos grupos e, em seguida, uma atividade de apresentação ou discussão em grande grupo;
- 5º passo: retomada dos aspectos mais gerais e estruturantes do conteúdo, em uma nova apresentação, com nível mais alto de complexidade em relação à primeira apresentação. O intuito desta etapa é promover a reconciliação integradora;
- 6º passo: concluindo a unidade, deve-se dar continuidade ao processo de diferenciação progressiva, retomando as características mais relevantes, porém numa perspectiva integradora, ou seja, buscando a reconciliação integradora;
- 7º passo: a avaliação da aprendizagem através da UEPS deve ser feita ao longo de sua implementação, registrando tudo que possa ser considerado evidência de aprendizagem significativa do conteúdo trabalhado; além disso, deve haver uma avaliação somativa individual após o sexto passo, na qual deverão ser propostas questões/situações que impliquem compreensão, que evidenciem captação de significados e, idealmente, alguma capacidade de transferência;

- 8º passo: a UEPS somente será considerada exitosa se a avaliação do desempenho dos alunos fornecer evidências de aprendizagem significativa. A aprendizagem significativa é progressiva, o domínio de um campo conceitual é progressivo; por isso, a ênfase em evidências, não em comportamentos finais.

Estes passos apresentados foram utilizados no presente trabalho na elaboração de uma UEPS, com a finalidade de encontrar indícios que apontem para uma aprendizagem significativa de conceitos relativos ao tema luz na identificação de elementos químicos em uma turma do módulo IV do ensino médio na modalidade EJA.

2.4. Um breve histórico sobre a Educação de Jovens Adultos (EJA) no Brasil

A preocupação com a Educação de Jovens e Adultos (EJA) tem suas raízes no Brasil colonial, quando emerge a necessidade por parte da aristocracia portuguesa de formar trabalhadores que pudessem atendê-los, iniciando-se, assim, o processo de escolarização de adultos (FRIEDRICH et al., 2010).

A primeira escola noturna do Brasil data do ano de 1854, com o intuito de alfabetizar trabalhadores analfabetos. Essa proposta expandiu-se rapidamente em todo o território nacional (PAIVA, 1973).

Mobilizações em prol da educação como dever do Estado marcaram um período de intensos debates políticos que se intensificaram nas décadas de 20 e 30. Mudanças no cenário político e econômico, bem como o processo de industrialização do país, começam a dar destaque à EJA na história da educação do Brasil. Conforme Paiva (1973):

As reformas da década de 20 tratam da educação dos adultos ao mesmo tempo em que cuidam da renovação dos sistemas de um modo geral. Somente na reforma de 28 do Distrito Federal ela recebe mais ênfase, renovando-se o ensino dos adultos na primeira metade dos anos 30 (PAIVA, 1973, p. 168).

Com isso, foi criado o Plano Nacional de Educação instituído na Constituição de 1934, no qual ficou estabelecido como dever do Estado o ensino primário integral e gratuito, estendendo-se para adultos como direito constitucional (FRIEDRICH et al., 2010).

Na década de 40, torna-se nítida a intenção da sociedade capitalista em formar profissionais para atuarem no mercado de trabalho, visando o desenvolvimento industrial do

país. Neste cenário, atrela-se a educação de adultos à educação profissional (GADOTTI; ROMÃO, 2006).

De acordo com Scortegagna e Oliveira (2006):

A educação ganhava novos impulsos sob a crença de que seria necessário educar o povo para que o país se desenvolvesse, assim como para participar politicamente através do voto, que se daria por meio da incorporação da enorme massa de analfabetos (SCORTEGAGNA; OLIVEIRA, 2006, p. 4).

Nesta mesma época, ocorreram iniciativas que possibilitaram avanços significativos para a EJA, tais como a realização do 1º Congresso Nacional de Educação de Adultos, em 1947, e do Seminário Interamericano de Educação de Adultos, em 1949 (FRIEDRICH et al., 2010).

Entre os anos 50 e 60, a EJA passou a ser vista com um novo olhar acerca dos problemas frente à alfabetização de adultos. Manifestações que defendiam a educação de base prepararam o terreno para uma nova proposta de alfabetização de adultos, que ficou conhecida como "método Paulo Freire". Nesta perspectiva, a educação de adultos passa a ser entendida como “instrumento de libertação e percussora de um processo de democratização do ensino popular e de busca pela cidadania, sendo compreendida como a oportunidade de reflexão sobre o mundo, a posição e o lugar do homem nele” (SANTOS et al., 2005, p. 413).

Assim, a partir de debates acerca da implantação de um programa permanente de educação de adultos que surgiram no 2º Congresso Nacional de Educação de Adultos, emerge o Plano Nacional de Alfabetização de Adultos (PNAA), dirigido por Paulo Freire. O PNAA juntamente com outros movimentos de erradicação do analfabetismo de adultos que estavam vinculados à ideia de fortalecimento popular foram extintos, em 1964, pelo Golpe de Estado (CODATO, 2004).

Sobre os princípios norteadores destes movimentos, Di Pierro et al. (2001) destacam que:

O paradigma pedagógico que então se gestava preconizava com centralidade o diálogo como princípio educativo e a assunção por parte dos educandos adultos, de seu papel de sujeitos de aprendizagem, de produção de cultura e de transformação do mundo (DI PIERRO et al., 2001, p. 60).

Em contrapartida à formação dos indivíduos jovens e adultos com enfoque centrado na cidadania, a ditadura militar, imposta em 1964, modificou o papel da escola preconizando a formação do trabalhador, como peça fundamental para o desenvolvimento econômico nacional. Desta forma, as disciplinas relacionadas à formação do trabalhador começaram a

fazer parte do currículo, levando à “fragmentação das matérias científicas sem que houvesse um correspondente benefício na formação do profissional” (KRASILCHIK, 1987 apud SANTOS et al., 2005, p. 413).

Neste contexto, no ano de 1967, foi criado o Movimento Brasileiro de Alfabetização (MOBRAL) pelo governo militar, com o intuito de eliminar o analfabetismo. Entretanto, o resultado deste projeto foi a formação de jovens e adultos com alfabetização funcional, sem preocupação com a formação crítica dos discentes. De acordo com Mota (2009):

O trabalho pedagógico no MOBRAL, não tinha um caráter crítico e problematizador, sua orientação, supervisão e produção de materiais, era todo centralizado. Assim, este programa criou analfabetos funcionais, ou seja, pessoas que muitas vezes aprenderam somente a assinar o nome, e que não apresentam condições de participar de atividades de leitura e escrita no contexto social em que vivem (MOTA, 2009, p. 15).

Em 1971, a promulgação da Lei nº. 5.692 (BRASIL, 1971) regulamenta o Ensino Supletivo, visando contemplar a formação de jovens e adultos “como proposta de reposição de escolaridade, o suprimento como aperfeiçoamento, a aprendizagem e qualificação sinalizando para a profissionalização” (FRIEDRICH et al., 2010, p. 397).

Visando ampliar as oportunidades educacionais, a Constituição Federal Brasileira de 1988, institui o direito ao Ensino Fundamental, entendendo-o aos que não obtiveram acesso a esta modalidade na idade própria, ou seja, ampliando-o para os jovens e adultos (SANTOS et al., 2005).

Já na década de 90, no ano de 1996, foi promulgada a Nova LDB – Lei de Diretrizes e Bases da Educação nº 9394/96 (BRASIL, 1996), determinando a EJA como modalidade de ensino, alicerçada no Título V dos níveis e das modalidades de educação e ensino, no capítulo II da Educação Básica, na seção V definida pelos artigos 37 e 38.

Art. 37. A educação de jovens e adultos será destinada aqueles que não tiveram acesso ou continuidade de estudos no ensino fundamental e o médio na idade própria.

§ 1º Os sistemas de ensino assegurarão gratuitamente aos jovens e aos adultos, que não puderam efetuar os estudos na idade regular, oportunidades educacionais apropriadas, consideradas as características do alunado, seus interesses, condições de vida e de trabalho, mediante cursos e exames.

§ 2º O poder Público viabilizará e estimulará o acesso e a permanência do trabalhador na escola, mediante ações integradas e complementares entre si.

Art. 38. Os sistemas de ensino manterão cursos e exames supletivos, que compreenderão a base nacional comum do currículo, habilitando ao prosseguimento de estudos em caráter regular.

§ 1º Os exames a que se refere este artigo realizar-se-ão:

I – no nível de conclusão do ensino fundamental, para os maiores de quinze anos;

II – no nível de conclusão do ensino médio, para os maiores de dezoito anos.

§ 2º Os conhecimentos e habilidades adquiridos pelos educandos por meios informais serão aferidos e reconhecidos mediante exames.

Levando-se em consideração as determinações legais em prol da EJA, foram promulgadas, em 10 de maio de 2000, as Diretrizes Curriculares para a EJA pelo Parecer CNE/CEB nº 11 (CONSELHO NACIONAL DE EDUCAÇÃO, 2000). Esse parecer destaca as funções desta modalidade de ensino: reparadora (no sentido de atender cidadãos que tiveram em algum momento seu direito à educação negado), equalizadora (por oferecer igualdade de oportunidades) e qualificadora (visando uma formação permanente).

Além disso, com o intuito de atender à demanda de jovens e adultos pela oferta de educação profissional técnica de nível médio foi criado inicialmente pelo Decreto nº 5.478, de maio de 2005, o Programa de Integração da Educação Profissional ao Ensino Médio na Modalidade Educação de Jovens e Adultos – o PROEJA. Posteriormente, este decreto viria a ser substituído pelo Decreto nº 5.840, de 13 de julho de 2006, que renomeou a sigla PROEJA para Programa Nacional de Integração da Educação Profissional com a Educação Básica na Modalidade de Educação de Jovens e Adultos (Proeja), ampliando, desta forma, o programa em termos de abrangência e aprofundando seus princípios pedagógicos (POUBEL, PINHO, CARMO, 2017).

Assim, ao se realizar uma breve análise do percurso histórico traçado pela EJA, é possível identificar que apesar de ela ter sido moldada ao longo dos tempos pelos interesses econômicos e políticos de determinada época, esta modalidade vem ganhando destaque considerando-se suas funções e novas propostas para a formação crítica e de um ensino mais próximo da realidade dos alunos tornam-se necessários.

2.5. Trabalhos relacionados

Ao longo da pesquisa bibliográfica realizada neste trabalho foram identificadas teses e dissertações defendidas em programas de mestrado/doutorado que utilizaram UEPS como estratégia didática na modalidade EJA.

Na Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD) foram localizados dois trabalhos envolvendo a aplicação da UEPS na Educação de Jovens e Adultos:

1º trabalho

- Título: O açaí e a bioquímica: unidade de ensino potencialmente significativa utilizando uma fruta regional para abordar conceitos de bioquímica na Educação de Jovens e Adultos – EJA
- Autor/a: SANTOS, Vandrezza Souza dos
- Ano de defesa: 2016
- Orientador/a: Silva Júnior, Carlos Neco da
- Nível: Mestrado
- Universidade: UFRN (Universidade Federal do Rio Grande do Norte)
- Descrição da pesquisa: A pesquisa teve por objetivo elaborar, aplicar e avaliar uma UEPS, fornecendo a professores e estudantes da EJA um material didático que discuta conceitos relacionados à Bioquímica, utilizando como contexto a composição nutricional do açaí, à luz da teoria da aprendizagem significativa.
- Conclusões relevantes: A UEPS contribuiu significativamente para a aprendizagem dos conceitos abordados, pois os estudantes apresentaram mudanças em suas formas de pensar e de agir em sala de aula, e, através das atividades propostas, apontaram evidências da ocorrência da aprendizagem significativa.

2º trabalho

- Título: Desenvolvimento de metodologia de ensino para abordagem de tópicos de conversão de energia elétrica na educação básica fundamentada na aprendizagem significativa colaborativa
- Autor/a: VIEIRA, Jennie Elias
- Ano de defesa: 2016
- Orientador/a: Rampinelli, Giuliano Arns
- Nível: Mestrado
- Universidade: UFSC/Araranguá (Universidade Federal de Santa Catarina/Araranguá)
- Descrição da pesquisa: Este trabalho descreve a construção e aplicação de uma UEPS, que aborda conceitos relacionados a Transformações de Energia, dando ênfase a energia elétrica.

- Conclusões relevantes: A análise de dados apresentou indícios de que o material desenvolvido contribuiu para a motivação dos alunos e a efetivação da aprendizagem significativa para o conceito de conversões de Energia.

Analisando-se os dois trabalhos foi possível verificar que as UEPS apresentaram resultados positivos quando aplicados na EJA, uma vez que os dados coletados pelos autores apontaram indícios da ocorrência da aprendizagem significativa, ressaltando, assim, a potencialidade da estratégia utilizada.

2.6. Integração via Interdisciplinaridade: uma visão além dos saberes disciplinares

Diversos trabalhos ressaltam a importância da interdisciplinaridade no ensino (MALDANER; ZANON, 2004; LÜCK, 1995; PETRAGLIA, 1993; FAZENDA, 2008, 1992; JAPIASSÚ, 1976). Esses estudos apontam para um processo de integração do saber via interdisciplinaridade, buscando romper com as fronteiras do conhecimento impostas pela disciplinarização, a fim de superar a fragmentação das disciplinas, estabelecendo pontes que as inter-relacionam.

Considerando essa perspectiva, o ensino pouco tem contribuído para que os alunos construam conhecimentos globais, visto que os mesmos são instruídos a compreenderem um todo no qual as partes encontram-se distanciadas umas das outras. Observa-se, assim, o sintoma da situação patológica em que se encontra hoje o saber (JAPIASSÚ, 1976).

Em relação ao sistema escolar no Brasil, Japiassú (1994) destaca que:

Ensina-se um saber fragmentado, que constitui um fator de cegueira intelectual, que decreta a morte da vida e que revela uma razão irracional. A ponto de o especialista não saber nem mesmo aquilo que acredita saber. Essas 'ilhas' epistemológicas, dogmáticas e criticamente ensinadas, são ciumentamente mantidas por estes reservatórios ou silos de saber, que são as instituições de ensino, muito mais preocupadas com a distribuição de suas fatias de saber, de uma razão intelectual a alunos que não têm fome (JAPIASSÚ, 1994, p. 49).

Assim, percebe-se que ainda hoje as instituições de ensino enfatizam a transmissão de conteúdos ao invés da aprendizagem, a partir de um ensino estruturado em um "currículo de atividades" que na maioria das vezes não passa de um "rótulo sem significado".

Neste contexto, o modelo tradicional de organização curricular caracterizado pela descontextualização e a fragmentação do conhecimento tem-se mostrado deficitário, posto

que há um paradoxo entre a visão fragmentada do conhecimento e o mundo globalizado que visa cada vez mais a integração dos diferentes saberes.

Com isso, o discurso sobre integração curricular, quase sempre vinculado à ideia de inovação ou de renovação educacional, associado à melhoria do processo de ensino e de aprendizagem e à maior compreensão da realidade, é usualmente defendido com base em argumentos que tornam o conhecimento mais acessível ou mais significativo ao retirá-lo de compartimentos disciplinares separados, enquadrando-o em contextos que supostamente farão mais sentido para os discentes (BEANE, 2003).

Conforme ressalta Sacristán (2000):

Devemos superar as fronteiras artificiais do conhecimento especializado e integrar conteúdos diversos em unidades coerentes que apoiem uma aprendizagem mais integrada, para que se possa oferecer aos alunos algo com sentido cultural e não meros retalhos de saberes justapostos (SACRISTÁN, 2000, p. 299).

Assim, faz-se necessário que a escola apresente uma postura inovadora frente ao modelo tradicional de ensino, com o intuito de minimizar o individualismo dos conhecimentos disciplinares por meio da articulação e da integração das diversas áreas do saber no processo de ensino e de aprendizagem, de modo que a cumprir seu papel de socializadora do saber sistematizado de forma crítica, procurando superar a insignificância tradicional deste conhecimento e vinculando-o culturalmente à vida concreta do aluno (FAZENDA, 1994).

Convém mencionar que a nova proposta curricular oficial para o nível médio – Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio (PCNEM) – apresenta um currículo baseado na contextualização e na integração do conhecimento escolar com o contexto social, no domínio de competências básicas e no incentivo ao raciocínio e à capacidade de aprender. Essa proposta converge com as expectativas dos educadores e da sociedade em geral, no sentido de que o conhecimento escolar precisa ser revisto dentro de uma perspectiva interdisciplinar e contextualizada (BRASIL, 2000).

Neste cenário, salienta-se a prática da interdisciplinaridade como uma forma de diminuir a dissociação entre o mundo vivencial dos alunos e a realidade escolar, a fim de que o ensino seja percebido a partir da sua potencialidade como instrumento de compreensão crítica da realidade.

Sendo assim, um ensino interdisciplinar objetivaria formar alunos com uma visão global de mundo, capazes de articular, religar, contextualizar, situar-se num contexto e, se possível, globalizar e reunir os conhecimentos adquiridos (MORIN, 2002).

Com base em estudos etimológicos, a interdisciplinaridade pode ser compreendida como um movimento que se exerce no interior das disciplinas, e entre elas, visando recolocá-las em contato num sentido de integração (GARCIA, 2000).

Na visão de Siepierski (1998), a interdisciplinaridade pode ser entendida como uma possibilidade de transposição das limitações da compartimentalização. Nessa perspectiva, ela corresponderia à necessidade de superar a visão fragmentada da produção de conhecimento, articulando os saberes que são abordados de maneira tão desconexa entre si.

Partindo desse pressuposto, é possível entender que a interdisciplinaridade compreende um movimento de troca e cooperação, correspondendo a uma verdadeira integração entre as disciplinas, de modo que as fronteiras entre as mesmas se transformem em pontes, estando o tema a ser estudado além dos domínios disciplinares.

No entanto, apesar de haver um incentivo com relação à interdisciplinaridade, na prática são encontradas várias dificuldades que impedem a realização de uma ação efetivamente interdisciplinar. Alguns fatores considerados como entraves à interdisciplinaridade são apontados por Japiassú (1992), tais como:

O peso da rotina; a rigidez das estruturas mentais; a inevitável inveja dos conformismos e conservadorismos em relação às ideias novas e às inovações que seduzem; o positivismo anacrônico que, preso a um ensino dogmático, encontra-se à míngua de fundamentos teóricos; a mentalidade esclerosada de um ensinamento apenas por entesouramento; o enfeudamento das instituições; o carreirismo buscado sem competência; a ausência de crítica dos saberes fragmentados, dentre outros (JAPIASSÚ, 1992, p. 59).

Deste modo, para superar os obstáculos acima mencionados, é preciso correr riscos, romper com paradigmas tradicionais, abandonar a segurança do conhecido e enfrentar os desafios do novo, pois como destaca o referido autor “o interdisciplinar provoca atitudes de medo e de recusa, posto que constitui uma inovação. Todo o novo incomoda, porque questiona o já adquirido, o já instituído, o já fixado e o já aceito” (JAPIASSÚ, 1994, p. 83).

Assim, levando-se em consideração que o novo constitui uma barreira no que se refere à implementação de práticas integradoras, é de fundamental importância que seja adotada uma postura inovadora e ousada frente ao desconhecido e que haja coragem para enfrentar o novo,

a fim de que sejam ultrapassadas as barreiras da disciplinarização, alcançando uma *práxis* verdadeiramente interdisciplinar.

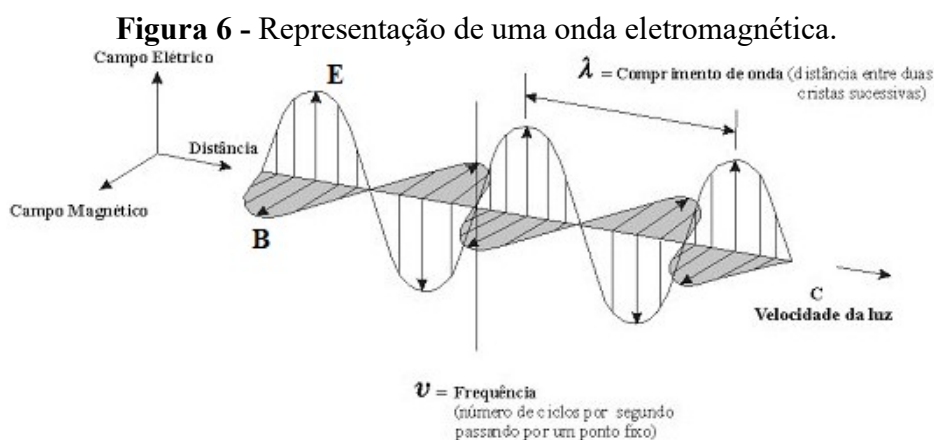
2.7. O ensino da espectroscopia em nível médio numa perspectiva cognitivista

A fim de se obter uma melhor compreensão da sequência didática desenvolvida neste trabalho, será realizado neste tópico um aprofundamento teórico dos conceitos físicos relacionados ao tema espectroscopia como um método que possibilita a identificação de elementos químicos por intermédio da luz, considerados na elaboração da UEPS.

Serão apresentados alguns aspectos relativos ao tema em questão, tais como: a luz como onda eletromagnética e seus componentes, as principais contribuições históricas para a espectroscopia, as fórmulas empíricas para o átomo de hidrogênio e como Bohr descreveu um modelo atômico em comum acordo com a teoria quântica.

2.7.1. A luz como onda eletromagnética

Sabe-se que as ondas eletromagnéticas não necessitam de um meio para se propagar e são resultantes dos campos elétricos e magnéticos que oscilam perpendicularmente entre si, se sustentando mutuamente, levando à propagação desse tipo de onda (HALLIDAY; RESNICK; WALKER, 2009). Os campos elétrico (\vec{E}) e magnético (\vec{B}) formam um ângulo de 90° , perpendicularmente entre si, na direção de propagação, conforme mostra a Figura 6:

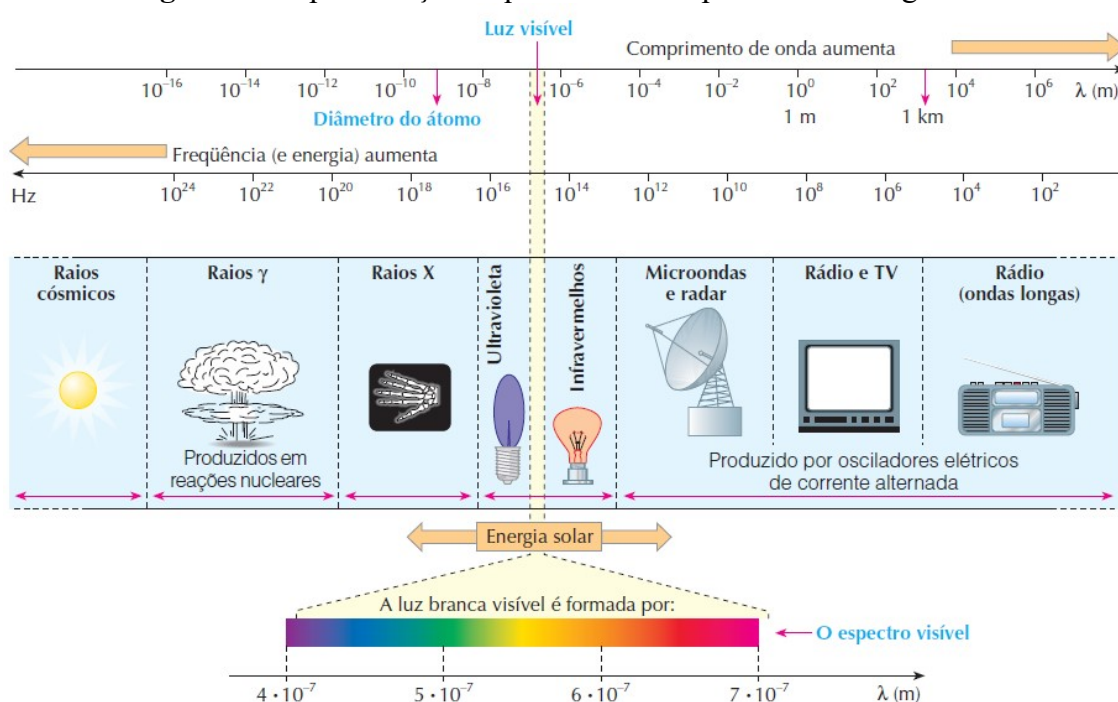


Disponível em: <<http://einsteinjournal.blogspot.com.br/2011/02/ondas-eletromagneticas-microondas.html>>. Acesso em: 16/11/17.

O cientista James Clerk Maxwell (1831-1879) foi o responsável por mostrar que um raio luminoso é uma onda eletromagnética e que nesse sentido os estudos da óptica e do eletromagnetismo se misturam (HALLIDAY; RESNICK; WALKER, 2009).

Atualmente, é conhecida uma variedade de ondas eletromagnéticas que compõem o espectro eletromagnético (Figura 7), tais como: a luz visível, as ondas de rádio (descobertas pelo cientista Heinrich Hertz) as micro-ondas, o infravermelho e o ultravioleta, entre outras (HALLIDAY; RESNICK; WALKER, 2009). Além disso, é importante destacar que o espectro eletromagnético geralmente apresenta-se organizado de acordo com as frequências e os comprimentos de onda.

Figura 7 - Representação esquemática do espectro eletromagnético.



Fonte: FELTRE, 2004, p. 89.

A análise da Figura 7 indica que a região do espectro onde se encontra a luz visível é muito pequena. Isso quer dizer que não podemos enxergar a maioria dos comprimentos de ondas presentes no espectro. Mas a parte que enxergamos, chamado espectro da luz visível, é de suma importância para nós (HALLIDAY; RESNICK; WALKER, 2009).

Na região visível do espectro eletromagnético, há cores de luz visíveis que vão do vermelho ao violeta. Cada cor possui um comprimento de onda e uma frequência específica. A luz de cor branca não se encontra presente em um comprimento de onda específico no espectro eletromagnético, posto que esta é o conjunto de todas as cores com intensidades

aproximadamente iguais enquanto que o preto é a ausência de todas as cores (HALLIDAY; RESNICK; WALKER, 2009).

Outra informação relevante é que a velocidade de propagação de todas as ondas eletromagnéticas no vácuo é igual e constante (c), correspondendo a aproximadamente 300.000 quilômetros por segundo.

2.7.2. Contribuições históricas para a espectroscopia

Desde a Antiguidade já se conhecia o fenômeno da decomposição da luz solar nas cores do arco-íris. No entanto, somente no século XVII que o físico e matemático inglês Isaac Newton (1643-1727), em seus estudos acerca da passagem da luz branca solar por um prisma, concluiu que a luz branca é o resultado da mistura de diferentes cores. Essa faixa multicolorida que se estendia do vermelho ao violeta, Newton denominou espectro (FILGUEIRAS, 1996).

Figura 8 - Newton e seus estudos sobre a decomposição da luz branca.



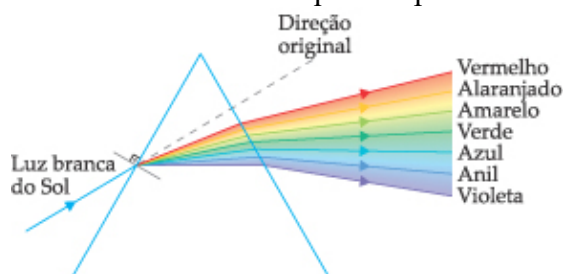
Disponível em: <<http://www.quimica3d.com/ir/br/introducao.php>>.

Acesso em: 28/12/2017.

A explicação para este fenômeno observado por Newton deve-se ao fato de a luz branca no interior do prisma de vidro sofrer refração (desvio da luz ocasionado pela passagem de um meio para o outro) e produzir um feixe colorido. Cada cor do espectro sofre um desvio diferente. De acordo com Newton (1672 apud SILVA; MARTINS, 1996, p. 321), “os raios menos refrangíveis são dispostos a exibir a cor vermelha, e [...] os raios mais refrangíveis são

todos dispostos a exibir uma cor violeta profunda”. Em outras palavras, a luz violeta será mais desviada do que as outras (Figura 9).

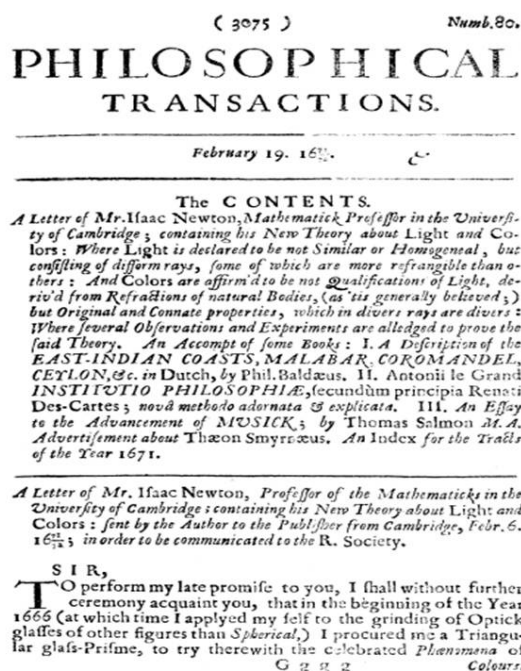
Figura 9 - Desvio das cores que compõe a luz branca.



Disponível em: <<https://interna.coceducacao.com.br/ebook/pages/613.htm>>.
Acesso em: 12/01/2018.

A análise aprofundada do espectro da luz solar realizada por Newton e a publicação do seu artigo sobre luz e cores em 1672 na revista *Philosophical Transactions of the Royal Society of London* (Figura 10) constituem marcos importantes da espectroscopia como ramo da Ciência.

Figura 10 - Primeira página do artigo de Newton publicado na Revista *Philosophical Transactions* em 1672.



Disponível em: <<http://www.sbfisica.org.br/rbef/pdf/v18a33.pdf>>.
Acesso em: 13/01/2018.

Convém mencionar que além de Newton, outros cientistas já haviam discutido sobre a formação do espectro colorido, dentre eles: Descartes (1637), os ingleses Robert Boyle (1664) e Robert Hooke (1665), além do italiano Francesco Grimaldi (1665) (ROCHA, 2002).

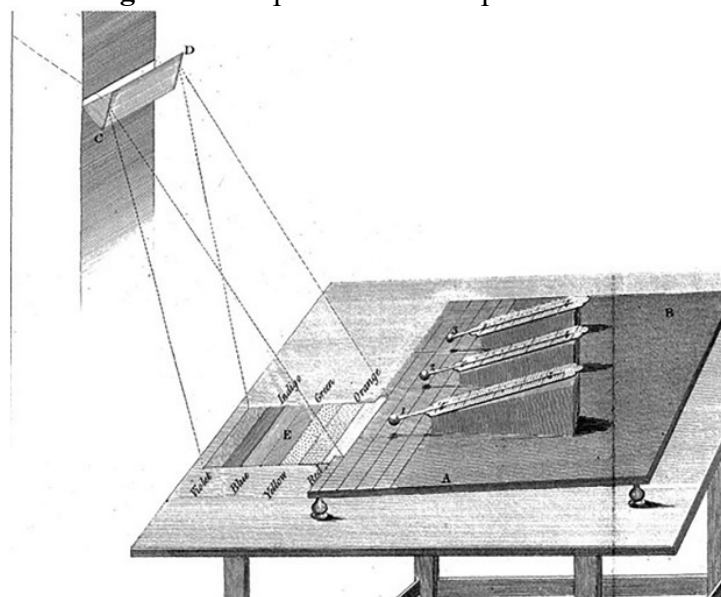
No ano de 1777, um químico sueco chamado Carl Wilhelm Scheele (1742-1786) analisou a ação das diferentes regiões do espectro solar obtido com um prisma sobre amostras de cloreto de prata, identificando que o escurecimento da substância se processava mais intensamente quanto mais próximo da extremidade violeta. Já era conhecido na época que o cloreto de prata – um sólido branco – escurecia quando exposto à luz pela reação de redução dos íons prata, sendo este o princípio básico da fotografia em preto e branco. Scheele, então, chegou à conclusão de que a luz violeta deveria ser a mais energética do espectro, posto ser esta cor que fazia a reação se processar mais rapidamente, ou seja, acelerava a reação (FILGUEIRAS, 1996).

Além das sete cores observáveis do espectro solar, foram encontradas em sua composição outras “cores” que não eram perceptíveis ao olho humano. Esta comprovação foi constatada por vários experimentos. Em um deles, em 1801, o alemão Johann Wilhelm Ritter (1776-1810) realizou um experimento semelhante ao efetuado por Scheele, utilizando sal de prata na região que está além do violeta. Surpreendentemente, ele verificou que a reação se processava mais rapidamente ainda do que na região violeta. Em 1802, o inglês William Hyde Wollaston (1766-1828), independentemente, obteve o mesmo resultado experimental de Ritter. Destes experimentos, pode-se concluir que há no espectro solar uma radiação invisível de energia mais alta que a luz violeta, que foi nomeada ultravioleta (FILGUEIRAS, 1996).

Outra contribuição importante no que se refere à identificação de “cores” além do espectro visível foi dada pelo astrônomo inglês William Herschel (1738-1822), que no ano de 1800, utilizou termômetros de mercúrio em posições diferentes do espectro solar (Figura 11), com o intuito de observar a temperatura em cada uma de suas regiões coloridas. O resultado observado foi que a temperatura aumentava conforme os termômetros se aproximavam da extremidade vermelha do espectro, e aumentava mais ainda ao serem colocados na região além da cor vermelha. A maior temperatura foi registrada na região invisível localizada após o vermelho, denominada de infravermelho (LEITE; PRADO, 2012).

Um fato curioso sobre Willian Herschel e que o tornou mundialmente famoso foi sua descoberta do planeta Urano, que o levou a ser parte integrante da *Royal Society*, premiado com o *Copley Prize*, além de ser nomeado astrônomo do Rei George III (OLIVEIRA; SILVA, 2014).

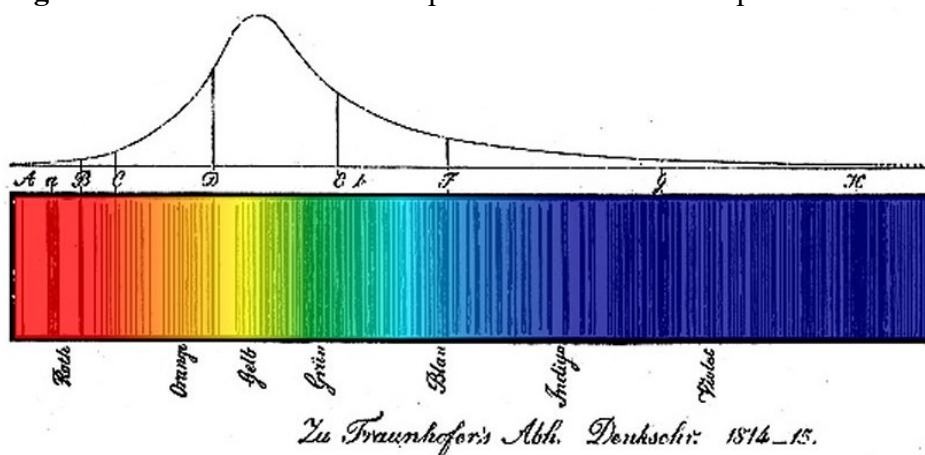
Figura 11 - Aparato utilizado por Herschel.



Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbef/v36n4/v36n4a22.pdf>>.
Acesso em: 13/01/2018.

No início do século XIX, em 1814, o cientista alemão Joseph Fraunhofer (1787-1826) constatou no espectro solar uma evidência experimental significativa⁵ no que concerne aos espectros atômicos: a existência de uma série de linhas escuras no espectro solar (Figura 12), conhecidas como “raias de Fraunhofer”. Utilizando prismas e grades de difração, o jovem construtor de instrumentos ópticos mapeou 574 linhas, associando as mais fortes às letras do alfabeto (FILGUEIRAS, 1996).

Figura 12 - Linhas escuras no espectro solar observadas por Fraunhofer.



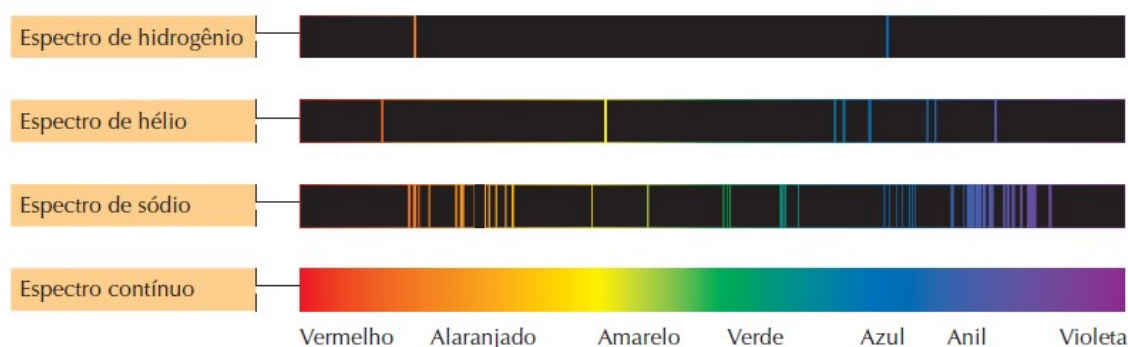
Disponível em: <http://www.ice-age-ahead-iaa.ca/scrp_absolute_climate/tccd031.htm>.
Acesso em 14/01/2018.

⁵ O britânico William Wollaston já havia detectado linhas escuras no espectro solar em 1802, apesar de não ter se preocupado em investigar a origem dessas linhas (NUSSENZVEIG, 1998).

Uma observação interessante realizada por Fraunhofer se refere ao formato espectral da luz da Lua e dos planetas que apresentavam linhas escuras em seus espectros idênticas às linhas observadas no espectro solar. No entanto, ele constatou que cada estrela apresentava um padrão espectral individual diferente do obtido no espectro solar.

Outra investigação referente à análise das substâncias feita por Fraunhofer verificou que ao se passar a luz emitida por materiais incandescentes por um prisma, obtinha-se como resultado um espectro discreto, e não contínuo como o espectro solar, como mostrado na Figura 13. Vale destacar que uma característica peculiar deste espectro discreto era a identificação de linhas luminosas brilhantes, que pareciam ser correspondentes às linhas escuras quando sobrepostas ao espectro solar (FILGUEIRAS, 1996).

Figura 13 - Diferença entre o espectro contínuo e o espectro discreto obtido de materiais incandescentes.



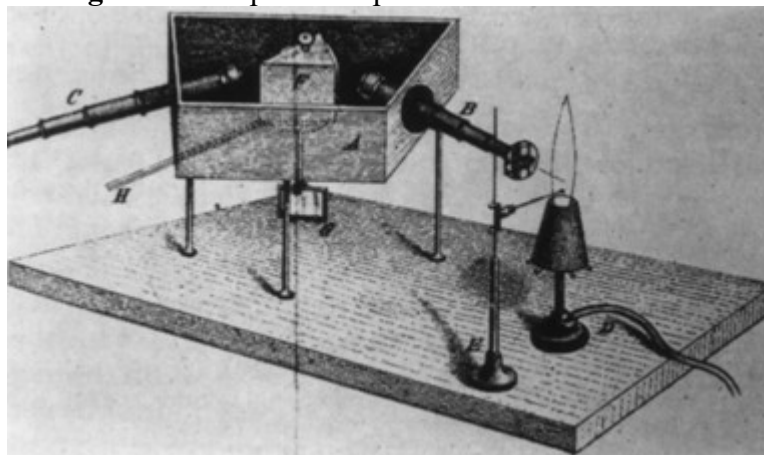
Fonte: FELTRE, 2004, p. 90.

Apesar das contribuições de Fraunhofer, ainda não havia uma explicação teórica adequada acerca da formação das linhas escuras. No entanto, seus experimentos motivaram novas investigações na busca do entendimento deste fenômeno.

Neste contexto, a colaboração de dois cientistas, o alemão Robert Bunsen (1811-1899) e o prussiano Gustav Kirchhoff (1824-1887), foi crucial para o desenvolvimento da espectroscopia, disseminando a utilização de técnicas espectrais na identificação e no estudo de elementos químicos, que até então eram obtidos por reações químicas ou isolados por eletrólise.

A dupla de cientistas que atuava na Universidade de Heidelberg, na Alemanha, foi responsável pela construção de um instrumento de fundamental importância para o avanço da Química, da Física e da Astronomia: o espectroscópio, mostrado na Figura 14.

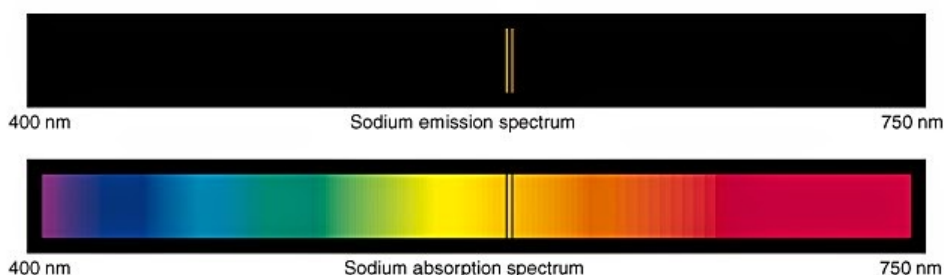
Figura 14 - Espectroscópio de Kirchhoff e Bunsen.



Fonte: FILGUEIRAS, 1996, p. 23.

No ano de 1859, Kirchhoff e Bunsen constataram que cada elemento químico quando aquecido apresentava uma série de linhas espectrais bem definidas que lhe era característica. Esse era o espectro de emissão do elemento analisado. Deste modo, o aquecimento do vapor de sódio (lançando-se sal de cozinha em um bico de Bunsen, por exemplo) resulta em duas linhas espectrais bem próximas do amarelo do espectro, responsáveis pela cor amarela observada pela luz emitida. É interessante destacar que as duas linhas que aparecem iluminadas no espectro do vapor de sódio também aparecem entre as raias de Fraunhofer, porém como linhas escuras, como ilustrado na Figura 15.

Figura 15 - Espectro de emissão (acima) e espectro de absorção (abaixo) do sódio.



Disponível em: <<http://dererummundi.blogspot.com.br/2014/09/tomaz-de-figueiredo-1902-1970.html>>. Acesso em 15/01/2018.

Analisando-se as linhas iluminadas que se sobrepunha às linhas escuras, Kirchhoff e Bunsen chegaram à conclusão de que as linhas escuras deveriam representar o espectro de absorção daquele elemento. Se no espectro solar houvesse a presença destas duas linhas escuras, este fato deveria sinalizar a presença do elemento (neste caso, o sódio) ao qual se associam na atmosfera do Sol.

Essa técnica de análise espectral utilizada por estes cientistas levou-os a descoberta, em 1860, de um novo elemento por meio da análise de um resíduo alcalino presente na água mineral de Durkheim. Por produzir linhas espectrais de emissão na cor azul, que não correspondia ao espectro de nenhum outro elemento conhecido até então, a dupla de cientistas nomeou este novo elemento de céσιο, do latim *caesius*, azul-celeste. Posteriormente, em 1861, Bunsen e Kirchhoff identificaram outro elemento, utilizando pequenas quantidades do material usado anteriormente, que possuía em seu espectro de emissão linhas vermelhas intensas. Este novo elemento foi denominado rubídio, oriundo da palavra latina *rubidus*, que significa da cor de rubi.

O trabalho e as conclusões obtidas destes dois brilhantes cientistas impulsionaram a “análise da composição química das estrelas em astrofísica – em particular, permitiu identificar o desvio Doppler para o vermelho e descobrir a expansão do Universo” (NUSSENZVEIG, 1998, p. 260).

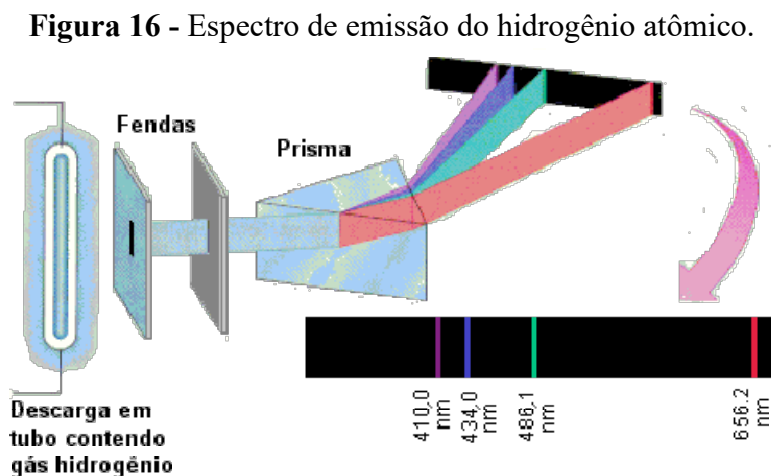
Por meio da espectroscopia, inúmeros elementos químicos foram descobertos e muitos deles correspondiam às lacunas presentes na tabela periódica, publicada por Dmitri Mendeleiev (1834-1907) em 1869. Até mesmo os “lantanídeos, de separação extremamente difícil, foram prontamente identificados pela espectroscopia” (FILGUEIRAS, 1996, p. 24).

Com relação à identificação de elementos, convém mencionar sobre a famosa verificação realizada, em 1868, pelo astrônomo inglês Joseph Norman Lockyer (1836-1920) do espectro das protuberâncias solares. Ele percebeu que havia neste espectro linhas que não coincidiam com as linhas do espectro de nenhum elemento conhecido na Terra. Assim, Lockyer chegou à conclusão de que havia no Sol um novo elemento que ele chamou de hélio, em homenagem ao deus grego do sol. Este elemento só viria a ser detectado na Terra pelo químico escocês William Ramsay (1852-1916) 27 anos depois dessa incrível descoberta (FILGUEIRAS, 1996).

2.7.3. Fórmulas empíricas para o elemento químico hidrogênio

Atualmente, sabe-se que ao se analisar espectros emitidos por átomos distintos, é possível verificar que cada tipo de átomo possui um espectro que lhe é característico, ou seja, o espectro atômico funciona como uma espécie de impressão digital que permite a caracterização e diferenciação dos elementos químicos que constituem a natureza.

Um dos espectros que foi bastante investigado pelos cientistas em busca de respostas para o problema em questão é o espectro de emissão do hidrogênio atômico devido a sua simplicidade, abundância no universo e por apresentar uma parte do seu espectro dentro da região de comprimentos de onda da luz visível (Figura 16).



Disponível em: <http://www.feiradeciencias.com.br/sala23/23_ma02.asp>.
Acesso em: 19/01/2018.

Houve um grande esforço da comunidade científica para obtenção de uma fórmula empírica que representasse o comprimento de onda das linhas observadas no espectro de emissão do átomo de hidrogênio.

Foi então que, em 1885, um professor suíço de uma escola secundária, chamado Johann Jakob Balmer (1825-1898) encontra “uma fórmula empírica que reproduzia com grande precisão (dentro de 0,02%) as posições desse conjunto de raias” (NUSSENZVEIG, 1998, p. 261).

$$\lambda = 3646 \frac{n^2}{n^2 - 4} . \quad n = 3,4,5, \dots \quad (1)$$

Na equação, λ corresponde ao comprimento de onda e n são os níveis de energia para o átomo de hidrogênio.

Em 1890, Johannes Rydberg, um físico sueco, apresentou uma forma mais conveniente de se apresentar essa fórmula em termos do inverso de comprimento de onda ao invés do comprimento de onda. Assim, a fórmula de Balmer pode ser reescrita como:

$$\frac{1}{\lambda} = R_H \left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{n^2} \right), \quad n = 3, 4, 5, \dots \quad (2)$$

onde R_H é conhecida como constante de Rydberg para o hidrogênio. Seu valor corresponde a:

$$R_H = 10967757,6 \pm 1,2 \text{ m}^{-1}.$$

Este valor “indica a precisão possível em medidas espectroscópicas” (EISBERG; RESNICK, 1979, p. 137).

A partir de então, foram obtidas diversas séries para o átomo de hidrogênio como mostrado na Tabela 1:

Tabela 1 - Séries do hidrogênio.

Nomes	Faixas de comprimento de onda	Fórmulas	Valores de n
Lyman	Ultravioleta	$\frac{1}{\lambda} = R_H \left(\frac{1}{1^2} - \frac{1}{n^2} \right)$	n = 2, 3, 4, ...
Balmer	Ultravioleta próximo e visível	$\frac{1}{\lambda} = R_H \left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{n^2} \right)$	n = 3, 4, 5, ...
Paschen	Infravermelho	$\frac{1}{\lambda} = R_H \left(\frac{1}{3^2} - \frac{1}{n^2} \right)$	n = 4, 5, 6, ...
Brackett	Infravermelho	$\frac{1}{\lambda} = R_H \left(\frac{1}{4^2} - \frac{1}{n^2} \right)$	n = 5, 6, 7, ...
Pfund	Infravermelho	$\frac{1}{\lambda} = R_H \left(\frac{1}{5^2} - \frac{1}{n^2} \right)$	n = 6, 7, 8, ...

Adaptado pela autora (Fonte: EISBERG; RESNICK, 1979, p. 137).

Vale ressaltar que todos esses resultados não eram explicados pelos princípios da Física Clássica, sendo necessária a elaboração de um modelo atômico que pudesse explicar as

características inerentes aos espectros atômicos. E é neste contexto que emerge uma explicação dada pelo cientista dinamarquês Niels Bohr.

2.7.4. Modelo atômico de Bohr

Em 1911, o modelo atômico proposto por Ernest Rutherford (1871-1937), com um núcleo contendo cargas positivas ao redor do qual giravam cargas negativas (elétrons) não dava conta de explicar a estabilidade do átomo.

O problema que não conseguia ser explicado é que, de acordo com a teoria eletromagnética clássica, os elétrons carregados negativamente que estariam constantemente acelerados em seu movimento em volta do núcleo perderiam energia na forma de radiação eletromagnética. Com isso, “a energia seria emitida às custas da energia mecânica do elétron, que se moveria em espiral até atingir o núcleo” (EISBERG; RESNICK, 1979, p. 134).

Além disso, os elétrons deveriam emitir um espectro contínuo da radiação e não um espectro discreto, como já obtido por meio de resultados empíricos para vários átomos.

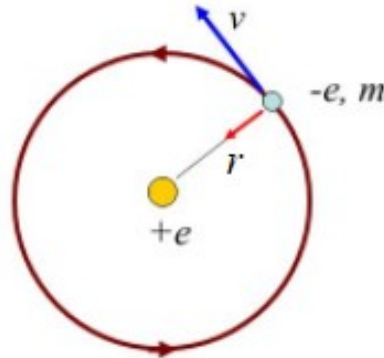
A explicação para este problema foi dada pelo cientista dinamarquês Niels Bohr (1885-1962), em 1913, ao desenvolver um modelo simples da estrutura atômica que explicava com sucesso o espectro discreto obtido experimentalmente da radiação emitida por certos átomos. Este modelo foi fundamentado com base nas ideias de quantização propostas por Max Planck (1858-1947) e Albert Einstein (1879-1955).

Bohr, ao considerar a instabilidade do átomo, admitiu a existência de estados estacionários, a fim de que o elétron continuasse orbitando ao redor do núcleo sem emitir radiação. Deste modo, mesclando ideias da Física Clássica com ideias da Física Quântica, Bohr propõe quatro postulados:

- 1) Um elétron em um átomo se move em uma órbita circular em torno do núcleo sob influência da atração coulombiana entre o elétron e o núcleo, obedecendo às leis da mecânica clássica.
- 2) Em vez da infinidade de órbitas que seriam possíveis segundo a mecânica clássica, um elétron só pode se mover em uma órbita na qual seu momento angular orbital L é um múltiplo inteiro de \hbar (a constante de Planck dividida por 2π).
- 3) Apesar de estar constantemente acelerado, um elétron que se move em uma dessas órbitas possíveis não emite radiação eletromagnética. Portanto sua energia total E permanece constante.
- 4) É emitida radiação eletromagnética se um elétron, que se move inicialmente sobre uma órbita de energia total E_i , muda seu movimento descontinuamente de forma a se mover em uma órbita de energia total E_f . A frequência da radiação emitida ν é igual à quantidade $(E_i - E_f)$ dividida pela constante de Planck h . (EISBERG; RESNICK, 1979, p. 138).

Para compreender melhor estes postulados, vamos considerar um elétron orbitando ao redor do núcleo (que supostamente permanece fixo no espaço) no átomo de hidrogênio (Figura 17).

Figura 17 - Órbita circular no átomo de um único elétron.



Disponível em: <<http://slideplayer.com.br/slide/3721027/>>.
Acesso em: 19/01/2018.

Neste caso, a força que atuaria entre o próton e o elétron seria a força coulombiana, dada por:

$$F = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{e^2}{r^2}, \quad (\text{força coulombiana}) \quad (3)$$

onde ϵ_0 é a constante elétrica, e é o valor da carga das partículas e r é o raio da órbita.

Além disso, a aceleração do elétron seria puramente centrípeta:

$$a = \frac{v^2}{r}, \quad (\text{aceleração centrípeta}) \quad (4)$$

onde v é a velocidade do elétron em sua órbita e r é o raio da órbita.

De acordo com a Lei de Newton, temos que:

$$F = m a . \quad (2^{\text{a}} \text{ lei de Newton}) \quad (5)$$

Na equação (5), F é a força, m é a massa e a é a aceleração.

Substituindo-se as equações (3) e (4) em (5), chegamos à:

$$\frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{e^2}{r^2} = m \frac{v^2}{r} \quad \rightarrow \quad \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{e^2}{r} = m v^2 . \quad (6)$$

Como a velocidade do elétron é constante e respeitando-se a conservação do momento angular L :

$$L = m v r = \text{constante}. \quad (7)$$

Aplicando-se a condição de quantização do momento angular imposta por Bohr em seu segundo postulado, podemos escrever que:

$$m v r = n \hbar, \quad n = 1, 2, 3, \dots \quad (8)$$

onde \hbar (lê-se: h cortado) corresponde à constante de Planck h dividida por 2π .

O valor numérico da constante de Planck é (NUSSENZVEIG, 1998, p. 248):

$$h \cong 4,136 \times 10^{-15} \text{ eV} \cdot \text{s} \cong 6,6261 \times 10^{-34} \text{ Joule} \times \text{segundo} ,$$

enquanto que o valor de \hbar é dado por:

$$\hbar \equiv \frac{h}{2\pi} \cong 1,0546 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s} \cong 6,582 \times 10^{-16} \text{ eV} \cdot \text{s} .$$

Isolando-se a velocidade v na equação (8):

$$v = \frac{n \hbar}{m r} . \quad n = 1, 2, 3, \dots \quad (9)$$

Para se chegar aos raios possíveis, devemos substituir (9) em (6) da seguinte forma:

$$\frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{e^2}{r} = m \left(\frac{n^2 \hbar^2}{m^2 r^2} \right) . \quad (10)$$

Simplificando a equação (10) e isolando-se r :

$$r = 4\pi\epsilon_0 \frac{n^2 \hbar^2}{m e^2}. \quad n = 1, 2, 3, \dots \quad (11)$$

Ou seja, a quantização do momento angular L proveniente do 2º postulado de Bohr restringiu as possíveis órbitas circulares, cujos raios podem ser obtidos por meio da equação (11).

Para se calcular a energia total de um elétron que se move em uma das órbitas possíveis, pode-se definir a energia potencial referente a zero quando o elétron encontra-se infinitamente afastado do núcleo. Deste modo, integrando-se o trabalho que seria realizado pela força coulombiana que atua de r a ∞ obtém-se a energia potencial V a qualquer distância finita r :

$$V = - \int_r^{\infty} \frac{e^2}{4\pi\epsilon_0 r^2} dr = - \frac{e^2}{4\pi\epsilon_0 r}. \quad (12)$$

Já a energia cinética K pode ser obtida utilizando-se a equação (6), da seguinte maneira:

$$K = \frac{1}{2} m v^2 = \frac{e^2}{4\pi\epsilon_0 2r}. \quad (13)$$

Deste modo, pode-se chegar à energia total E do elétron que é a soma da energia potencial encontrada em (12) e da energia cinética obtida em (13). Assim, temos que:

$$E = K + V = - \frac{e^2}{4\pi\epsilon_0 2r} = -K. \quad (14)$$

Aplicando-se a equação (11) em (13), chega-se à:

$$E = - \frac{1}{n^2} \frac{m e^4}{(4\pi\epsilon_0)^2 2 \hbar^2}. \quad n = 1, 2, 3, \dots \quad (15)$$

A partir de então, é possível observar outra consequência relevante proveniente da quantização do momento angular do elétron: a quantização de sua energia total.

No entanto, apesar do sucesso do modelo atômico proposto por Bohr que relaciona a hipótese de quantização da energia ao comportamento do elétron no átomo, ele é insuficiente para descrever completamente os sistemas atômicos.

Posteriormente, contribuições da mecânica quântica dadas por Erwin Schrödinger (1887-1961) e Werner Heisenberg (1901-1976) forneceram um método mais aceito e abrangente de descrição dos sistemas atômicos que se estende ao comportamento de partículas de qualquer sistema microscópico.

3. METODOLOGIA

O presente capítulo retrata a abordagem metodológica utilizada neste trabalho, bem como o contexto da pesquisa, enfocando-se a abordagem do tema espectroscopia no livro didático utilizado pela EJA e a análise de como os Currículos Mínimos das disciplinas de Física e de Química da EJA do estado do Rio de Janeiro tratam o tema em questão. Além destes aspectos, também se encontram descritas neste capítulo considerações acerca do locus de aplicação, dos sujeitos da pesquisa, dos instrumentos e das técnicas de análise dos dados.

3.1. A pesquisa

A metodologia de pesquisa utilizada neste trabalho possui viés qualitativo, uma vez que se fundamenta “numa perspectiva que concebe o conhecimento como um processo socialmente construído pelos sujeitos nas suas interações cotidianas, enquanto atuam na realidade, transformando-a e sendo por ela transformados” (ANDRÉ, 2013, p. 97).

Em concordância com a perspectiva humanista proposta pela presente pesquisa, optou-se pela modalidade qualitativa, posto que a mesma preocupa-se em investigar um nível de realidade que não se restringe a dados quantificados, levando em consideração aspectos sociais e culturais dos sujeitos da investigação, além da interação entre os mesmos.

Neste contexto, Minayo (1994) aponta que:

A pesquisa qualitativa responde a questões muito particulares. [...] Ela trabalha com o universo de significados, motivos, aspirações, crenças, valores e atitudes, o que corresponde a um espaço mais profundo das relações, dos processos e dos fenômenos que não podem ser reduzidos à operacionalização de variáveis (MINAYO, 1994, p. 21-22).

Convém mencionar que, o termo pesquisa qualitativa tem sido empregado alternativamente para indicar uma variedade de abordagens à pesquisa em ensino, tais como “pesquisa etnográfica, participativa observacional, estudo de caso, fenomenológica construtivista, interpretativa, antropológica cognitiva” (MOREIRA, 2009a, p. 25).

Neste trabalho, optou-se pela abordagem estudo de caso, com o intuito de descrever e analisar um fenômeno em particular, considerando-se a multiplicidade de dimensões e a dinâmica natural do contexto da pesquisa. Moreira (2009a, p. 13) destaca que para a realização de uma pesquisa do tipo estudo de caso, “é necessária uma profunda análise das interdependências das partes e dos padrões que emergem”.

Assim, conforme André (2013):

Se o interesse é investigar fenômenos educacionais no contexto natural em que ocorrem, os estudos de caso podem ser instrumentos valiosos, pois o contato direto e prolongado do pesquisador com os eventos e situações investigadas possibilita descrever ações e comportamentos, captar significados, analisar interações, compreender e interpretar linguagens, estudar representações, sem desvinculá-los do contexto e das circunstâncias especiais em que se manifestam (ANDRÉ, 2013, p. 97).

Vale destacar que, no processo de investigação, é imprescindível valorizar a imersão do pesquisador no contexto e sua interação com os participantes, buscando apreender o significado por eles atribuído aos fenômenos estudados. Além disso, é compreensível que haja um ajuste progressivo do foco do estudo no decorrer da investigação e que os dados obtidos sejam predominantemente descritivos e expressos por meio de palavras (ALVES, 1991).

3.2. O contexto da pesquisa

Nesta seção encontra-se uma breve análise da abordagem do tema espectroscopia como método de identificação de elementos químicos por meio da luz no livro didático adotado pela EJA e no currículo utilizado.

3.2.1. A abordagem do tema espectroscopia no livro didático da EJA

O livro adotado (ALVES et al., 2013) para ser utilizado na turma do módulo IV EJA do Colégio Estadual Benta Pereira, na qual se aplicou o produto desta pesquisa, foi elaborado em 2013 pela Fundação CECIERJ (Centro de Educação a Distância do Estado do Rio de Janeiro) e possui dois volumes nos quais são encontradas unidades referentes às Ciências da Natureza e suas tecnologias (Biologia, Física e Química).

Convém mencionar que na página do Projeto SEEDUC⁶ é possível obter acesso ao Manual EJA⁷, ao Material do Professor (contendo um conjunto de atividades para auxiliar o professor no desenvolvimento de suas aulas), ao Material do Aluno (livro didático auxiliar no

⁶ Disponível no endereço eletrônico <<http://projetoeduc.cecierj.edu.br/index.php>>.

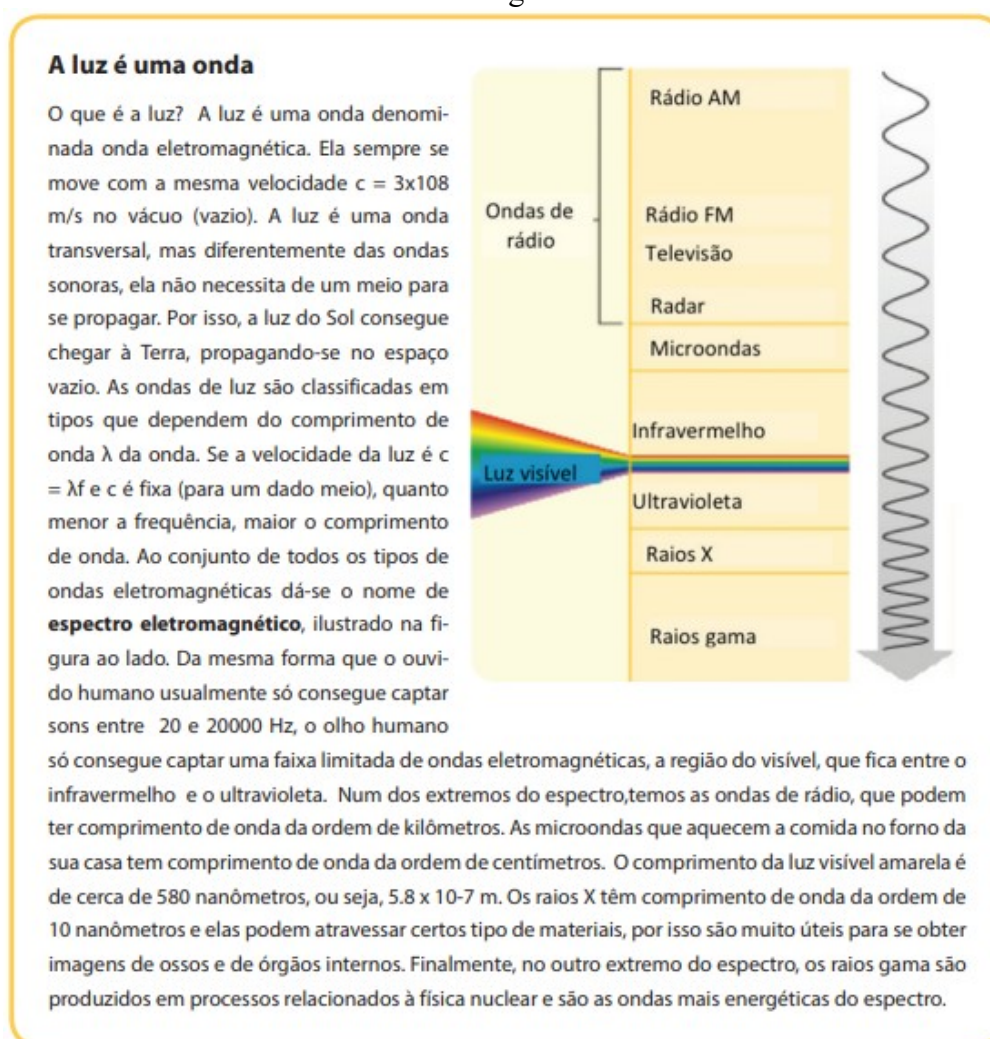
⁷ Este documento traz orientações sobre a Nova EJA (implementada no 1º semestre de 2013 pela SEEDUC em parceria com a Fundação Centro de Ciências e Educação Superior a Distância do Estado do Rio de Janeiro – CONSÓRCIO CEDERJ) abordando metas, questões acadêmicas e pedagógicas, acompanhamento e avaliação do programa, além de informações sobre a formação continuada de professores. É possível ter acesso a esse manual por meio do endereço eletrônico a seguir: <<http://projetoeduc.cecierj.edu.br/eja/manual-eja.pdf>>.

acompanhamento dos estudos do discente), bem como ao Material Multimídia (separados por disciplinas e contendo recursos multimidiáticos sobre os assuntos trabalhados em aula).

O volume 1 do Material do Aluno do módulo IV – referente às Ciências da Natureza e suas tecnologias – aborda conceitos de eletricidade e magnetismo em cinco unidades distintas (6, 7, 8, 9 e 10), enquanto que o volume 2 enfatiza conceitos relacionados ao estudo da óptica em 4 unidades (6, 7, 8 e 9).

No que se refere ao tema espectroscopia, o volume 2 do material em análise traz uma referência ao espectro eletromagnético na unidade 8 intitulada “*Entrando nessa onda*”, mais especificamente na seção 3 (“*Propriedades fundamentais da onda*”) – no tópico Saiba Mais, localizado na página 207 (Figura 18).

Figura 18 - Sessão Saiba Mais do Material do Aluno da EJA que aborda o espectro eletromagnético.



Disponível em: <http://projetoeduc.cecierj.edu.br/eja/material-aluno/modulo-04/Miolo_Ciencias_Natureza_Nova_Eja_Aluno_Mod04_Vol02.pdf>.
Acesso em: 20/01/2018.

O tópico retrata a luz como uma onda eletromagnética com velocidade constante que não necessita de um meio para se propagar e apresenta uma breve discussão sobre o espectro eletromagnético, destacando as faixas de ondas eletromagnéticas presentes no mesmo.

3.2.2. Espectroscopia e o currículo da EJA

No ano de 2011, a Secretaria Estadual de Educação do Rio de Janeiro (SEEDUC-RJ) iniciou a elaboração dos Currículos Mínimos⁸ como documentos-base norteadores para todas as escolas estaduais, apresentando as competências, habilidades e conteúdos básicos que embasariam os planos de curso e as aulas.

Inicialmente, os Currículos Mínimos foram desenvolvidos pela SEEDUC-RJ para os anos finais do ensino fundamental e para o ensino médio regular, nos seguintes componentes: Matemática, Língua Portuguesa/Literatura, História, Geografia, Filosofia e Sociologia.

Já em 2012, a SEEDUC-RJ realizou uma revisão das seis disciplinas mencionadas do Currículo Mínimo, entendendo-o também para outras seis disciplinas (Ciências/Biologia, Física, Química, Língua Estrangeira, Educação Física e Arte).

Levando-se em consideração as especificidades de cada modalidade de ensino, foi elaborado no ano de 2013 um Currículo Mínimo específico para a modalidade EJA – Educação de Jovens e Adultos (RIO DE JANEIRO, 2013), tanto a nível fundamental quanto para o nível médio.

É interessante mencionar que apesar de ser desenvolvido para atender às necessidades do público heterogêneo da EJA, o Currículo Mínimo da disciplina de Física referente ao nível médio apresenta os conteúdos, as habilidades e as competências direcionados para três fases da EJA (I, II e III).

No entanto, atualmente, a modalidade EJA é constituída de quatro módulos/fases distintas (I, II, III e IV), e não de três como aponta o Currículo Mínimo. Além disso, na grade curricular da EJA, a disciplina de Física está presente somente nos módulos II e IV, e não nos módulos I, II e III, como destaca o currículo em análise.

No que se refere ao tema espectroscopia, o Currículo Mínimo traz habilidades e competências relativas ao campo conceitual *Espectro eletromagnético e natureza dual da luz*,

⁸ Os currículos mínimos elaborados pela SEEDUC-RJ tanto para o nível regular quanto para a modalidade EJA encontram-se disponíveis para acesso no endereço eletrônico: <<http://www.rj.gov.br/web/seeduc/exibeconteudo?article-id=5686742>>, na própria página da secretaria estadual.

no 2º bimestre da fase III do nível médio, embora já citado que este módulo da EJA não contempla a disciplina Física em sua grade curricular.

As habilidades e competências a serem desenvolvidas pelos discentes no campo conceitual já mencionado, de acordo com o Currículo Mínimo da EJA da disciplina de Física (RIO DE JANEIRO, 2013a), são apresentadas a seguir:

- Diferenciar a natureza das ondas presentes em nosso cotidiano;
- Conhecer as características do espectro eletromagnético, reconhecendo as diferenças entre os tipos de ondas eletromagnéticas a partir de sua frequência;
- Reconhecer o olho humano como um receptor de ondas eletromagnéticas;
- Compreender os fenômenos relacionados à luz como fenômenos ondulatórios;
- Compreender as propriedades das ondas e como elas explicam fenômenos presentes em nosso cotidiano;
- Compreender a importância dos fenômenos ondulatórios na vida moderna sobre vários aspectos, entre eles sua importância para a exploração espacial e na comunicação;
- Relacionar benefícios alcançados nas comunicações e na saúde com o desenvolvimento científico e tecnológico alcançado pela Física Ondulatória (RIO DE JANEIRO, 2013a, p. 07).

As competências e habilidades acima indicadas não mencionam a possibilidade de identificação de elementos químicos a partir da luz, ou seja, não destacam a importância da espectroscopia propriamente dita.

No que se refere às habilidades e competências encontradas no Currículo Mínimo da EJA da disciplina de Química (RIO DE JANEIRO, 2013b) que se inter-relacionam com o tema luz na identificação de elementos químicos, é possível destacar:

- Compreender os processos históricos que deram origem ao conceito atômico atual (da hipótese filosófica de Leucipo/Demócrito ao modelo orbital moderno);
- Reconhecer a presença dos elementos químicos na natureza, como nos recursos minerais, atmosfera e fora de nosso planeta (RIO DE JANEIRO, 2013b, p. 5).

Daí a relevância de se elaborar um produto que realce como se deu a evolução da espectroscopia e como ela facilitou a identificação de elementos químicos distintos por intermédio da luz, apontando o caráter interdisciplinar entre a Química e a Física para explicar fenômenos neste ramo da Ciência e servindo para auxiliar a prática docente no que se refere ao tema em questão.

3.3. Lócus da pesquisa

A pesquisa foi realizada no Colégio Estadual Benta Pereira (Figura 19), localizado na zona urbana do município de Campos dos Goytacazes/RJ, mais especificamente na Rua Antonino Neves, nº 148, Parque Jardim Carioca, em Guarus. É uma instituição de ensino público, pertence à Regional Norte Fluminense. O Colégio oferece ensino fundamental II (6º ao 9º ano), ensino médio regular (1º ao 3º ano), ensino médio na modalidade EJA (módulo I ao IV) e correção de fluxo.

Figura 19 - Colégio Estadual Benta Pereira.



Disponível em: <http://imagens.ururau.com.br/2017-10-19_11:17:30_benta.jpeg>.
Acesso em: 22/01/2018.

O Colégio Estadual Benta Pereira, criado em 1911, foi a primeira escola pública fundada em Guarus, recebendo esse nome em homenagem à heroína campista Benta Pereira, cujo passado enche de orgulho a comunidade de Campos dos Goytacazes⁹.

Funcionou desde sua fundação até o ano de 1962 na Avenida Beira Rio, em Guarus, sendo transferido para o prédio onde funciona até hoje, inaugurado pelo governador Dr. Celso Peçanha. Oferecia na ocasião, da alfabetização até a 5ª série do antigo primário, no horário diurno.

Em resposta aos anseios da comunidade, em 1963 foi implantado o ensino supletivo da I a V fases, que supriu de forma adequada e efetiva às necessidades educacionais, oferecendo

⁹ Vale ressaltar que as informações relevantes que constituem esta seção foram consultadas no Projeto Político Pedagógico (PPP) do ano de 2018 do Colégio Estadual Benta Pereira, fornecidos pela coordenação pedagógica.

o curso primário noturno, abrigando naquela época o Colégio Cenecista Bartholomeu Lysandro no mesmo espaço físico, que atendia à carência do curso ginásial.

Em 1970, foi implantado o ensino regular de 5ª a 8ª séries (atual ensino fundamental II). Posteriormente, no ano de 1886, foi oferecido o 2º grau (atual ensino médio). Na ocasião oferecia dois cursos profissionalizantes: Formação de Professores e Técnico em Serviços Bancários. Alguns anos depois, também ofereceu o curso profissionalizante Técnico em Administração.

Seguindo as diretrizes do Sistema Estadual de Ensino, a partir do ano de 2000, o ensino profissionalizante foi substituído pelo Ensino Médio Regular e o Ensino de Jovens e Adultos (EJA), preparando a clientela para concluir a Educação Básica e prosseguir seus estudos ingressando no Ensino Superior.

Atualmente, o C. E. Benta Pereira funciona nos três turnos, oferecendo ensino fundamental II (6º ao 9º ano), ensino médio regular (1º ao 3º ano), ensino médio na modalidade EJA (módulo I ao IV) e correção de fluxo. Além disso, o colégio possui 115 funcionários e um total de 860 alunos matriculados.

Em relação ao seu espaço físico, a instituição de ensino possui vinte e quatro salas de aula, cozinha, refeitório, quadra poliesportiva coberta, sala dos professores, sete banheiros, seis salas administrativas, auditório, salas de multimeios e de artes, biblioteca, laboratórios de informática e ciências.

3.4. Sujeitos da pesquisa

A aplicação do produto didático desenvolvido neste trabalho foi efetuada em uma turma do módulo IV (402) da modalidade EJA de ensino do Colégio Estadual Benta Pereira.

Os sujeitos participantes da investigação possuíam aulas de segunda à sexta-feira, no período noturno compreendido entre 18h30min às 21h50min. Convém destacar que, cada hora/aula possui duração de 50 minutos, diferentemente das turmas noturnas do nível médio regular que possuem duração de 45 minutos com carga horária diária de 6 horas/aula.

Vale mencionar que no Material do Aluno, encontrado na página do Projeto SEEDUC (citado neste trabalho na seção 3.2.1), há uma tabela presente na página 5 que apresenta a grade de disciplinas que o aluno irá cursar ao optar pela modalidade EJA, representada na Figura 20:

Figura 20 - Grade de disciplinas do EJA e distribuição da carga horária semanal e total.

MÓDULO	NOME DISCIPLINA	CH SEMANAL	CARGA HORÁRIA TOTAL
MÓDULO I	LÍNGUA PORTUGUESA/LITERATURA I	4	80
MÓDULO I	MATEMÁTICA I	4	80
MÓDULO I	HISTÓRIA I	4	80
MÓDULO I	GEOGRAFIA I	4	80
MÓDULO I	FILOSOFIA I	2	40
MÓDULO I	SOCIOLOGIA I	2	40
MÓDULO I	ENSINO RELIGIOSO	1	20
CARGA HORÁRIA TOTAL DO MÓDULO I			420
MÓDULO II	LÍNGUA PORTUGUESA/LITERATURA II	4	80
MÓDULO II	MATEMÁTICA II	4	80
MÓDULO II	FÍSICA I	4	80
MÓDULO II	QUÍMICA I	4	80
MÓDULO II	BIOLOGIA I	4	80
MÓDULO II	ENSINO RELIGIOSO	1	20
CARGA HORÁRIA TOTAL DO MÓDULO II			420
MÓDULO III	LÍNGUA PORTUGUESA/LITERATURA III	4	80
MÓDULO III	MATEMÁTICA III	4	80
MÓDULO III	HISTÓRIA II	3	60
MÓDULO III	GEOGRAFIA II	3	60
MÓDULO III	FILOSOFIA II	2	40
MÓDULO III	SOCIOLOGIA II	2	40
MÓDULO III	EDUCAÇÃO FÍSICA	2	40
MÓDULO III	LÍNGUA ESTRANGEIRA OPTATIVA	2	40
MÓDULO III	ENSINO RELIGIOSO	1	20
CARGA HORÁRIA TOTAL NO MÓDULO III			460
MÓDULO IV	LÍNGUA PORTUGUESA/LITERATURA IV	4	80
MÓDULO IV	MATEMÁTICA IV	3	60
MÓDULO IV	FÍSICA II	3	60
MÓDULO IV	QUÍMICA II	3	60
MÓDULO IV	BIOLOGIA II	3	60
MÓDULO IV	LÍNGUA ESTRANGEIRA	2	40
MÓDULO IV	ARTES	2	40
MÓDULO IV	ENSINO RELIGIOSO	1	20
CARGA HORÁRIA TOTAL NO MÓDULO IV			420

Disponível em: <<http://projetoeduc.cecierj.edu.br/eja/material-aluno/modulo-04>>.
Acesso em: 23/01/2018.

Além disso, os módulos do EJA possuem duração de um semestre letivo. Para efeito de conclusão do Ensino Médio o discente deverá cumprir quatro módulos, em quatro semestres letivos ou dois anos, enquanto o período letivo para a conclusão do nível médio regular (com um total de três séries) corresponde a três anos, sendo um ano para cada série.

A disciplina de Física – que é a área de interesse para o desenvolvimento deste trabalho – no módulo IV EJA possui uma carga horária de 3 horas/aula semanais, totalizando 30 horas/aula bimestrais. No 2º semestre de 2018, quando foi realizada a aplicação da sequência didática na turma mencionada anteriormente, as aulas de Física foram distribuídas da seguinte forma: 1 hora/aula na terça-feira e 2 horas/aula na quarta-feira.

No que se refere à caracterização da turma, foi elaborado um questionário com o intuito de investigar o perfil do público da EJA: a faixa etária, aspectos relacionados à trajetória escolar (histórico de evasão, abandono dos estudos, período distante do ambiente escolar, dentre outros) e profissional dos discentes.

3.5. Instrumentos de coleta de dados

A utilização da observação e de anotações provenientes da aplicação da UEPS efetuadas pela professora/pesquisadora foram instrumentos consideráveis de coleta de dados. Conforme Stake (1995 apud ANDRÉ, 2013, p. 100): “as observações conduzem o pesquisador para a compreensão do caso, sendo necessário realizar um registro bem detalhado e claro dos eventos, a fim de que se forneça uma descrição incontestável que seja útil para futuras análises e para o relatório final”.

A aplicação de um questionário para se traçar o perfil da turma (Apêndice A), caracterizando os sujeitos da pesquisa, constituiu uma das ferramentas de coleta de informações utilizadas no presente trabalho, a partir do qual foram verificados aspectos relacionados à trajetória escolar do aluno, à faixa etária dos sujeitos investigados, à sua vida pessoal e profissional, além de investigar se o discente possui pretensões futuras de dar continuidade aos estudos.

Outro questionário foi aplicado com o intuito de identificar concepções prévias relevantes dos discentes e incitar a curiosidade dos mesmos acerca do tema luz na identificação de elementos químicos.

Também foram aplicados questionários para avaliação da aprendizagem dos discentes com o auxílio das ferramentas *online Plickers* e *Google Forms*. O *Google Forms* também foi utilizado para saber a opinião dos alunos sobre a aplicação das etapas investigativas da UEPS.

Devido ao caráter simultâneo das conversas dos alunos, os debates decorrentes das aulas e das atividades experimentais foram gravados e registrados por meio de fotografias para que questionamentos e posicionamentos importantes não fossem perdidos ao longo da aplicação da sequência didática.

Além do uso da gravação e da fotografia como formas de registro, também foram utilizados como instrumentos de coleta de dados mapas conceituais elaborados pelos discentes tanto na etapa inicial quanto na etapa final de aplicação do produto, com o intuito de verificar conceitos subsunçores e indícios de uma aprendizagem significativa. Neste contexto, os mapas conceituais funcionaram como uma avaliação qualitativa em termos de busca de evidências da aprendizagem significativa, a fim de que os alunos externalizem a organização do conhecimento em sua estrutura cognitiva (MOREIRA, 2013).

Outros recursos avaliativos que foram utilizados são atividades e roteiros experimentais presentes no material didático relacionados aos conceitos abordados para melhor compreensão do tema em questão.

Vale destacar que, a avaliação da aprendizagem não foi efetuada de modo somativo sendo realizada somente ao final da aplicação da UEPS, mas sim como um processo contínuo ao longo de sua implementação.

3.6. Técnicas de análise dos dados

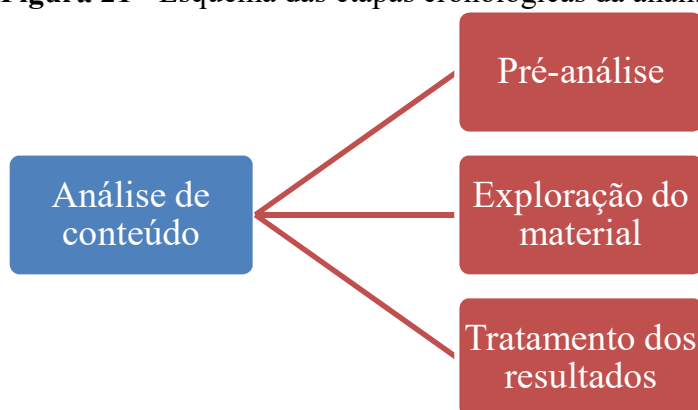
Para análise dos dados coletados nas perguntas abertas foi adotada como referência a análise de conteúdo de Bardin (2009), que pode ser designada como:

[...] um conjunto de técnicas de análise das comunicações visando obter, por procedimentos sistemáticos e objetivos de descrição do conteúdo das mensagens, indicadores (quantitativos ou não) que permitam a inferência de conhecimentos relativos às condições de produção/recepção (variáveis inferidas) destas mensagens (BARDIN, 2009, p. 42).

Na perspectiva de análise de Bardin, uma das tarefas do pesquisador é buscar formas de compreender o que há por detrás das mensagens em processo de análise, na tentativa de atribuir-lhe alguma significação. Os sentidos conferidos às mensagens estão relacionados às Unidades de Significação (US) que “correspondem ao segmento do conteúdo a considerar como unidade de base, visando à categorização e a contagem frequencial” (BARDIN, 2009, p. 130).

De acordo com Bardin (2009, p. 121), a organização da análise de conteúdo deve ser pautada em três etapas cronológicas: 1) a pré-análise; 2) a exploração do material e 3) o tratamento dos resultados, a inferência e a interpretação. Estas três etapas encontram-se esquematicamente representadas na Figura 21.

Figura 21 - Esquema das etapas cronológicas da análise de conteúdo.



Fonte: adaptação própria (BARDIN, 2009).

A pré-análise envolve a leitura fluente dos dados, por meio da qual o pesquisador terá o primeiro contato com o material que será submetido à análise. Esta é a fase de organização dos dados, na qual será efetuada a escolha dos documentos, a formulação das hipóteses e dos objetivos, além da elaboração dos indicadores e a preparação do material.

Na fase de exploração do material são adotados os devidos procedimentos de codificação (recorte das respostas dadas em US), de enumeração (seleção das regras de contagem) e de classificação (agrupamento de elementos com características comuns – agregação – e separação de elementos por diferenciação – categorização) do material de acordo com regras previamente estabelecidas.

A terceira etapa do processo de análise de conteúdo consiste no tratamento dos resultados, na qual há a proposição de inferências e interpretações por parte do pesquisador, visando transformar os dados coletados em resultados significativos e válidos.

No que se refere à análise dos dados coletados das questões fechadas, foram criados gráficos que indicam a frequência na qual as alternativas das questões correspondentes foram selecionadas pelos alunos.

Além do questionário, outro instrumento de coleta de dados presente na aplicação da UEPS foi o mapa conceitual utilizado como instrumento de avaliação da aprendizagem.

Conforme destaca Moreira (1998):

Como instrumento de avaliação da aprendizagem, mapas conceituais podem ser usados para se obter uma visualização da organização conceitual que o aprendiz atribui a um dado conhecimento. Trata-se basicamente de uma técnica não tradicional de avaliação que busca informações sobre os significados e relações significativas entre conceitos-chave da matéria de ensino segundo o ponto de vista do aluno (MOREIRA, 1998, p. 147).

Neste contexto, com o intuito de analisar e atribuir valor numérico ao mapa conceitual, foi verificada em sua estrutura a presença ou não de quatro critérios importantes, evidenciados por Novak e Gowin (1996 apud ALMEIDA; SOUZA; URENDA, 2004, p. 5): proposições, hierarquia, ligações cruzadas e exemplos. Estes critérios são descritos detalhadamente a seguir:

- **Proposições:** ao analisar as proposições, ou seja, as relações entre os conceitos, deve ser observado se as palavras-chave que os conectam são significativas e se a ligação estabelecida é válida;
- **Hierarquia:** ao considerar a hierarquia na análise, o professor deve verificar se a construção do mapa levou em conta os princípios de diferenciação progressiva e de

reconciliação integradora, identificando se conceitos mais gerais/mais inclusivos aparecem num nível anterior aos conceitos mais específicos;

- Ligações cruzadas: deve-se verificar a presença de ligações válidas e significativas que confirmam transversalidade ao mapa. É válido considerar ligações transversais criativas ou peculiares;
- Exemplos: a presença de exemplos também deve ser levada em conta na análise de um mapa conceitual.

A partir destes critérios foram criadas categorias e atribuídas um peso a cada uma delas de forma a quantificar um mapa conceitual, conforme indicado no Quadro 2.

Quadro 2 - Atribuição de pontos para mapas conceituais conforme critérios classificatórios de Novak e Gowin (1996, p. 53).

<i>Critérios classificatórios</i>	<i>Pontuação</i>
<u>Proposições</u> → cada ligação entre dois conceitos válida e significativa	1
<u>Hierarquia</u> → cada nível válido	5
<u>Ligações transversais</u> → válida e significativa	10
→ somente válida	2
→ criativa ou peculiar	1
<u>Exemplos</u> → cada exemplo válido	1

Adaptado pela autora (Fonte: CALDAS, 2006, p. 56).

Conforme apresentado no Quadro 2, estipulou-se um peso para cada categoria. Assim, se no mapa conceitual houver proposições, por exemplo, a pontuação associada a esse critério, no caso um ponto, será multiplicada pela quantidade de proposições identificada no mapa. Ao final da análise, a pontuação total do mapa conceitual será dada pela soma dos pontos atribuídos a cada um dos critérios classificatórios. Para efeito de comparação, a pontuação final obtida será relacionada a uma pontuação média, tomada como base, a partir de um mapa conceitual de referência (chamado de mapa de referência) confeccionado pela professora/pesquisadora.

Cabe ressaltar que a atribuição de pontos para os mapas conceituais não visa julgar se um mapa está correto ou não, mas, sim, apontar indícios da ocorrência da aprendizagem significativa, ressaltando, assim, sua potencialidade como ferramenta avaliativa.

Além disso, é importante frisar que um mapa conceitual não é autoexplicativo, devendo ser explicado por seu(s) autor(es), com a finalidade de externalização de significados (MOREIRA, 1998).

Também foram considerados para análise dos resultados o envolvimento e o interesse dos alunos na realização das atividades propostas, além da presença e participação dos mesmos em todas as etapas investigativas da UEPS.

4. DESCRIÇÃO DO PRODUTO

Este capítulo enfatiza a descrição do produto educacional elaborado no decorrer desta pesquisa. São apresentadas algumas considerações iniciais com relação ao material didático desenvolvido, além do roteiro sequencial de atividades realizadas ao longo da aplicação da Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS), abordando as etapas investigativas relativas ao tema espectroscopia como método de identificação de elementos químicos por intermédio da luz.

4.1. Considerações iniciais

Neste trabalho foi estruturada uma sequência didática, ancorada numa Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS), com o intuito de subsidiar a aprendizagem de conceitos relativos à luz na identificação de elementos químicos em nível médio na modalidade EJA, buscando-se a detecção de indícios de aprendizagem significativa.

A sequência de atividades foi elaborada de modo a favorecer a utilização de diversas estratégias e ferramentas didáticas, dentre as quais se destacam: mapas conceituais, estudo de caso interdisciplinar, vídeos, atividades experimentais, aulas expositivas dialogadas, simulações computacionais interativas e aplicativos móveis.

Esta proposta foi aplicada na segunda turma do período noturno do módulo IV (402) da modalidade EJA de ensino do Colégio Estadual Benta Pereira, no 2º bimestre do ano letivo de 2018. A escolha do bimestre foi feita em acordo com a análise do Material do Aluno elaborado pela SEEDUC-RJ em parceria com a Fundação CECIERJ, no qual são encontrados alguns conteúdos relacionados ao tema em questão, além de serem encontradas habilidades e competências alinhadas com o tema proposto no Currículo Mínimo do Estado do Rio de Janeiro voltado para o público da EJA na disciplina de Física.

Ao total, foram necessários oito encontros de 2 horas/aula, totalizando 16 horas/aula de 50 minutos cada, para aplicação do produto e verificação de sua potencialidade como material potencialmente significativo. Convém destacar que para a ocorrência da aprendizagem significativa é necessário que estejam presentes duas condições: o material elaborado deve ser potencialmente significativo para o aluno, relacionando-se a sua estrutura cognitiva de forma não arbitrária e não literal (substantiva); além de que o discente deve apresentar uma predisposição para aprender, de forma a relacionar o conteúdo a ser ensinado a sua estrutura de conhecimento (MOREIRA; MASINI, 2001).

4.2. Roteiro do produto

A seguir, encontram-se descritas as etapas investigativas da UEPS, as estratégias didáticas utilizadas em cada encontro, bem como a maneira como foram executadas.

A sequência apresentada a seguir foi proposta com o intuito de facilitar a aquisição de significados de conceitos necessários à compreensão da espectroscopia como um ramo da Ciência que possibilita a identificação de elementos químicos por intermédio da luz.

O processo de validação da UEPS na busca de indícios que apontem para a ocorrência da aprendizagem significativa envolveu oito etapas investigativas descritas no Quadro 3, com seus respectivos objetivos e atividades realizadas. Cada etapa teve duração de 2 horas/aula de 50 minutos cada, totalizando 16 horas/aula.

Quadro 3 - Etapas investigativas da UEPS e seus respectivos objetivos e duração.

ETAPAS INVESTIGATIVAS DA UEPS		
ETAPAS INVESTIGATIVAS	OBJETIVOS	ATIVIDADES REALIZADAS
1ª Etapa Questionário inicial	<ul style="list-style-type: none"> ★ Identificar concepções prévias relevantes; ★ Incitar a curiosidade dos discentes acerca do tema espectroscopia. 	<ul style="list-style-type: none"> ★ Questionário inicial.
2ª Etapa Estudo de Caso	<ul style="list-style-type: none"> ★ Promover a interdisciplinaridade entre a Química e a Física; ★ Instigar os discentes a encontrarem soluções para uma situação-problema envolvendo a possibilidade de identificação da composição solar. 	<ul style="list-style-type: none"> ★ Estudo de caso interdisciplinar.
3ª Etapa Aula expositiva dialogada e uso do aplicativo <i>Plickers</i>	<ul style="list-style-type: none"> ★ Apresentar conteúdos introdutórios referentes ao tema espectroscopia (ondas, elementos de uma onda e espectro eletromagnético); ★ Realizar uma avaliação interativa individual dos conceitos abordados com o auxílio do aplicativo <i>Plickers</i>, proporcionando maior dinamicidade ao processo avaliativo. 	<ul style="list-style-type: none"> ★ Experimento: “Enxergando o invisível”; ★ Avaliação com uso do <i>Plickers</i>.
4ª Etapa Aula expositiva dialogada com elaboração de mapas conceituais	<ul style="list-style-type: none"> ★ Reconhecer as interações da radiação com a matéria; ★ Identificar a relação entre intensidade da radiação e temperatura pela lei de Stefan e a relação entre temperatura e frequência de maior emissão da radiação pela lei de deslocamento de Wien. 	<ul style="list-style-type: none"> ★ Exercícios sobre as leis de Stefan e de deslocamento de Wien; ★ Disco de Newton; ★ Retomada ao estudo de caso; ★ Mapa conceitual.
5ª Etapa Aula experimental com	<ul style="list-style-type: none"> ★ Reconhecer a possibilidade de identificação de elementos químicos por 	<ul style="list-style-type: none"> ★ Experimento: “Teste da chama”;

roteiro avaliativo	meio do experimento conhecido como “teste da chama”; ★Relacionar os resultados verificados com aplicações do cotidiano dos discentes, tais como fogos de artifício e lâmpadas fluorescentes.	★Roteiro avaliativo.
6ª Etapa Aprofundando conhecimentos sobre espectros	★Distinguir espectros contínuos e discretos, além de espectros de emissão e absorção; ★Destacar algumas importantes contribuições para a espectroscopia; ★Identificar a composição química das estrelas, por meio da análise comparativa entre as linhas espectrais das estrelas e os espectros de emissão dos elementos químicos.	★Atividade: “Hora da revisão”; ★Atividade: “Escrito nas estrelas”.
7ª Etapa Aula expositiva dialogada e encerramento do conteúdo	★Compreender a importância histórica das investigações do espectro atômico do hidrogênio; ★Reconhecer a solução dada por Niels Bohr e os seus postulados para explicar os espectros atômicos.	★Atividade: “Para pensar”.
8ª Etapa Encontro Final Integrador	★Identificar evidências que apontem para a ocorrência da aprendizagem significativa; ★Realizar uma avaliação somativa individual e de uma avaliação sobre as etapas investigativas da UEPS com auxílio do formulário <i>online Google Forms</i> .	★Mapa conceitual; ★Avaliação somativa individual; ★Avaliação da UEPS.

Fonte: elaboração própria.

Cada etapa investigativa presente resumidamente no Quadro 3 será apresentada detalhadamente a seguir com as devidas instruções de aplicação, objetivos da aula e atividades relacionadas.

1. Situação inicial (2 horas/aula)

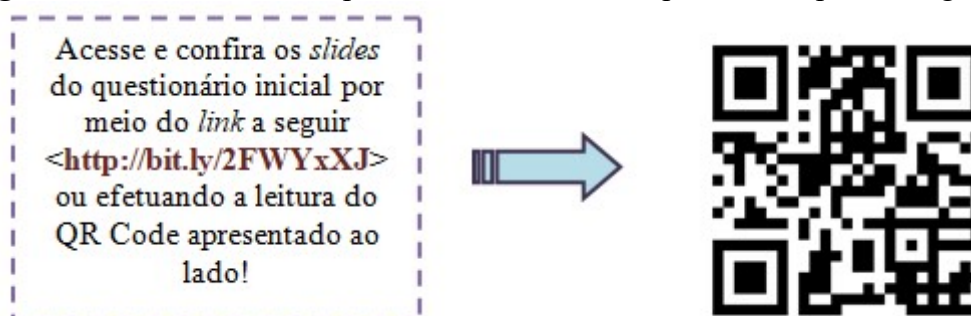
Com o intuito de identificar concepções prévias relevantes dos discentes e incitar a curiosidade dos mesmos acerca do tema luz na identificação de elementos químicos, os alunos devem ser instigados a responder individualmente e de maneira gradual às perguntas presentes no questionário inicial intitulado *Em busca dos subsunçores* (página 14 do Apêndice B).

De acordo com a Teoria da Aprendizagem Significativa desenvolvida por David Ausubel, “o mais importante fator isolado que influencia a aprendizagem é o que o aprendiz já sabe. Determine isto e ensine-o de acordo” (AUSUBEL apud NOVAK, 1981, p. 9).

Ou seja, a importância da externalização das concepções prévias dos alunos reside no fato de que a bagagem que o discente traz consigo sobre um determinado conteúdo que será trabalhado é que irá direcionar como uma nova informação será compreendida por sua estrutura cognitiva, sendo armazenada, posteriormente, como conhecimento.

No que se refere à aplicação do questionário, à medida que as questões forem lidas sequencialmente pelo docente com o auxílio de *slides* (página 18 do Apêndice B), o aluno receberá uma ficha gabarito (página 21 do Apêndice B) referente à questão com o intuito de registrar sua resposta, que será entregue ao término do registro.

Figura 22 - Link e QR Code para acessar os *slides* da primeira etapa investigativa.



Fonte: elaboração própria.

Como o objetivo desta etapa é conhecer o que o aluno já sabe sobre o tema, é interessante que o professor, antes de iniciar a aplicação do questionário, sorteie um número aleatoriamente para identificação de cada aluno, a fim de que ele não se sinta intimidado a expor seus subsunçores. O número sorteado que irá identificar cada um dos discentes que compõe a turma durante a aplicação do questionário deverá ser anotado no campo aluno da ficha gabarito, conforme destacado na Figura 23:

Figura 23 - Campo para identificação do aluno na ficha gabarito.

Fonte: elaboração própria.

Convém destacar que a opção de se realizar um questionário interativo e gradativo deu-se pelo fato de que algumas questões poderiam influenciar respostas de questões

anteriores, podendo induzir o aluno a modificar alguma resposta já feita, mascarando, assim, a identificação de suas concepções prévias.

2. Situações-problema (2 horas/aula)

Nesta etapa, a turma deve ser dividida em grupos de três a quatro integrantes para leitura e discussão do estudo de caso interdisciplinar denominado *Descobrimos os “ingredientes” que compõem o Sol* (página 29 do Apêndice B), no qual o curioso menino Vitor indaga seu pai Jorge acerca da composição do Sol.

O uso do método de estudo de caso¹⁰ baseia-se na instrução pelo uso de narrativas por meio do qual os discentes serão instigados a buscar escolhas para uma posterior tomada de decisões para um problema, sendo levados a se familiarizar com os personagens e compreender o contexto no qual o caso foi desenvolvido.

Uma justificativa para sua utilização reside no fato de se colocar o aluno em contato com problemas existentes no contexto real de sua área de estudo, instigando seu pensamento ativo e crítico e estimulando sua capacidade de tomada de decisões (SÁ; QUEIROZ, 2009).

Além disso, com a finalidade de fornecer significado a novos conhecimentos, o estudo de caso funcionará como um organizador prévio com o intuito de ancorar uma nova aprendizagem e levar ao desenvolvimento de conceitos subsunçores, facilitando, deste modo, a aprendizagem subsequente. Conforme Ausubel, “a principal função de um organizador prévio é a de servir de ponte entre o que o aprendiz já sabe e o que precisaria saber para que pudesse aprender significativamente um determinado conhecimento” (MOREIRA, 2013, p, 15).

Para encontrar uma solução adequada para um determinado caso é preciso que o discente possua um conhecimento vinculado à disciplina em que o caso é abordado, mas também é “necessário que a eles sejam acrescentados também conhecimentos adquiridos em outras disciplinas” (SÁ et al., 2007, p. 732).

¹⁰ O método de estudo de caso originou-se na Escola de Medicina da Universidade de McMaster, no Canadá, e, inicialmente, se manteve restrito à formação de profissionais enquadrados na área médica. Ele pode ser considerado uma variação do método Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP), comumente conhecido como *Problem Based Learning* (PBL) (SÁ et al., 2007). Apesar de nos primeiros anos ter sido aplicado somente a alunos de Medicina, o método de Estudo de Caso logo se expandiu e se destacou em outras áreas de ensino como uma estratégia didática diferenciada focada no aluno e na construção de seu próprio conhecimento (SÁ; QUEIROZ, 2009).

Nessa perspectiva, um estudo de caso interdisciplinar poderia integrar melhor conteúdos abordados de forma desconexa em diferentes disciplinas, visando levar o discente a entender a importância da integração dos saberes.

Assim, para elaboração de um estudo de caso é importante que o docente esteja a par das etapas necessárias para formulá-lo, que conforme Sá e Queiroz (2009) constituem-se em:

- Selecionar devidamente o assunto central que será destacado no caso;
- Elaborar uma relação de conceitos abordados no decorrer da aplicação do caso;
- Confeccionar uma lista com os prováveis personagens do caso;
- Selecionar questões que serão discutidas em aula.

Para a realização desta atividade, o docente deverá considerar os aspectos sequenciais (Figura 24) que direcionam um estudo de caso, de acordo com Linhares e Reis (2008):

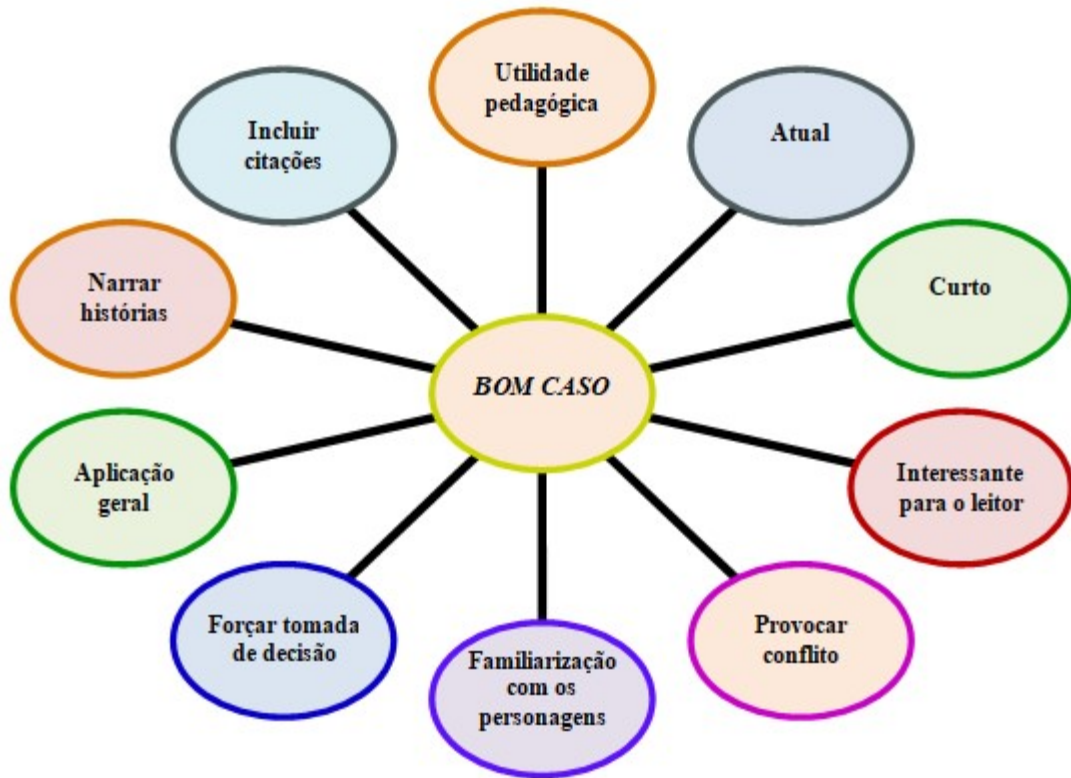
Figura 24 - Sequência norteadora para um estudo de caso.



Fonte: elaboração própria.

Além das etapas para elaboração de um estudo de caso, o docente deve estar atento às características necessárias para uma boa execução deste, como indicado na Figura 25 (HERREID, 1998):

Figura 25 - Representação esquemática das características de um bom caso.




Fonte: elaboração própria.

Convém destacar que a elaboração do estudo de caso interdisciplinar denominado *Descobrimo os “ingredientes” que compõe o Sol* levou em consideração estas características propostas por Herreid (1998), como pode ser observado na Figura 26:

Figura 26 - Características presentes no estudo de caso na perspectiva de Herreid (1998).

Um bom caso é curto e possui generalizações

DESCOBRINDO OS “INGREDIENTES” QUE COMPÕE O SOL 

Um bom caso narra uma história

É interessante para o leitor

Um bom caso promove familiarização com os personagens

Jorge é um pai de família que tomou uma decisão importante em sua vida ao reconhecer a importância de um diploma de conclusão do nível médio: voltar para sala de aula e finalizar seus estudos. Ele trabalha numa metalúrgica e, por não ter condições de estudar no período diurno, matriculou-se na modalidade de Educação de Jovens e Adultos (EJA) para estudar à noite.

Como um pai dedicado e preocupado com a educação de seu curioso filho Vitor de 10 anos, quase sempre que chegava das suas aulas noturnas, mesmo cansado, Jorge tentava conversar com ele para saber acerca de suas atividades na escola e o que tinha feito de interessante no decorrer do dia.

Certo dia, ao chegar de sua aula, Jorge teve o seguinte diálogo com Vitor:

– Oi, filho! E aí, como foi o seu dia hoje? – indagou Jorge.

– Foi tudo tranquilo, pai. Mamãe falou que era para eu me alimentar bem antes de ir para a escola. Segundo ela, eu tinha que pelo menos tomar um copo de leite que contém cálcio, importante para os ossos, e comer uma banana que é rica em potássio.

– Sua mãe fez muito bem! Você tem que ter um café da manhã reforçado para ir estudar – concordou Jorge.

– Então, pai – continuou Vitor. Quando eu acordei hoje e abri a janela tinha um Sol imenso e brilhante iluminando o dia. Daí, eu pensei: o leite contém cálcio, a banana tem potássio, mas e o Sol? Quais os “ingredientes” que compõe o Sol?

– Ih, filho. Agora você me pegou... – que pergunta mais curiosa, pensou Jorge.

– Como podemos descobrir do que o Sol é feito? Será que existe alguma maneira de ir até lá para isso? – continuou o menino.

– Calma, meu filho. Eu também estou confuso. Amanhã eu terei aula de Física na escola e posso perguntar a minha professora. Talvez ela possa nos ajudar a responder essas questões.

Inclui citações

Provoca um conflito

Deve ter utilidade pedagógica

Força uma tomada de decisão

Agora é sua vez! Vamos supor que você é a professora de Jorge e o auxiliará a encontrar respostas para estas perguntas feitas pelo seu filho Vitor:

- Qual é a composição do Sol, ou seja, do que o Sol é feito?
- Como podemos descobrir a sua composição?

Fonte: elaboração própria.

Após a leitura do estudo de caso, os discentes serão instigados a encontrar uma solução para as seguintes situações-problema:

- Qual é a composição do Sol, ou seja, do que o Sol é feito?
- Como podemos descobrir a sua composição?

Ao final do debate em torno destas questões, o grupo deverá registrar suas respostas por escrito, entregando-as, posteriormente, ao professor.

Assim, espera-se que nas próximas etapas investigativas, os alunos adquiram os subsídios teóricos necessários para que respondam adequadamente estas questões, havendo, posteriormente, retomada das mesmas, possibilitando aos alunos novas resoluções para as situações-problema propostas.

3. Introduzindo conceitos fundamentais (2 horas/aula)

O objetivo desta etapa é apresentar conteúdos introdutórios referentes ao tema luz na identificação de elementos químicos por meio de uma aula expositiva dialogada.

É válido destacar que a programação de um conteúdo e a elaboração de um material potencialmente significativo deve considerar dois princípios fundamentais propostos pela teoria de David Ausubel: o princípio da diferenciação progressiva e o princípio da reconciliação integradora.

Assim, recomenda-se que os conteúdos sejam sempre programados de modo a considerar primeiramente o conceito mais geral para os mais específicos (diferenciação progressiva), a fim de que, posteriormente, o aluno possa relacionar em sua estrutura cognitiva um conceito específico a um mais abrangente previamente estudado (reconciliação integradora).

Tomando como base estes princípios, sugere-se, para iniciar esta aula, uma leitura dinâmica com a turma do texto *O Sol* (página 34 do Apêndice B), no qual se encontra uma “Sessão Pipoca” para apresentação de um breve vídeo (Figura 27) sobre a estrela central de nosso sistema planetário – da série ABC da Astronomia, que retrata o princípio de funcionamento e a composição química do Sol.

Figura 27 - Vídeo sobre o Sol da série ABC da Astronomia.



Disponível em: <<https://tv.escola.org.br/tve/video/abc-da-astronomia-sol>>.
Acesso em: 08/09/2018.

A intenção dessa introdução sobre o Sol com a turma é retomar a discussão realizada em grupos sobre as questões do estudo de caso apresentado na aula anterior, além de ser um pontapé inicial para explorar o conceito de luz.

Após este debate inicial, haverá exposição de alguns conteúdos introdutórios referentes ao tema luz na identificação de elementos químicos (tais como: ondas, elementos de uma onda e espectro eletromagnético), com auxílio de projetor para uma apresentação em *slides* dos conteúdos (página 37 do Apêndice B).

Figura 28 - Link e QR Code para acessar os *slides* da terceira etapa investigativa.

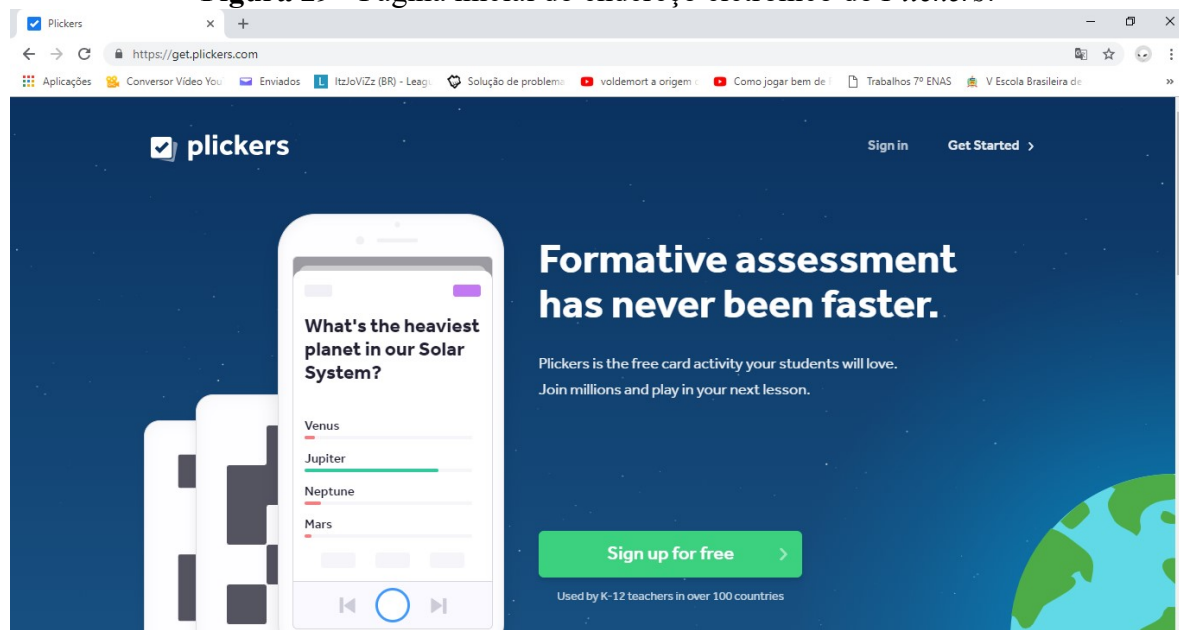


Fonte: elaboração própria.

Ao finalizar a exposição dos conteúdos, o professor poderá entregar à turma um texto de apoio (página 42 do Apêndice B) para a realização de um experimento simples e rápido intitulado *Enxergando o invisível*, com o auxílio de um controle remoto.

Finalmente, será realizada uma avaliação interativa individual dos conceitos abordados nesta etapa com o auxílio do aplicativo *online Plickers* (cujo tutorial encontra-se na página 44 do Apêndice B), a fim de proporcionar mais dinamicidade ao processo avaliativo.

Figura 29 - Página inicial do endereço eletrônico do *Plickers*.



Disponível em: <<https://www.plickers.com/>>.
Acesso em: 18/09/2018.

A utilização do aplicativo *Plickers* fica a critério do professor, podendo o mesmo realizar esta avaliação individual da forma que achar conveniente. De qualquer forma, as questões utilizadas para esta avaliação podem ser encontradas com seus respectivos gabaritos na sessão *Vamos exercitar a mente?* (página 61 do Apêndice B).

4. **Diferenciação progressiva** (2 horas/aula)

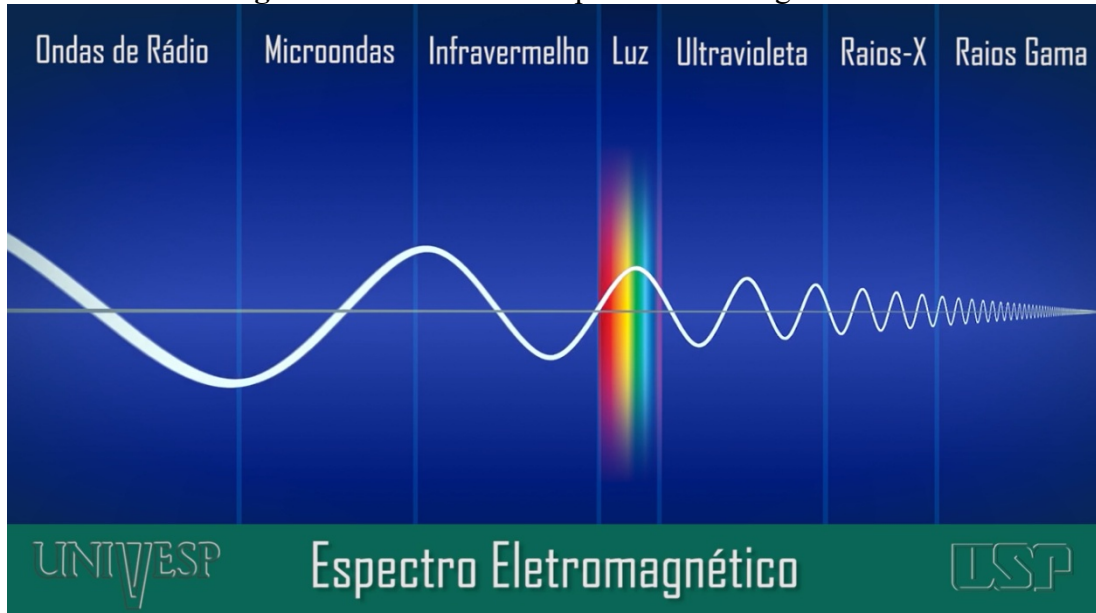
Nesta etapa, o aluno avançará para conceitos mais específicos do tema luz na identificação de elementos químicos, reconhecendo como se dá as interações da radiação com a matéria, além de compreender a relação entre intensidade da radiação e temperatura pela lei de Stefan e a relação entre temperatura e frequência de maior emissão da radiação pela lei de deslocamento de Wien.

O professor poderá iniciar esta aula relembrando com a turma conteúdos que foram abordados na aula anterior, levando em conta o princípio da reconciliação integradora.

Uma sugestão interessante é apresentar uma breve introdução com um vídeo sobre o espectro eletromagnético (Figura 30) que retrata as principais categorias do espectro (ondas

de rádio, microondas, infravermelho, luz visível, ultravioleta, raios-X e raios gama), destacando as faixas de frequência e de comprimento de onda nas quais se enquadram, além de suas principais aplicações.

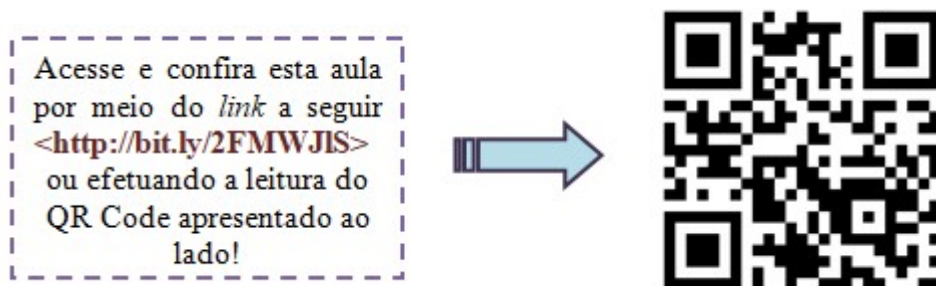
Figura 30 - Vídeo sobre espectro eletromagnético.



Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=-C2erXakQIQ>>.
Acesso em: 20/09/2018.

Após esta retomada aos conteúdos já vistos, o professor poderá apresentar o novo conteúdo com auxílio de um projetor para uma apresentação em *slides* dos conceitos que serão trabalhados nesta aula.

Figura 31 - *Link* e QR Code para acessar os *slides* da quarta etapa investigativa.



Fonte: elaboração própria.

É aconselhável que os alunos recebam um texto de apoio (página 76 do Apêndice B) para acompanhamento da aula juntamente com o professor.

É válido destacar que, antes de iniciar o tópico *Cor e temperatura*, tanto na apresentação de *slides* quanto no material de apoio do aluno, há um roteiro experimental do experimento *Disco de Newton* (página 80 do Apêndice B) que é bastante adequado ao tema *Luz visível e cores*, abordado nesta etapa.

Ao término da explanação acerca das leis de deslocamento de Wien e de Stefan, há duas atividades propostas nas sessões *Agora é sua vez!* (páginas 84 e 85 do Apêndice B) no texto de apoio do aluno. Nestas atividades, o professor pode propor que a turma se divida em grupos de quatro a cinco alunos para que tentem resolvê-las, dando assistência quando necessário.

É indicado que para a realização das duas atividades anteriores, os grupos sejam formados com os mesmos integrantes que responderam os problemas iniciais propostos no estudo de caso interdisciplinar apresentado na segunda etapa investigativa, para que haja retomada à estas questões, fornecendo aos discentes a possibilidade de novas resoluções.

Finalmente, os alunos serão instigados a elaborarem um mapa conceitual cooperativo que deve ser confeccionado por toda turma e entregue ao professor, englobando todo o conteúdo trabalhado até então. Para auxiliar os alunos nesta atividade, o professor pode utilizar um texto de apoio com dicas importantes sobre a elaboração de mapas conceituais (página 91 do Apêndice B).

Os mapas conceituais permitem ao professor realizar observações acerca da estrutura proposicional, bem como, viabilizar a análise de ligações cruzadas ou concepções alternativas, indicativos de diferenciação dos conceitos na estrutura cognitiva do estudante referentes a uma determinada área de conhecimento (NOVAK; GOWIN, 1996).

A fim de se obter evidências de aprendizagem significativa, é preciso uma análise qualitativa do mapa conceitual. Deste modo, ao invés de tentar atribuir uma determinada nota ao mapa do aluno, o professor precisa buscar meios de interpretar a informação com o intuito de obter evidências de aprendizagem significativa (MOREIRA, 2013).

5. Novas situações (2 horas/aula)

Nesta etapa, o professor colocará os discentes em contato com novas situações a partir da realização de um experimento, conhecido como *teste da chama*. A finalidade desta atividade é evidenciar as cores características de alguns elementos químicos quando

aquecidos, relacionando o observado no experimento com o colorido dos fogos de artifício e com as lâmpadas de vapor de sódio geralmente utilizadas para iluminação pública.

Além da observação crítica do experimento, o aluno receberá um roteiro experimental avaliativo (página 97 do Apêndice B) sobre o fenômeno para ser respondido no decorrer da aula e entregue ao final da mesma ao docente.

Neste contexto, procura-se estimular a assimilação do aluno por intermédio do fenômeno observado na prática com o conhecimento já existente em sua estrutura cognitiva, de maneira não arbitrária e não literal, características básicas da aprendizagem significativa (MOREIRA, 2002).

Inicialmente, o professor deverá providenciar, além dos materiais que serão utilizados na execução do experimento (soluções de cloreto de sódio, de cloreto de potássio, de sulfato de cobre, de cloreto de cálcio, borrifador para cada uma das soluções, álcool, fósforo e lamparina), cópias do roteiro experimental avaliativo para serem entregues aos alunos.

Vale destacar que, fica a critério do professor alterar as soluções escolhidas para demonstração do teste da chama, evitando utilizar soluções que possuam colorações iguais ou parecidas. Por exemplo, tanto a solução de cloreto de sódio quanto a solução de brometo de sódio resultam numa chama de coloração amarela.

Cada aluno receberá um roteiro experimental, contendo três questões que deverão ser respondidas individualmente a partir das concepções prévias dos discentes e da observação crítica do experimento.

A partir de então, o professor deve dar início à leitura do roteiro (que pode ser intercalada com os alunos) comentando sobre o experimento, os objetivos associados e os materiais necessários para realização do mesmo.

No que se refere ao procedimento, o professor deverá solicitar que a turma observe atentamente a coloração da chama ao ser borrifada com uma pequena quantidade de cada uma das soluções, completando a coloração observada na tabela da primeira questão do roteiro experimental. Se necessário, o docente poderá repetir o procedimento até que todos os alunos tenham preenchido devidamente a tabela.

Após verificar que todos os alunos finalizaram o preenchimento da tabela da primeira questão do roteiro avaliativo, o docente deverá solicitar que os mesmos respondam as demais questões presentes no mesmo. Ao final, os roteiros respondidos pelos alunos deverão ser entregues ao professor.

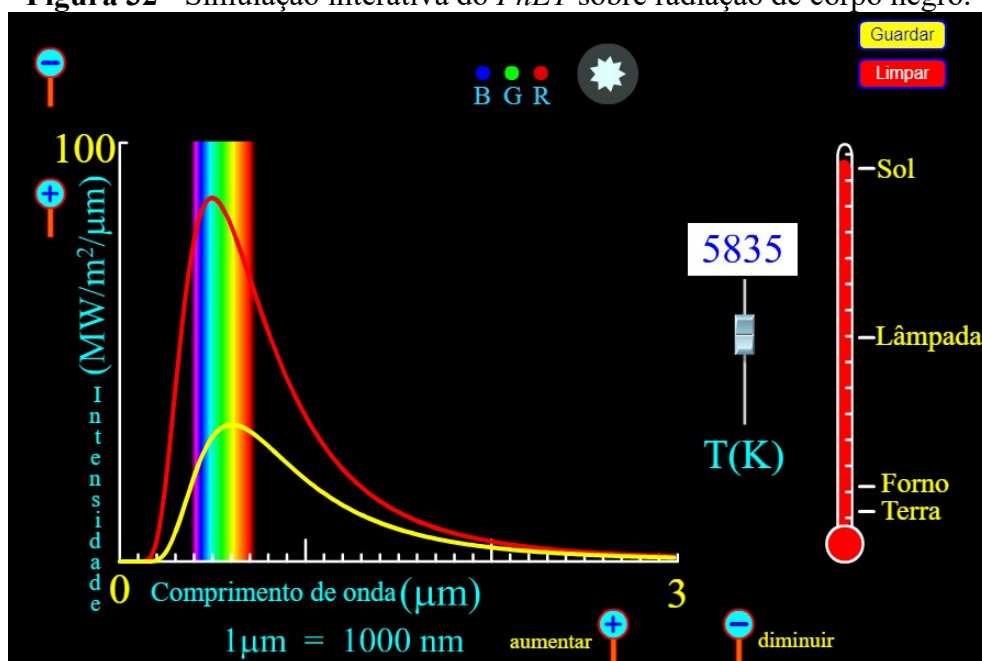
6. Aprofundando conhecimentos (2 horas/aula)

Serão abordados neste momento conceitos mais específicos do tema *luz na identificação de elementos químicos*, enfocando-se a distinção entre espectros contínuos e discretos e entre espectros de emissão e de absorção, além de serem destacadas importantes contribuições para a espectroscopia.

Para iniciar esta aula, o docente deverá prover cópias da atividade *Hora da revisão!* (página 104 do Apêndice B), que tem a finalidade de promover a reconciliação integradora dos conceitos trabalhados até então.

Esta atividade será realizada com auxílio de uma simulação interativa do *software* gratuito *PhET*¹¹ sobre radiação de corpo negro, indicada na Figura 32.

Figura 32 - Simulação interativa do *PhET* sobre radiação de corpo negro.



Disponível em: <https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/legacy/blackbody-spectrum>. Acesso em: 28/09/2018.

Convém destacar que, para a execução da simulação virtual não é preciso que haja conexão com a *internet*, podendo o docente providenciar sua instalação em seu computador ou até mesmo em seu celular, a fim de que seja utilizada no modo *offline*. É importante

¹¹ As simulações interativas do *software PhET* encontram-se disponíveis no endereço eletrônico <<https://phet.colorado.edu/pt/simulations/category/new>>. O *PhET* pertence à Universidade do Colorado que disponibiliza diversas simulações de Matemática e Ciências *online* e gratuitamente.

mencionar que, para o perfeito funcionamento da simulação sem que se esteja conectado à rede de *internet*, é necessário que o computador disponha do *software Java*¹².

A simulação interativa sobre radiação de corpo negro possibilita ao usuário ajustar o termômetro para temperaturas diferentes, dadas em Kelvin, permitindo modificá-lo para algumas temperaturas específicas, como a temperatura média da Terra (300 K), do forno (615 K), de uma lâmpada incandescente (3000 K) e da superfície do Sol (5700 K).

Além disso, também é possível verificar, por intermédio da simulação, o deslocamento da curva espectral com relação ao comprimento de onda e do pico de intensidade da radiação à medida que a temperatura aumenta ou diminui, relacionando o observado com a lei de deslocamento de Wien e a lei de Stefan, já estudados anteriormente, promovendo a reconciliação integradora.

É interessante que o professor previamente tenha contato com a simulação e teste seu adequado funcionamento, a fim de evitar transtornos desnecessários que podem atrapalhar o bom andamento da aula.

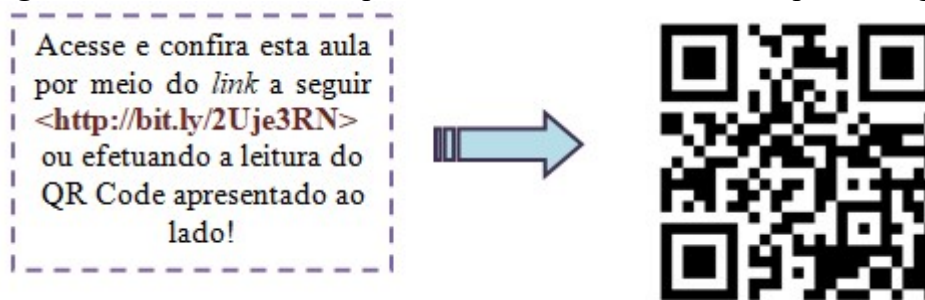
Assim, o professor poderá começar a aula entregando uma cópia da atividade para os alunos, realizando uma breve leitura da introdução da mesma, além de ter em mãos a simulação interativa do *PhET* pronta para ser manuseada. Esta atividade inicial pode ser realizada em um laboratório de informática ou na sala de aula com auxílio de um projetor.

Os alunos devem explorar e interagir com a simulação (cabendo ao docente fornecer assistência quando necessário), discutindo com os colegas acerca do observado e respondendo, sequencialmente, as questões presentes na atividade. Ao final desta atividade, os alunos devem entregá-la devidamente respondida ao professor.

Após este momento inicial de revisão, será ministrada uma aula expositiva dialogada com o objetivo de aprofundar conhecimentos sobre espectros. O professor poderá apresentar o novo conteúdo à turma utilizando-se de um projetor para uma apresentação em *slides* (página 110 do Apêndice B).

¹² Disponível em: <https://www.java.com/pt_BR/>. Acesso em: 28 de setembro de 2018.

Figura 33 - *Link e QR Code para acessar os slides da sexta etapa investigativa.*



Fonte: elaboração própria.

A fim de que os alunos acompanhem a aula juntamente com o professor foi elaborado um texto de apoio (página 113 do Apêndice B).

Ao término da explanação dos conceitos sobre espectros atômicos, a turma poderá ser dividida em grupos de três a cinco integrantes para realização da atividade *Escrito nas Estrelas* (páginas 118 e 119 do Apêndice B) com o intuito de identificar a composição química de estrelas fictícias, por meio da análise comparativa entre as linhas espectrais das estrelas e os espectros de emissão de alguns elementos químicos.

É recomendado que o professor providencie cópias dos espectros de emissão dos elementos químicos (página 120 do Apêndice B) em folhas brancas no tamanho A4, além de cópias dos espectros das estrelas fictícias (página 122 do Apêndice B) em folhas de acetato transparentes no tamanho A4, utilizadas em retroprojeter, com o intuito de facilitar a análise da composição das estrelas pelos alunos.

Nesta atividade, cada grupo de alunos poderá analisar a composição de até três estrelas fictícias, dependendo da quantidade de grupos formados. Por exemplo: grupo A analisará a composição das estrelas fictícias 1, 2 e 3; grupo B analisará a composição das estrelas fictícias 4, 5 e 6; e, assim, sucessivamente. Convém destacar que, o professor poderá auxiliar os grupos, sanando possíveis dúvidas ou quando achar necessário.

Ao final da análise, o grupo deverá entregar ao professor os espectros utilizados, indicando quais elementos químicos devem estar presentes nas estrelas fictícias analisadas.

7. **Encerramento do conteúdo** (2 horas/aula)

Esta penúltima etapa tem como finalidade retratar a solução dada por Niels Bohr e os seus postulados para explicar os espectros atômicos, bem como destacar a importância histórica das investigações do espectro atômico do hidrogênio.

Com o intuito de introduzir o conteúdo a ser abordado, o professor poderá iniciar esta aula propondo à turma a realização da atividade *Para Pensar...* (página 129 do Apêndice B), entregando cópias individuais da mesma para os alunos.

Nesta atividade, os alunos deverão observar e discutir sobre as semelhanças e diferenças entre os espectros de diferentes fontes de luz, tais como: vela, lâmpada incandescente, luz negra, lâmpada fluorescente, lâmpada de vapor de sódio e lâmpada de vapor de mercúrio.

Vale ressaltar que o docente deverá providenciar as lâmpadas que irá utilizar na aula com antecedência, podendo variar as fontes de luz utilizadas nesta atividade, desde que algumas delas tenham espectros contínuos enquanto outras tenham espectros discretos.

Para a observação das fontes de luz mencionadas foram utilizados espectroscópios feitos de cano PVC (Figura 34), fornecidos pela Sociedade Brasileira de Física (SBF) ao Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF) – Polo 34 (Instituto Federal Fluminense – IFF).

Figura 34 - Espectroscópios feitos de cano PVC fornecidos pela Sociedade Brasileira de Física (SBF).



Fonte: arquivo pessoal.

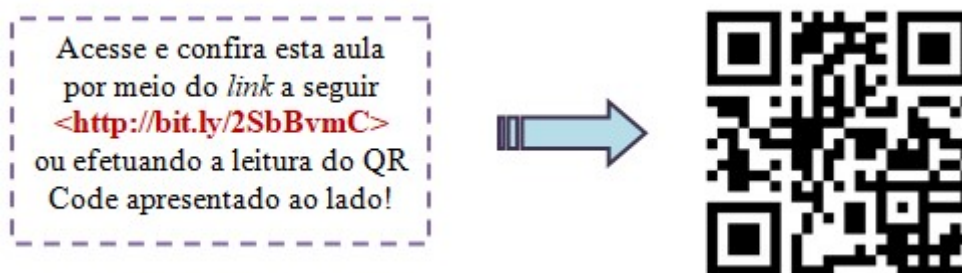
No entanto, se houver tempo hábil, o professor poderá propor a construção de espectroscópios pela turma utilizando CD como rede de difração.

Nesta atividade introdutória, o professor deverá instigar os alunos a buscarem explicações para o fenômeno observado, orientando-os a observar atentamente cada espectro, a fim de distinguir os espectros contínuos dos espectros discretos.

Com a aplicação desta atividade, espera-se que os alunos consigam associar que as lâmpadas constituídas de gases de elementos químicos específicos em seu interior (fluorescente, luz negra, de vapor de sódio e de mercúrio) emitem espectros discretos e lâmpadas que funcionam por aquecimento de um sólido (lâmpada incandescente) ou um corpo opaco e quente (como a vela acesa, por exemplo) emitem espectros contínuos.

Por intermédio de uma aula expositiva dialogada, o professor deverá caminhar em direção ao encerramento do conteúdo, podendo utilizar para esse fim uma apresentação em *slides* (página 131 do Apêndice B) com auxílio de um projetor.

Figura 35 - *Link* e *QR Code* para acessar os *slides* da sétima etapa investigativa.



Fonte: elaboração própria.

O discente poderá acompanhar os conteúdos apresentados pelo professor nesta aula, utilizando um texto de apoio (página 134 do Apêndice B) para esta finalidade.

8. Encontro final integrador (2 horas/aula)

Neste encontro final integrador, haverá a elaboração de um mapa conceitual cooperativo pelos discentes que deverão retomar os conceitos abordados durante a aplicação das etapas investigativas da UEPS. Esta tarefa é importante para identificação de evidências que apontem para a ocorrência da aprendizagem significativa.

Antes que a turma inicie a construção do mapa conceitual cooperativo, é interessante que o docente converse brevemente com os alunos sobre os conceitos abordados nas aulas anteriores, procurando sanar alguma possível dúvida.

Após esta conversa inicial com a turma, o professor poderá utilizar uma técnica de dinâmica de grupo, denominada *brainstorming* ou tempestade de ideias, que irá direcionar a

construção do mapa conceitual. Nesta estratégia, cada aluno será estimulado a expor uma palavra ou conceito-chave explorado ao longo das aulas sobre o tema luz na identificação de elementos químicos.

É aconselhável que o professor anote todas as palavras mencionadas, organizando-as em uma lista que ficará à disposição dos alunos em uma das extremidades do quadro, por exemplo, a fim de que toda a turma acompanhe a dinâmica e não repita nenhuma palavra.

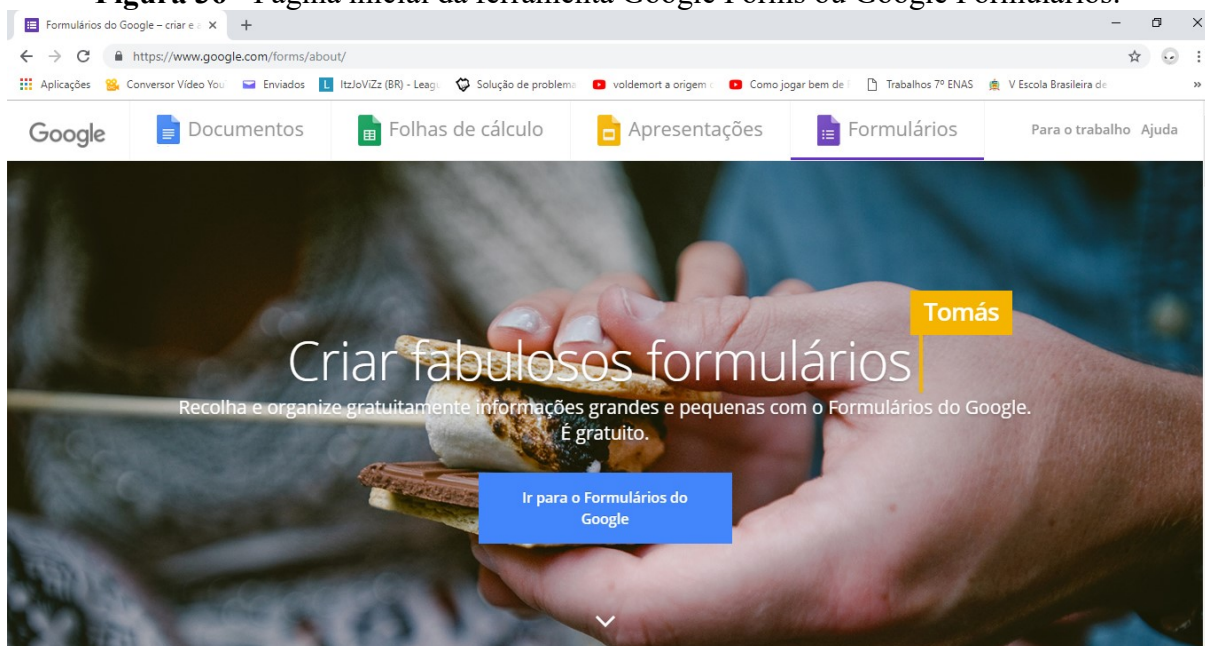
Depois da participação e da contribuição de todos os discentes, o professor deverá instigá-los a elaborar um mapa conceitual cooperativo, que poderá ser feito no quadro, utilizando as palavras expostas no decorrer da dinâmica. Esta atividade contará com a participação de cada aluno, que dará sua contribuição para a elaboração do mapa.

Na página 143 do Apêndice B, encontra-se um texto de apoio que poderá ser utilizado antes desta atividade, lembrando algumas dicas de como elaborar um mapa conceitual.

Oriente os alunos para que ordenem os conceitos de modo hierárquico, inserindo o(s) mais geral(is)/mais inclusivo(s) no topo do mapa, agregando os demais conceitos gradualmente até completar o diagrama. Além disso, estimule-os a conectar os conceitos com o uso de setas e palavra(s) de ligação(ões) com o objetivo de explicitar a relação entre os conceitos.

Ao término da elaboração do mapa conceitual, os alunos receberão dois *links* que deverão ser acessados dentro de um prazo determinado pelo docente, a fim de responderem dois questionários *online*: um para realização de uma avaliação somativa individual (página 145 do Apêndice B), contendo questões de Enem e de provas de vestibular, e outro para avaliação das etapas investigativas da UEPS (página 155 do Apêndice B), na qual o professor terá um *feedback* dos alunos acerca da UEPS. Vale destacar que os dois formulários *online* foram elaborados com auxílio da ferramenta *Google Forms* ou Formulários *Google* (Figura 36).

Figura 36 - Página inicial da ferramenta Google Forms ou Google Formulários.



Disponível em: <<https://www.google.com/forms/about/>>.

Acesso em: 13/11/2018.

Fica a critério do professor utilizar o recurso *Google Forms* para aplicação de ambas as avaliações que são de extrema importância tanto para evidenciar captação de significados e compreensão do tema abordado por parte dos discentes quanto para obter a opinião dos mesmos sobre os conteúdos abordados e sobre as atividades aplicadas.

5. APLICAÇÃO DO PRODUTO E ANÁLISE/DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

A presente seção retrata como se deu a aplicação do produto educacional desenvolvido neste trabalho, evidenciando os dados coletados no decorrer das etapas investigativas da UEPS. Este capítulo também traz a análise e discussão dos resultados obtidos à luz do aporte teórico utilizado nesta pesquisa.

5.1. Perfil da turma

Antes de iniciar a aplicação das etapas investigativas da UEPS elaborada neste trabalho, foi aplicado um questionário intitulado *Conhecendo o público da EJA* (Apêndice A) na turma 402 EJA, com o intuito de traçar o perfil dos sujeitos da pesquisa, verificando aspectos relacionados à trajetória escolar do aluno (histórico de evasão, abandono dos estudos, período distante do ambiente escolar, dentre outros), à faixa etária, à sua vida pessoal e profissional, além de investigar pretensões futuras de dar continuidade aos estudos.

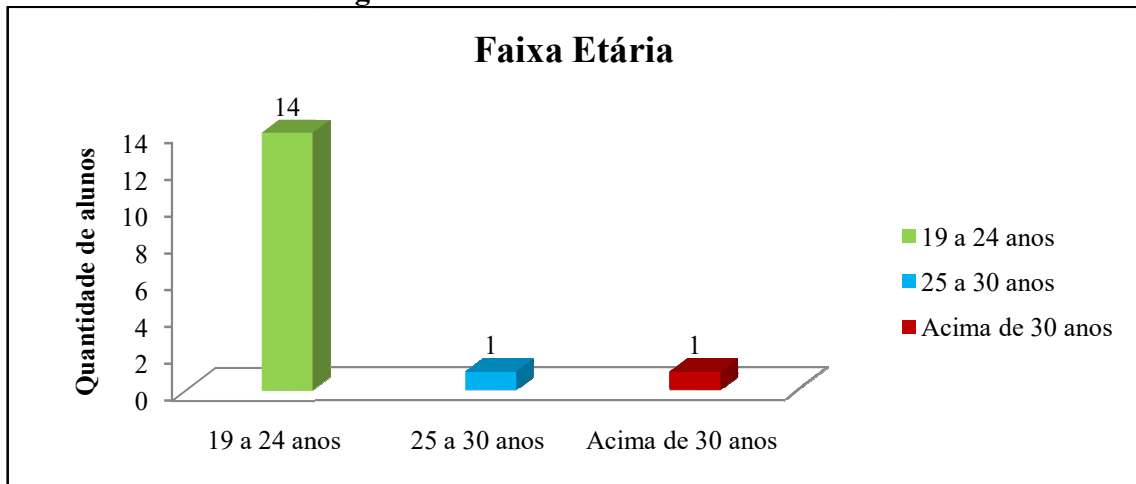
Na perspectiva humanista de Novak, considerar o jovem ou o adulto inserido na modalidade EJA vai além de ponderar somente seu lado cognitivo, devendo-se relevar suas aspirações, suas potencialidades, sua trajetória de vida, seus pensamentos, suas ações e seus sentimentos para o devido desenvolvimento e modificação de sua estrutura cognitiva.

Arroyo (2006) destaca que para adequar a escola frente às necessidades de uma educação diferenciada para o público da EJA, é preciso conhecer seus sujeitos, de forma a compreender como eles vivenciam o processo educativo, buscando entender as razões e as motivações que levam esses alunos a abandonarem ou retornarem ao ambiente escolar.

Penso que a reconfiguração da EJA não pode começar por perguntar-nos pelo seu lugar no sistema de educação e menos pelo seu lugar nas modalidades de ensino. [...] O ponto de partida deverá ser perguntar-nos quem são esses jovens e adultos (ARROYO, 2006, p. 22).

Assim, no que se refere à caracterização dos sujeitos da pesquisa, a turma 402 EJA possui um total de dezoito alunos matriculados, sendo que apenas dezesseis alunos frequentam as aulas. Destes dezesseis alunos, dez são do sexo masculino e seis do sexo feminino.

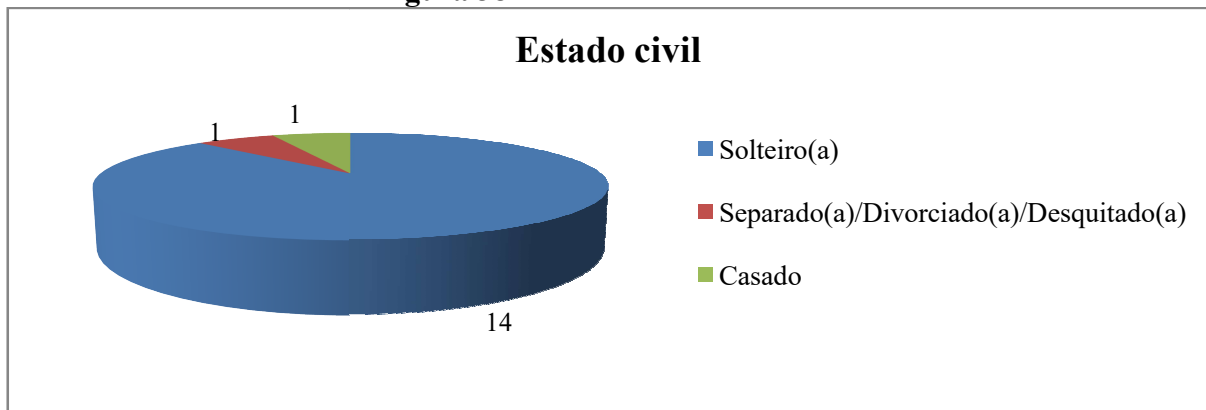
A faixa etária da turma encontra-se compreendida entre 19 e 33 anos. Os dados referentes à faixa etária da turma podem ser observados na Figura 37:

Figura 37 - Faixa etária dos discentes.

Fonte: elaboração própria.

Graficamente, pode-se observar que quatorze alunos, ou seja, 87,5% da turma encontram-se na faixa etária compreendida entre 19 a 24 anos. Apenas dois alunos estão fora desta faixa, estando um entre 25 a 30 anos e outro acima de 30 anos.

As respostas dos alunos quanto ao estado civil estão representadas na Figura 38:

Figura 38 - Estado civil dos alunos.

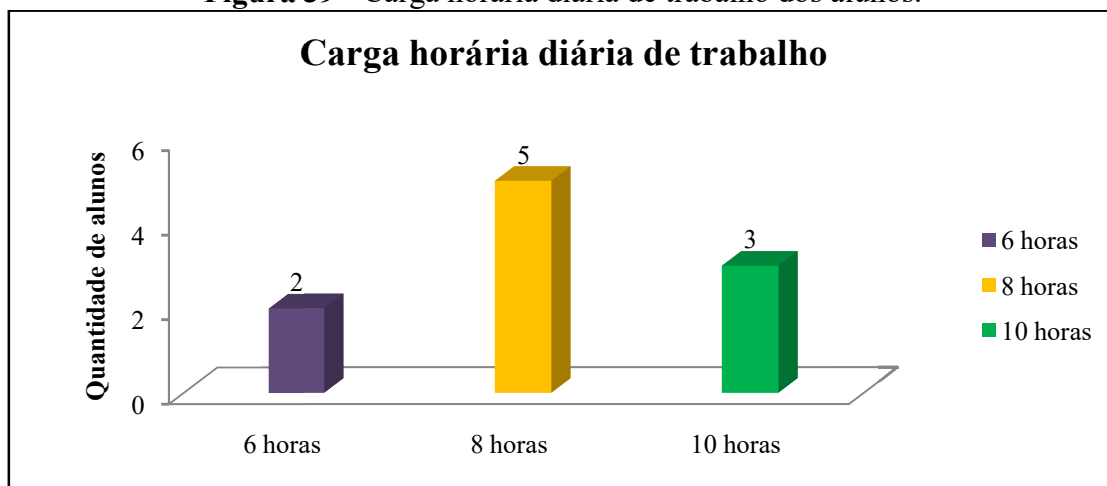
Fonte: elaboração própria.

A análise do gráfico indica que dos dezesseis alunos que responderam o questionário, quatorze se declararam solteiro(a). Um discente se enquadrou na categoria separado(a)/divorciado(a)/desquitado(a), enquanto outro se enquadrou na categoria casado(a).

No que diz respeito à atividade profissional, dez alunos exercem alguma atividade remunerada, dentre as quais foram citadas as seguintes profissões: manicure, serralheiro, padeiro, babá, militar, atendente de farmácia, garçom, pipoqueiro e mecânico de ferramentas

elétricas. A carga horária diária de trabalho dos alunos que afirmaram ter uma atividade profissional remunerada pode ser encontrada na Figura 39:

Figura 39 - Carga horária diária de trabalho dos alunos.

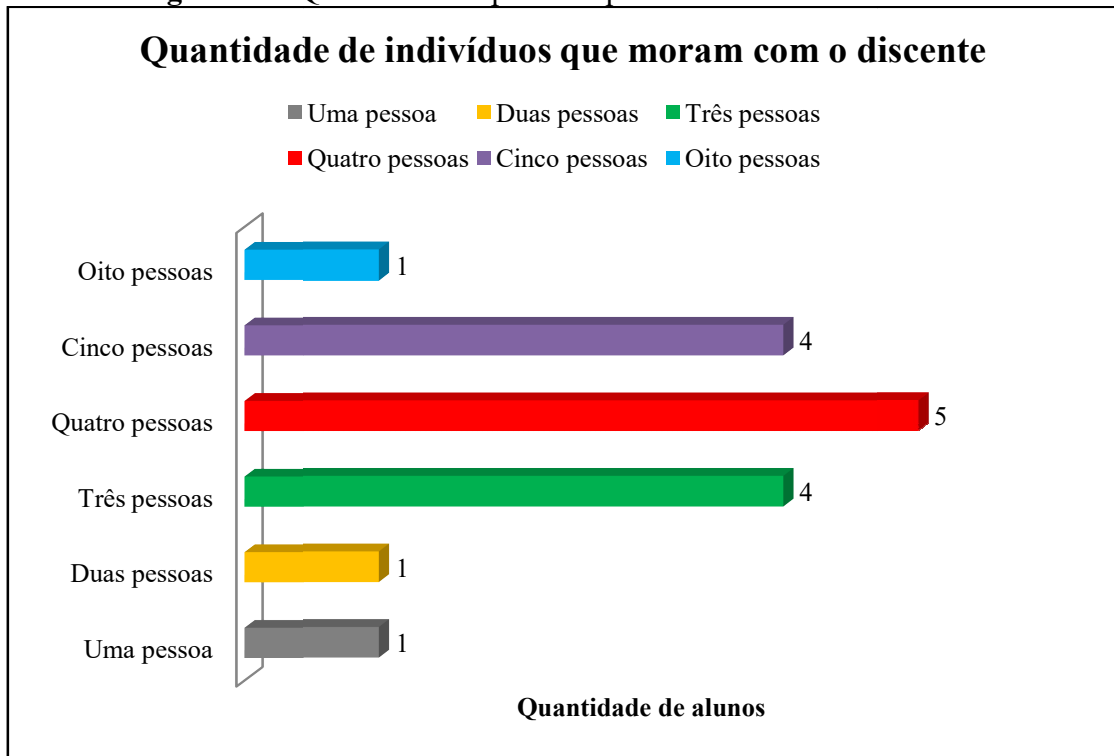


Fonte: elaboração própria.

De acordo com o gráfico, dos dez alunos que possuem alguma atividade remunerada, a metade deles, isto é, cinco alunos possuem uma carga diária de trabalho de oito horas. Três alunos trabalham dez horas diariamente e dois alunos responderam trabalhar seis horas por dia.

Como veremos adiante neste mesmo questionário, a necessidade de exercer uma atividade remunerada foi a principal motivação citada pelos alunos da EJA que os levou ao afastamento da escola por um período de tempo determinado. A partir daí, é possível inferir que a incompatibilidade entre os horários de trabalho e estudo do discente desta modalidade de ensino culmina no seu afastamento da escola, aumentando, desta forma, a estatística dos alunos evadidos.

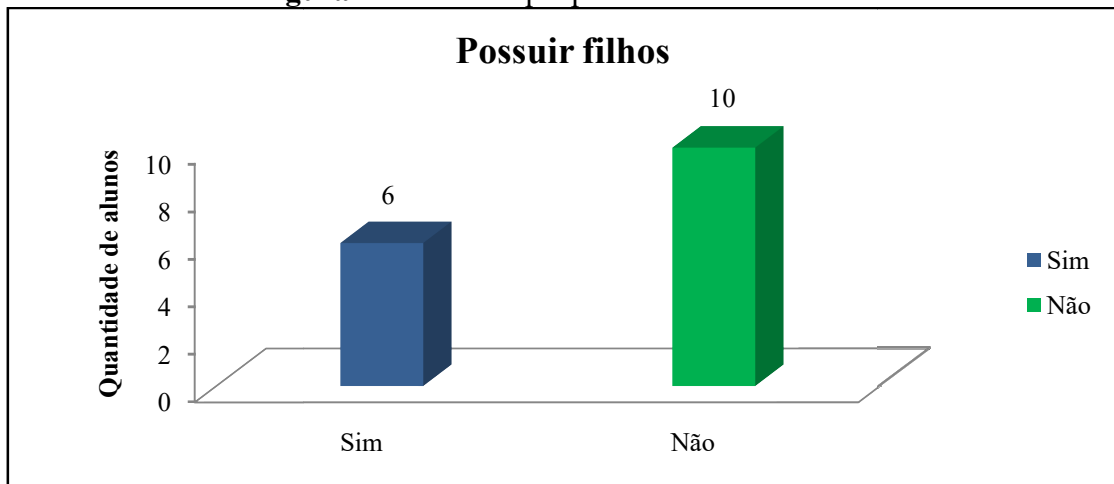
O gráfico da Figura 40 está relacionado à quantidade de pessoas que moram na mesma residência do aluno:

Figura 40 - Quantidade de pessoas que residem com os discentes.

Fonte: elaboração própria.

Conforme o gráfico indicado na Figura 40, cinco alunos responderam morar com quatro pessoas, quatro indicaram morar com cinco pessoas e outros quatro alunos relataram morar com três pessoas. As opções uma pessoa, duas pessoas e oito pessoas foram mencionadas por somente um aluno cada.

Os dados relativos ao fato de os discentes possuírem ou não filhos, encontram-se destacados na Figura 41:

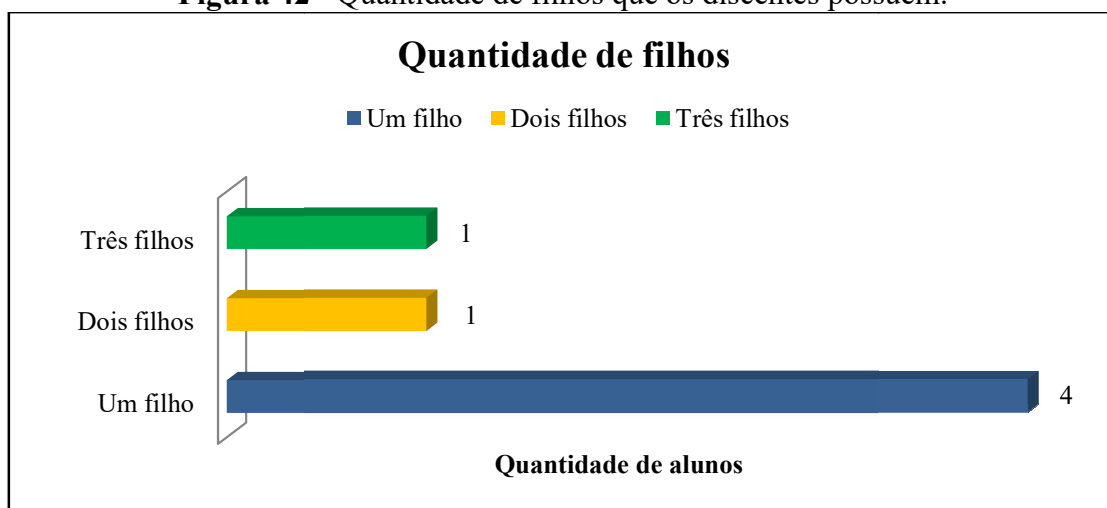
Figura 41 - Alunos que possuem ou não filhos.

Fonte: elaboração própria.

Pelos dados do gráfico da Figura 41, dos dezesseis alunos frequentes da turma 402 EJA, dez alunos afirmaram não ter filhos ao passo que seis discentes apontaram que já possuem.

Aos seis alunos que responderam ter filhos, foi questionado acerca da quantidade de descendentes que possuem. O resultado das respostas pode ser verificado na Figura 42.

Figura 42 - Quantidade de filhos que os discentes possuem.

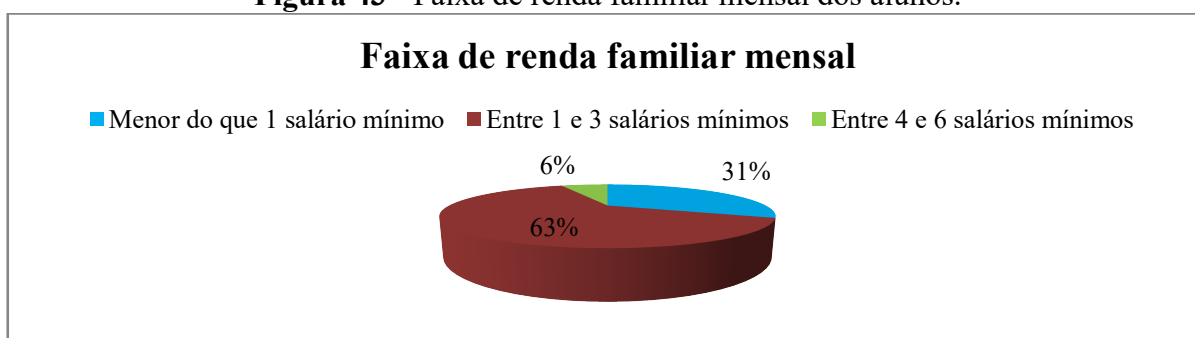


Fonte: elaboração própria.

Os dados gráficos mostram que dos seis alunos que afirmaram ter filhos, quatro deles possuem um único filho, um aluno possui dois filhos e outro aluno respondeu ter três filhos.

Quanto à faixa de renda familiar mensal (Figura 43), 63% da turma, ou seja, dez alunos apresentam renda familiar na faixa entre um e três salários mínimos. Cinco alunos (31%) indicaram possui renda familiar menor do que um salário mínimo. Apenas um aluno da turma (6%), afirmou que sua faixa de renda familiar mensal encontra-se compreendida entre quatro e seis salários mínimos.

Figura 43 - Faixa de renda familiar mensal dos alunos.

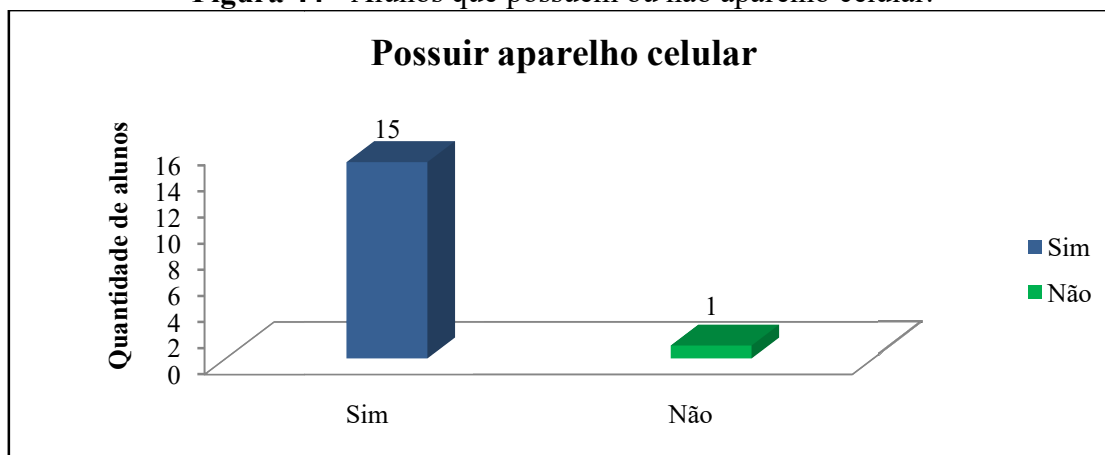


Fonte: elaboração própria.

Um estudo realizado por Lopez e Menezes (2002) sobre reprovação e evasão no Brasil apontou que as variáveis renda e idade são fatores expressivos na explicação da reprovação: estudantes mais pobres e/ou com mais idade apresentam maiores chances de reprovação.

No que se refere ao fato de os discentes possuírem ou não aparelho celular, os dados coletados estão destacados na Figura 44:

Figura 44 - Alunos que possuem ou não aparelho celular.

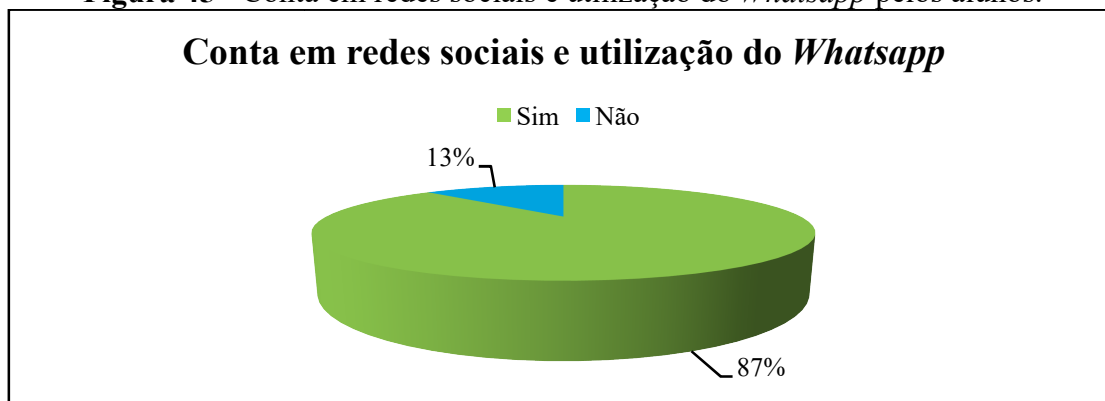


Fonte: elaboração própria.

De acordo com a Figura 44, a maioria da turma (15 alunos) possui aparelho celular. Somente um aluno afirmou que não possui.

Ao serem questionados se possuíam contas em redes sociais (exemplo: *Facebook*, *Instagram*, *Twitter*, dentre outros) e sobre a utilização do *Whatsapp* o resultado foi o mesmo: 14 alunos (87,5%) da turma responderam afirmativamente ambas as questões, enquanto dois alunos assinalaram que não possuem conta em redes sociais, além de não fazerem uso do *Whatsapp*. Estes dados podem ser observados no gráfico da Figura 45.

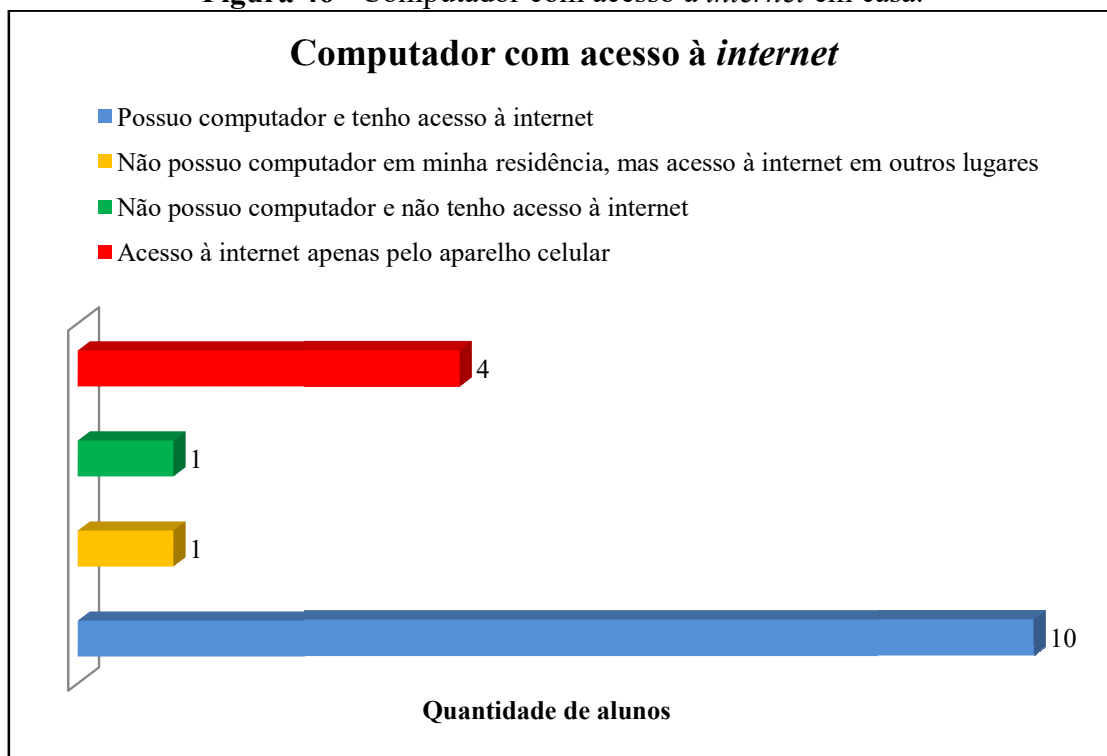
Figura 45 - Conta em redes sociais e utilização do *Whatsapp* pelos alunos.



Fonte: elaboração própria.

Os alunos também foram indagados sobre possuírem ou não computador com acesso à *internet* em casa. O resultado encontra-se representado na Figura 46:

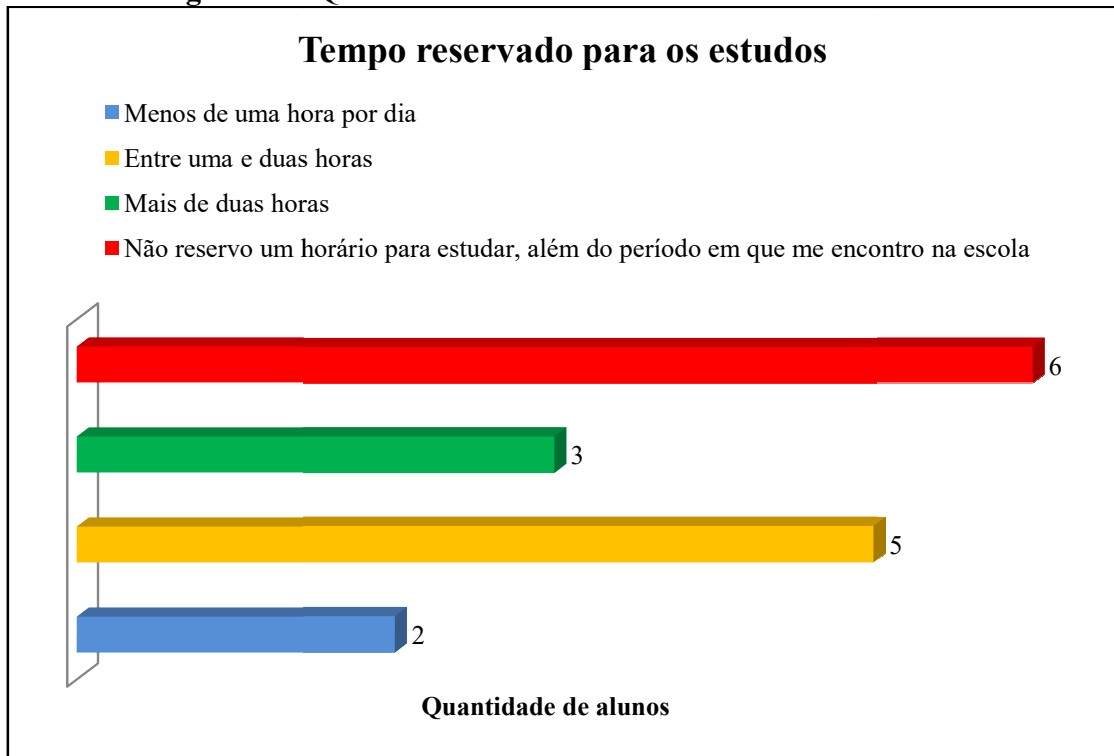
Figura 46 - Computador com acesso à *internet* em casa.



Fonte: elaboração própria.

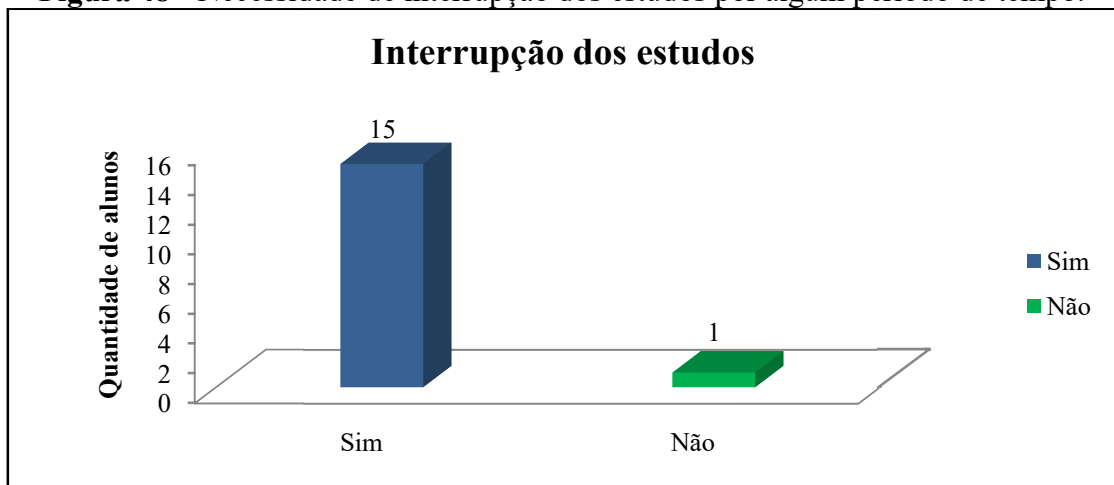
Como é possível observar graficamente, dez alunos disseram ter computador com acesso à *internet* em sua residência. Já quatro alunos alegaram acessar a *internet* somente por meio do aparelho celular. Um aluno respondeu que não possui computador e não tem acesso à *internet* e outro aluno afirmou que não possui computador em casa, mas que acessa a *internet* em outros lugares.

Com relação à quantidade de horas diárias reservada aos estudos (Figura 47), seis alunos afirmaram não reservar um horário para estudar, além do período em que se encontram na escola. Dois discentes estudam menos de uma hora por dia, cinco reservam entre uma e duas horas para os estudos e três alunos se dedicam aos estudos por mais de duas horas por dia.

Figura 47 - Quantidade de horas diárias reservada aos estudos.

Fonte: elaboração própria.

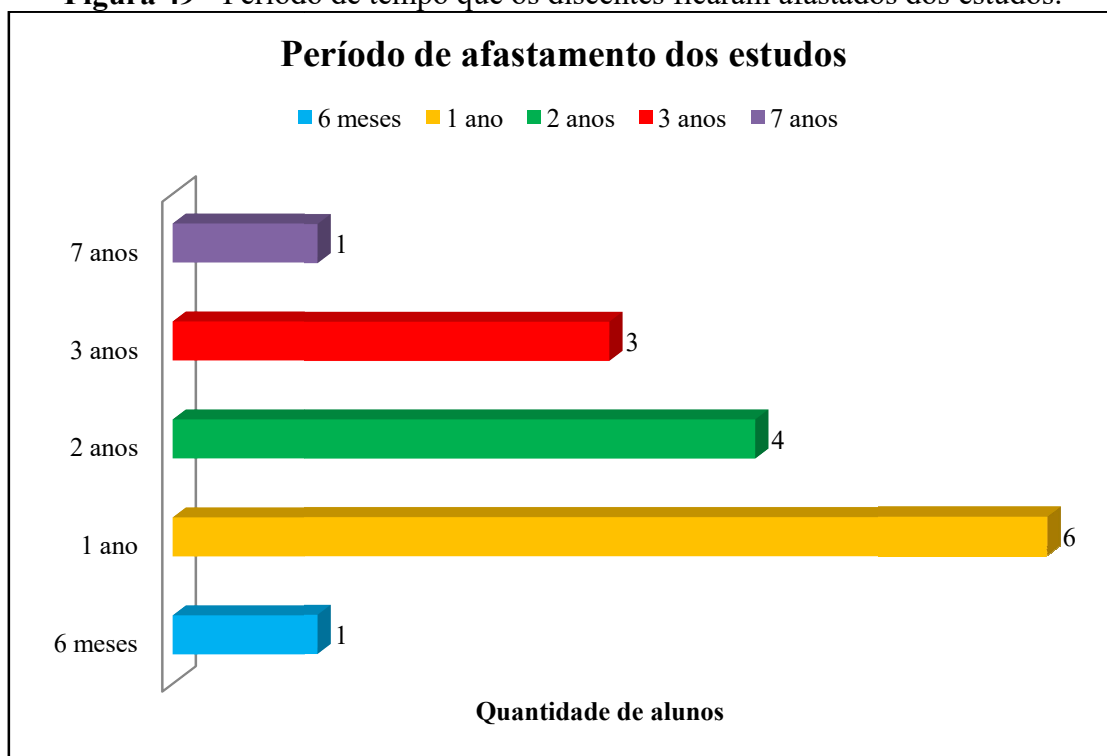
Ao serem questionados sobre a necessidade de interrupção dos estudos por algum período de tempo (Figura 48), o resultado foi quase que unânime: dos dezesseis alunos da turma 402 EJA, quinze já precisaram se afastar da escola por algum tempo. Somente um aluno afirmou que nunca precisou se afastar dos estudos por algum período.

Figura 48 - Necessidade de interrupção dos estudos por algum período de tempo.

Fonte: elaboração própria.

Caso respondessem afirmativamente à questão anterior, os discentes deveriam indicar quanto tempo precisaram ficar afastados do ambiente escolar. O resultado encontra-se indicado na Figura 49:

Figura 49 - Período de tempo que os discentes ficaram afastados dos estudos.



Fonte: elaboração própria.

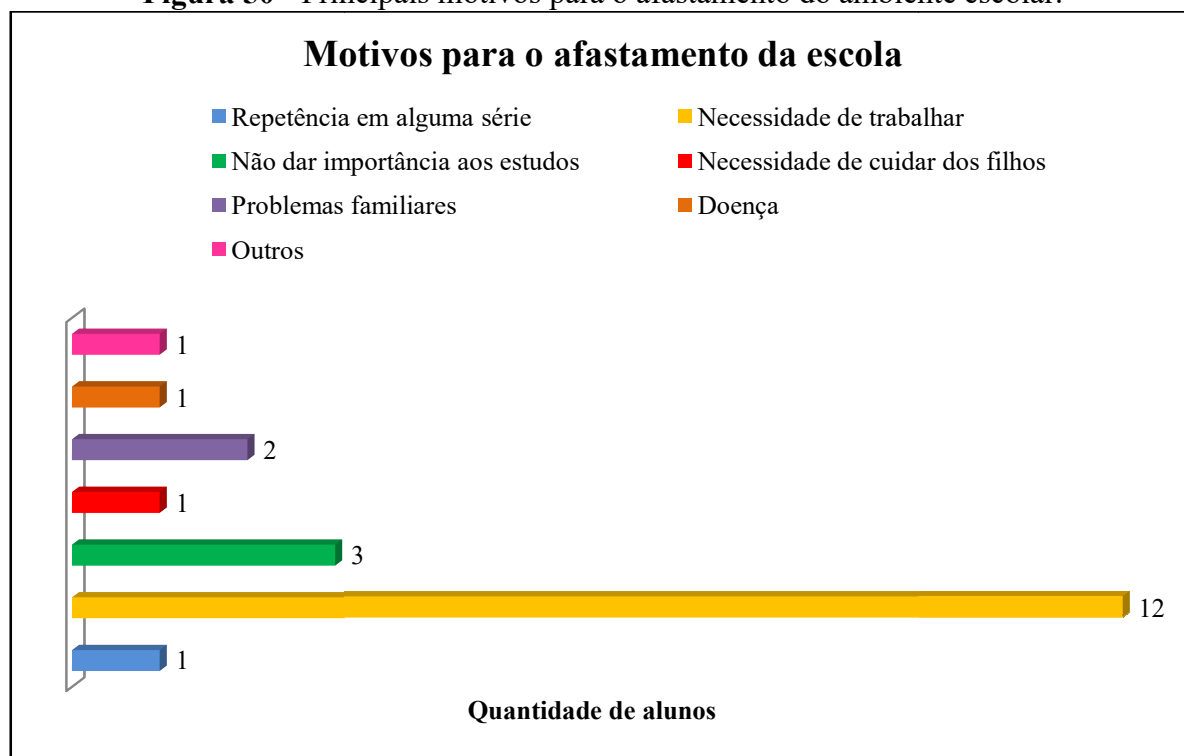
Conforme o gráfico apresentado na Figura 49, dos quinze alunos que precisaram se manter distantes da escola por um período de tempo, seis ficaram afastados por um ano, quatro permaneceram fora da escola por dois anos, três alunos precisaram se distanciar por três anos, um discente necessitou de seis meses longe do ambiente escolar e um aluno permaneceu distante por sete anos.

Vale destacar que a evasão escolar é um dos grandes problemas enfrentados nas escolas brasileiras e está relacionada a diversos motivos em diferentes contextos. Conforme Campos e Oliveira (2003), dentre as principais motivações que contribuem para o afastamento dos jovens e adultos do ambiente escolar, podem-se destacar: a necessidade do trabalho para ajudar nas despesas da casa, violência no ambiente escolar, faltas de professor, escassez de material didático e formação inadequada oferecida pela escola aos alunos.

Das razões citadas anteriormente que colaboram para a evasão escolar, constatou-se neste trabalho que a necessidade de trabalhar foi a principal motivação para o afastamento do

ambiente escolar por algum período de tempo, indicada pelos alunos da turma 402 EJA, como é possível observar na Figura 50. Convém mencionar que, nesta questão, os alunos tinham a possibilidade de indicar mais de um motivo contribuinte para seu abandono escolar.

Figura 50 - Principais motivos para o afastamento do ambiente escolar.

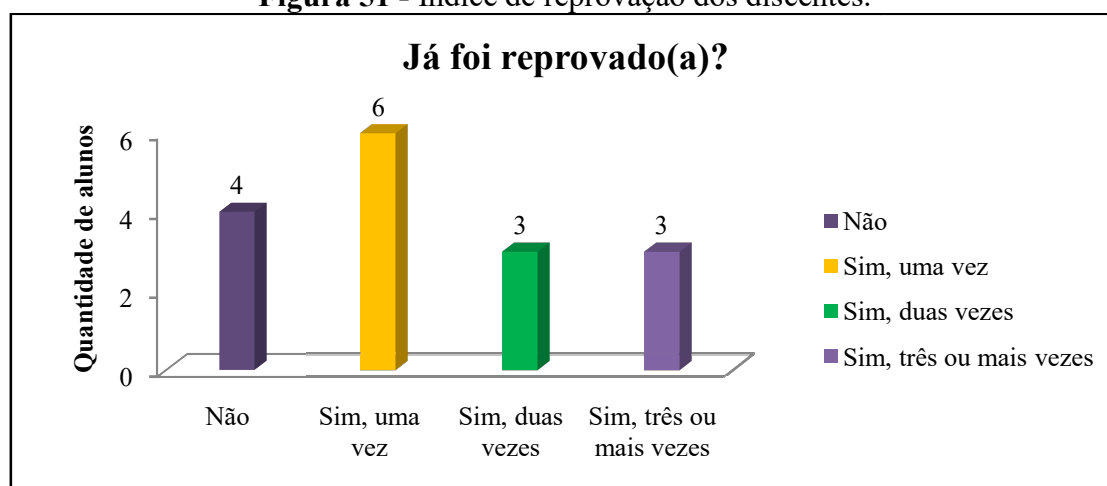


Fonte: elaboração própria.

De acordo com a análise gráfica, a necessidade de trabalhar foi um dos principais motivos para o distanciamento da escola, sendo citado por doze alunos. Três alunos indicaram o fato de não darem importância aos estudos. Problemas familiares foi outro motivo assinalado por dois alunos. Repetência em alguma série, necessidade de cuidar dos filhos e doença foram motivos apontados uma única vez cada. Além destes, um discente destacou a alternativa outros, especificando o fato de sofrer *bullying* na escola como uma das principais motivações para o afastamento dos estudos.

Os alunos também foram questionados sobre reprovação, devendo indicar se já haviam sido reprovados alguma vez ao longo de sua trajetória escolar. Os dados referentes a esta questão encontram-se indicados na Figura 51.

Figura 51 - Índice de reprovação dos discentes.



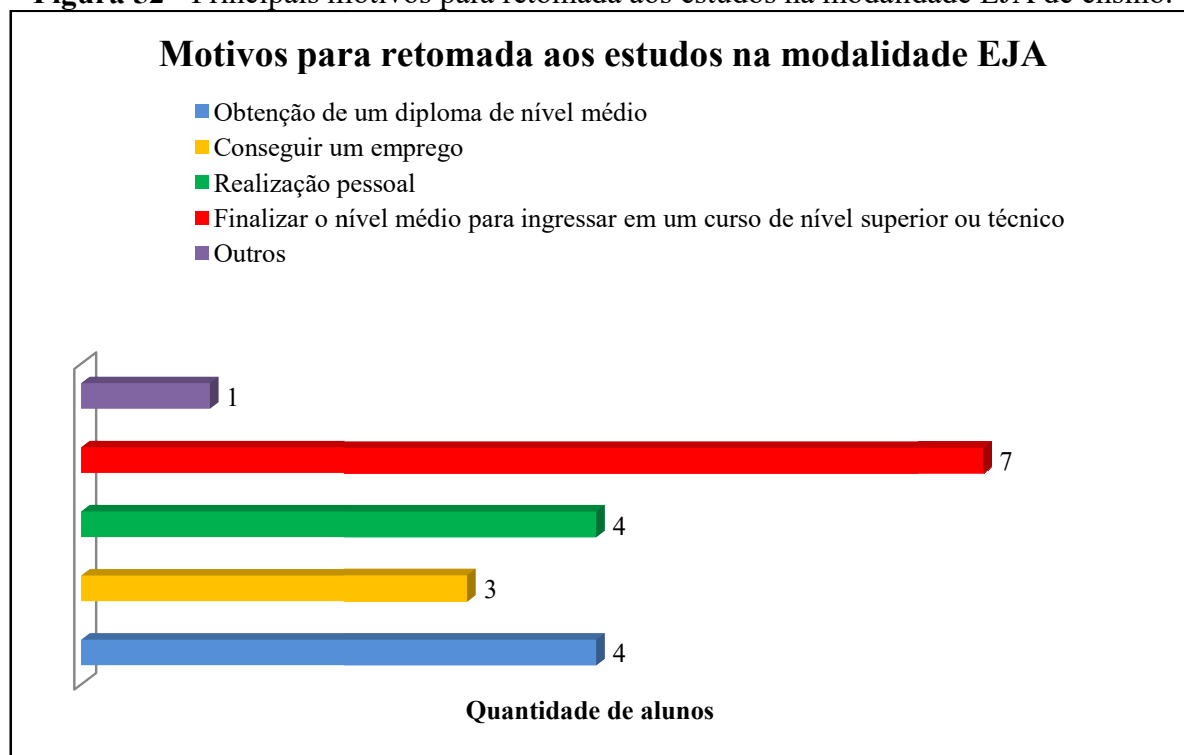
Fonte: elaboração própria.

Dos dezesseis alunos da turma 402 EJA, doze alunos, que correspondem a 75% da turma, responderam já terem sido reprovados alguma vez: seis foram reprovados uma vez, três foram reprovados duas vezes e três foram reprovados três ou mais vezes. Somente 25% da turma, ou seja, quatro alunos nunca foram reprovados no decorrer de sua trajetória escolar.

Vale destacar que, um empecilho concernente ao desinteresse dos jovens estudantes do nível médio são as sucessivas reprovações, que têm significativo peso na decisão de dar ou não continuidade aos estudos, pois, geralmente, a repetência é seguida pelo abandono escolar (LOPEZ; MENEZES, 2002).

Segundo Ferrari e Amaral (2005), uma importante consideração a se fazer é o reconhecimento deste jovem como um sujeito, cuja história não é a mesma de outros jovens de sua faixa etária. Para as autoras, é imprescindível que o jovem da modalidade EJA de ensino seja visto como uma pessoa, “cujas condições de existência remetem à dupla exclusão, de seu grupo de pares da mesma idade e do sistema regular de ensino, por evasão ou retenção” (FERRARI; AMARAL, 2005, p. 2).

No tocante aos motivos que incentivaram a retomada aos estudos na modalidade EJA de ensino, sete alunos mencionaram a possibilidade de finalizar o nível médio para poder ingressar em um curso de nível superior ou de nível técnico. Quatro alunos indicaram retomar os estudos na modalidade EJA com o intuito de obtenção de um diploma de nível médio e outros quatro alunos apontaram a realização pessoal como um dos motivos para esta retomada. Três alunos indicaram a possibilidade de conseguir um emprego e um aluno destacou outro motivo, sem especificá-lo. Os dados referentes a esta questão estão indicados a Figura 52:

Figura 52 - Principais motivos para retomada aos estudos na modalidade EJA de ensino.

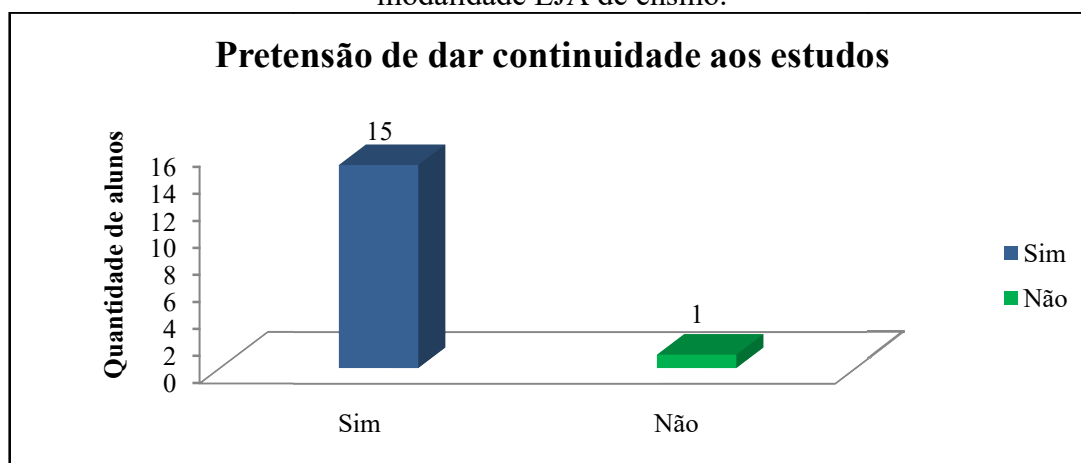
Fonte: elaboração própria.

Convém mencionar que, nesta questão, o aluno tinha a possibilidade de indicar mais de um motivo que o influenciou a retomar os estudos na modalidade EJA de ensino.

De acordo com os dados gráficos da Figura 52, é possível inferir que os discentes que se afastaram dos estudos por algum período de tempo enxergaram na modalidade EJA de ensino uma possibilidade de conclusão do nível médio a fim de dar continuidade aos estudos em um curso de nível superior ou técnico.

Neste contexto, é possível observar na Figura 53 que, dos dezesseis alunos da turma, quinze responderam afirmativamente no que se refere à pretensão de dar continuidade aos estudos após a conclusão do nível médio na modalidade EJA. Apenas um aluno apontou que não anseia prosseguir nos estudos.

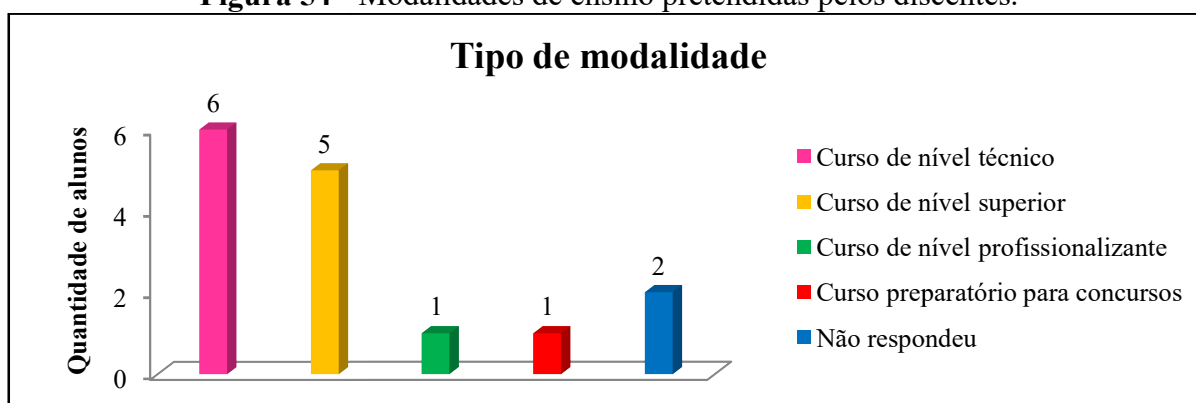
Figura 53 - Pretensão de dar continuidade aos estudos após a conclusão do nível médio na modalidade EJA de ensino.



Fonte: elaboração própria.

Os alunos que responderam afirmativamente à questão anterior sobre dar continuidade aos estudos indicaram o tipo de modalidade e o curso pretendido (técnico, superior, profissionalizante, dentre outros). As opções relacionadas às modalidades citadas podem ser verificadas na Figura 54.

Figura 54 - Modalidades de ensino pretendidas pelos discentes.



Fonte: elaboração própria.

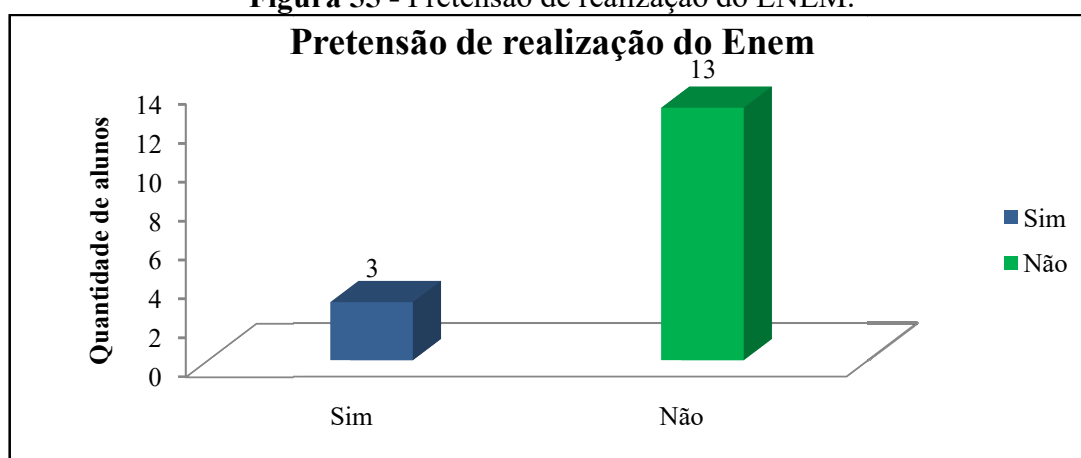
Na Figura 54, pode-se observar que dos quinze alunos que possuem vontade de continuar os estudos, seis pretendem ingressar em um curso de nível técnico, cinco em um curso de nível superior, um aluno quer realizar um curso de nível profissionalizante e um discente deseja ingressar em um curso preparatório para concursos. Dois alunos não responderam a esta questão.

Com relação aos cursos desejados pelos discentes, o curso técnico em enfermagem foi o mais mencionado, sendo citado por quatro alunos. Dois alunos desejam continuar os estudos

cursando o nível superior de psicologia. Outros cursos também foram citados, porém uma única vez, a saber: curso técnico em farmácia, curso técnico em eletrotécnica, curso técnico em mecatrônica, curso superior de educação física, curso superior de medicina veterinária e curso preparatório para concurso da Polícia Federal. Convém mencionar que alguns alunos destacaram mais de um curso nesta questão.

Quando questionados sobre a pretensão de realizar o ENEM (Exame Nacional do Ensino Médio) no ano de 2018, apenas três alunos da turma 402 EJA responderam ter interesse em fazê-lo, como indicado nos dados gráficos da Figura 55.

Figura 55 - Pretensão de realização do ENEM.



Fonte: elaboração própria.

Comparando este resultado com os dados obtidos na Figura 53, é possível inferir que ele é contraditório, posto que a maioria dos alunos (15 alunos) da turma 402 EJA tem pretensão de dar continuidade aos estudos e, sabe-se atualmente que o ENEM é uma importante, senão a principal, porta de entrada para o ingresso do ensino superior no Brasil, possibilitando o acesso tanto em instituições de educação pública quanto em instituições de educação privada.

A partir dos dados coletados ao longo da aplicação deste questionário sobre o perfil do público EJA foi possível conhecer um pouco mais sobre a trajetória escolar, aspectos relacionados à vida pessoal e profissional dos discentes, além de seus anseios, considerando as características e as especificidades dos jovens e adultos atendidos por esta modalidade tanto na elaboração quanto na implementação do produto educacional desenvolvido neste trabalho.

5.2. Situação inicial

A finalidade desta etapa consiste na verificação das concepções prévias relevantes dos discentes por meio do questionário inicial *Em busca dos subsunçores*, constituído de cinco questões abertas e nove questões objetivas, totalizando quatorze questões. Esta é uma etapa norteadora, pois os subsunçores dos alunos são fundamentais para direcionar como uma nova informação será compreendida por sua estrutura cognitiva, sendo armazenada, posteriormente, como conhecimento (MOREIRA, 2002).

Antes da aplicação do questionário propriamente dita, a docente conversou com os alunos acerca da importância da participação dos mesmos em todas as etapas investigativas do produto educacional que seria aplicado pela professora/pesquisadora ao longo do bimestre.

Também foi mencionado nesta conversa que a aplicação das etapas que constituem a UEPS era fundamental tanto para aquisição de novos conhecimentos por parte dos alunos quanto para a obtenção de resultados para a pesquisa de mestrado por parte da professora.

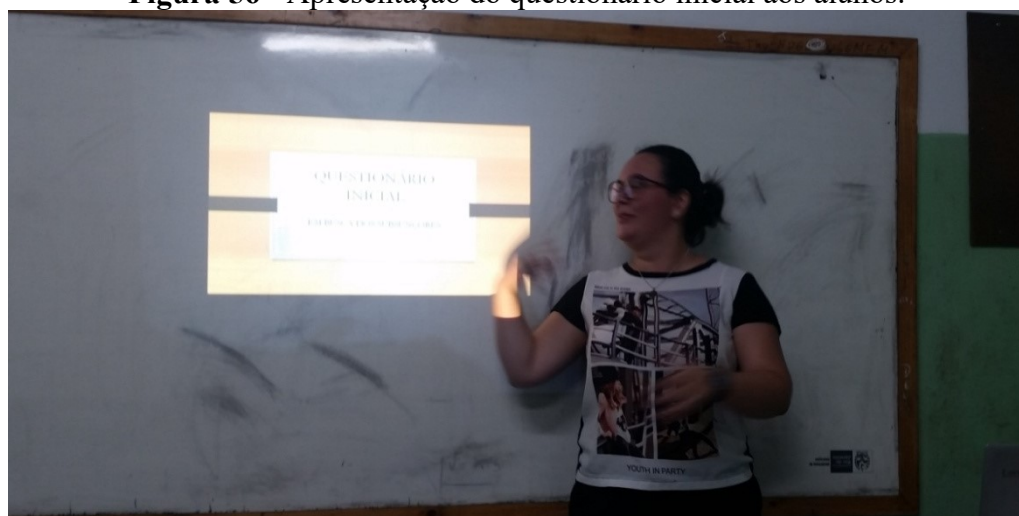
Outro ponto importante que foi destacado, diz respeito à avaliação da aprendizagem dos discentes que, conforme Moreira (2011), deve ser realizada ao longo da implementação da UEPS, constituindo-se de uma avaliação formativa com o intuito de detectar evidências que apontem para a ocorrência da aprendizagem significativa, corroborando, assim, a potencialidade da estratégia utilizada.

A partir de então, deu-se início a aplicação da primeira etapa investigativa da UEPS desenvolvida neste trabalho.

Inicialmente, foi sorteado um número aleatório para identificação de cada aluno na ficha gabarito, com o objetivo de evitar que o discente se sentisse intimidado a expor seus subsunçores.

Por conseguinte, as questões do questionário começaram a ser lidas sequencialmente pela docente com o auxílio de uma apresentação em *slides*, conforme mostrado na Figura 56.

Figura 56 - Apresentação do questionário inicial aos alunos.



Fonte: arquivo pessoal.

Com o intuito de registrar a resposta dos alunos, para cada pergunta presente no questionário foi elaborada uma ficha gabarito (Figura 57), que foi previamente cortada para ser entregue gradativamente aos discentes no decorrer da aula e devolvida ao final do registro da resposta à professora.

Figura 57 - Ficha gabarito individual.

FICHA GABARITO INDIVIDUAL

Em todas as questões a seguir é possível (se necessário) marcar mais de uma alternativa:

<p>✂</p> <p>QUESTÃO 1 ALUNO: _____</p> <p>Resposta: _____</p> <p>_____</p> <p>_____</p>	<p>✂</p> <p>QUESTÃO 6 ALUNO: _____</p> <p>Resposta: <input type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/> C <input type="checkbox"/> D <input type="checkbox"/> E</p>
<p>✂</p> <p>QUESTÃO 2 ALUNO: _____</p> <p>Resposta: _____</p> <p>_____</p> <p>_____</p>	<p>✂</p> <p>QUESTÃO 7 ALUNO: _____</p> <p>Resposta: <input type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/> B</p>
<p>✂</p> <p>QUESTÃO 3 ALUNO: _____</p> <p>Resposta: _____</p> <p>_____</p> <p>_____</p>	<p>✂</p> <p>QUESTÃO 8 ALUNO: _____</p> <p>Resposta: <input type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/> C <input type="checkbox"/> D</p>
<p>✂</p> <p>QUESTÃO 4 ALUNO: _____</p> <p>Resposta: _____</p> <p>_____</p> <p>_____</p>	<p>✂</p> <p>QUESTÃO 9 ALUNO: _____</p> <p>Resposta: <input type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/> C <input type="checkbox"/> D <input type="checkbox"/> E <input type="checkbox"/> F</p>
<p>✂</p> <p>QUESTÃO 5 ALUNO: _____</p> <p>Resposta: _____</p> <p>_____</p> <p>_____</p>	<p>✂</p> <p>QUESTÃO 10 ALUNO: _____</p> <p>Resposta: <input type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/> C</p>
	<p>✂</p> <p>QUESTÃO 11 ALUNO: _____</p> <p>Resposta: <input type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/> C <input type="checkbox"/> D <input type="checkbox"/> E</p>
	<p>✂</p> <p>QUESTÃO 12 ALUNO: _____</p> <p>Resposta: <input type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/> C <input type="checkbox"/> D <input type="checkbox"/> E <input type="checkbox"/> F</p>
	<p>✂</p> <p>QUESTÃO 13 ALUNO: _____</p> <p>Resposta: <input type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/> C <input type="checkbox"/> D</p>
	<p>✂</p> <p>QUESTÃO 14 ALUNO: _____</p> <p>Resposta: <input type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/> C <input type="checkbox"/> D <input type="checkbox"/> E</p>

Fonte: elaboração própria.

Desta forma, à medida que as questões eram apresentadas aos alunos, cada um deles recebia a ficha gabarito referente à questão para registro de sua resposta. A professora estipulou um tempo limite de cinco minutos para que os discentes respondessem cada questão.

Figura 58 - Alunos registrando sua resposta na ficha gabarito individual.



Fonte: arquivo pessoal.

Vale mencionar que, a opção de se aplicar um questionário interativo e gradativo deu-se pelo fato de que algumas questões poderiam influenciar respostas de questões anteriores, podendo induzir o aluno a modificar algum registro já feito, mascarando, assim, a identificação de suas concepções prévias.

Assim, considerando-se a análise de conteúdo proposta por Bardin (2009), descrita na metodologia do presente trabalho, deu-se início a avaliação das respostas dadas pelos alunos às questões abertas presentes no questionário *Em busca dos subsunçores*. É válido destacar que, dos dezesseis alunos da turma 402 EJA, treze estavam presentes na aplicação do questionário.

Foram recortadas US das respostas dadas pelos alunos às questões abertas do questionário, com o intuito de categorizar os elementos identificados. As categorias não foram estabelecidas previamente, mas, sim, criadas a partir dos recortes das US.

Convém destacar que, o tipo de US característica da análise de conteúdo e escolhida para recorte foi o tema, ou seja, “uma afirmação acerca de um assunto. Quer dizer, uma frase, ou uma frase composta, habitualmente um resumo ou uma frase condensada, por influência da

qual pode ser realizado um vasto conjunto de formulações” (BERELSON, 1971 apud BARDIN, 2009, p. 131).

Adiante, será comentada separadamente cada uma das questões que constituem o questionário *Em busca dos subsunçores*.

✓ **Questão 1: “Na sua opinião, de que todas as coisas são feitas?”**

As US recortadas nesta questão consistiam de temas que indicavam a opinião dos alunos quanto à constituição de todas as coisas do Universo.

Ao lerem o enunciado desta questão, alguns alunos se pronunciaram da seguinte forma:

“Professora, todas as coisas é tudo que existe?” – questiona um aluno.

“E se eu não souber, deixo em branco? O que eu colocar vai estar errado?” – indaga uma aluna, preocupada se deveria colocar alguma coisa mesmo se não soubesse a resposta ou se deveria deixar em branco.

“Posso colocar que não sei?” – pergunta novamente outro aluno.

“Vale dar exemplo de coisas, tipo cadeira, por exemplo?” – interroga um aluno sobre a possibilidade de exemplificar na elaboração da resposta.

Diante dos questionamentos da turma, a professora deixou claro que não iria interferir na resposta dos alunos e pediu para que eles se expressassem livremente, pois a intenção principal não era separar questões certas e erradas, mas sim conhecer o que os discentes já sabiam a respeito dos assuntos abordados.

As US recortadas da primeira pergunta do questionário originaram três categorias: materiais, matéria e aspectos afetivos/religiosos. Para cada categoria criada, foram destacados alguns exemplos, conforme indicado no Quadro 4:

Quadro 4 - Categorização das US recortadas na análise das respostas dos alunos da primeira questão e respectivos exemplos.

CATEGORIZAÇÃO	US recortadas
Materiais	Total de US: 6 Exemplos: <ul style="list-style-type: none"> • <i>Tudo é feito de madeira, metal, vidro e plástico. (Aluno 2)</i> • <i>Se a cadeira é feita de plástico, tudo deve ser feito de plástico, madeira, ferro etc. (Aluno 7)</i> • <i>Tudo tem materiais em sua composição, como plástico, vidro, aço, elétrons etc. (Aluno 11)</i>
Matéria	Total de US: 5 Exemplos: <ul style="list-style-type: none"> • <i>Tudo é feito de matéria. (Aluno 1)</i> • <i>Acho que tudo é feito de matéria. (Aluno 3)</i>
Aspectos afetivos/religiosos	Total de US: 2 Exemplos: <ul style="list-style-type: none"> • <i>Todas as coisas são feitas de amor, carinho e respeito. (Aluno 10)</i> • <i>Tudo é feito de Deus, pois Ele criou tudo que existe. (Aluno 5)</i>

Fonte: elaboração própria.

No Quadro 4, em seis US recortadas, os estudantes indicaram que todas as coisas são feitas de materiais, tais como: plástico, madeira, metal e vidro. É interessante observar que o Aluno 11 cita em sua resposta uma partícula subatômica, o elétron, porém como sendo um tipo de material.

Outra categoria identificada em cinco US recortadas diz respeito à matéria, ou seja, cinco alunos apontaram a matéria como sendo constituinte de todas as coisas.

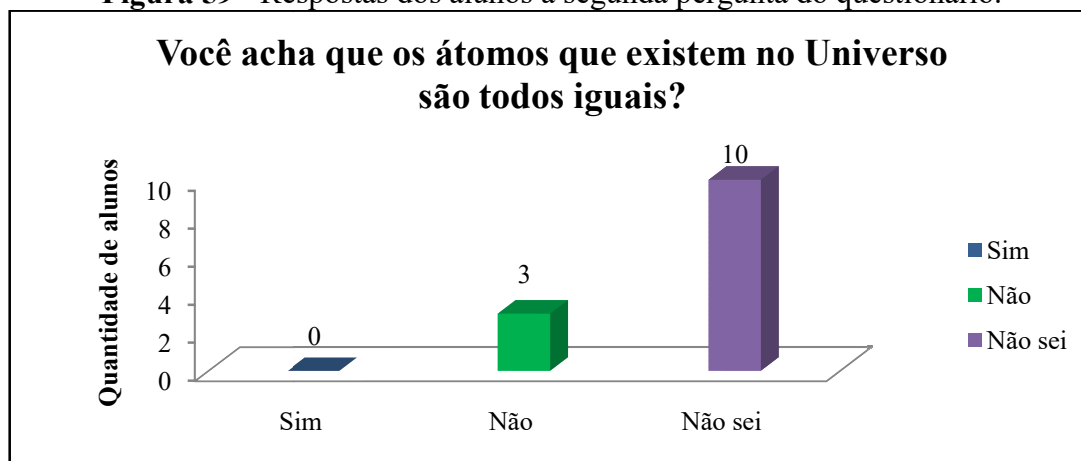
Também é possível observar que duas US recortadas foram enquadradas na categoria aspectos afetivos/religiosos. A resposta dada pelo Aluno 10 possui caráter emotivo e envolve sentimentos humanos, enquanto que a resposta do Aluno 5, de cunho religioso, relaciona o divino à constituição de todas as coisas.

Apesar de um aluno ter citado o elétron em uma das respostas dadas na categoria matéria, nenhum estudante da turma comentou a relação entre matéria e átomos.

✓ **Questão 2:** “*Você acha que os átomos que existem no Universo são todos iguais? Justifique.*”

Nesta questão, os alunos foram indagados sobre os átomos que compõe o Universo. Os dados coletados nesta questão encontram-se apresentados na Figura 59.

Figura 59 - Respostas dos alunos à segunda pergunta do questionário.



Fonte: elaboração própria.

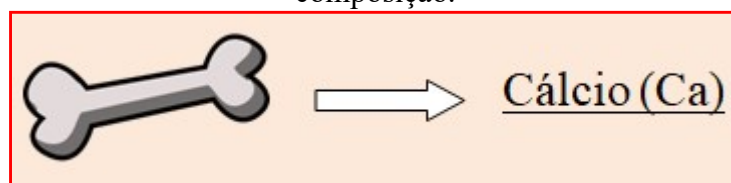
De acordo com a Figura 59, é possível observar que a maior parte dos alunos presentes, ou seja, dez alunos não souberam responder à pergunta em questão. Três alunos opinaram que os átomos que existem no Universo não são iguais. Destes três, apenas um discente justificou sua resposta, conforme indicado abaixo:

“*Não são todos iguais. Eu acho que existem vários átomos diferentes no Universo*”
(Aluno 3).

Convém destacar que, nenhum aluno da turma respondeu afirmativamente a esta questão. Pode-se inferir que os discentes não tenham compreendido adequadamente o objetivo da questão.

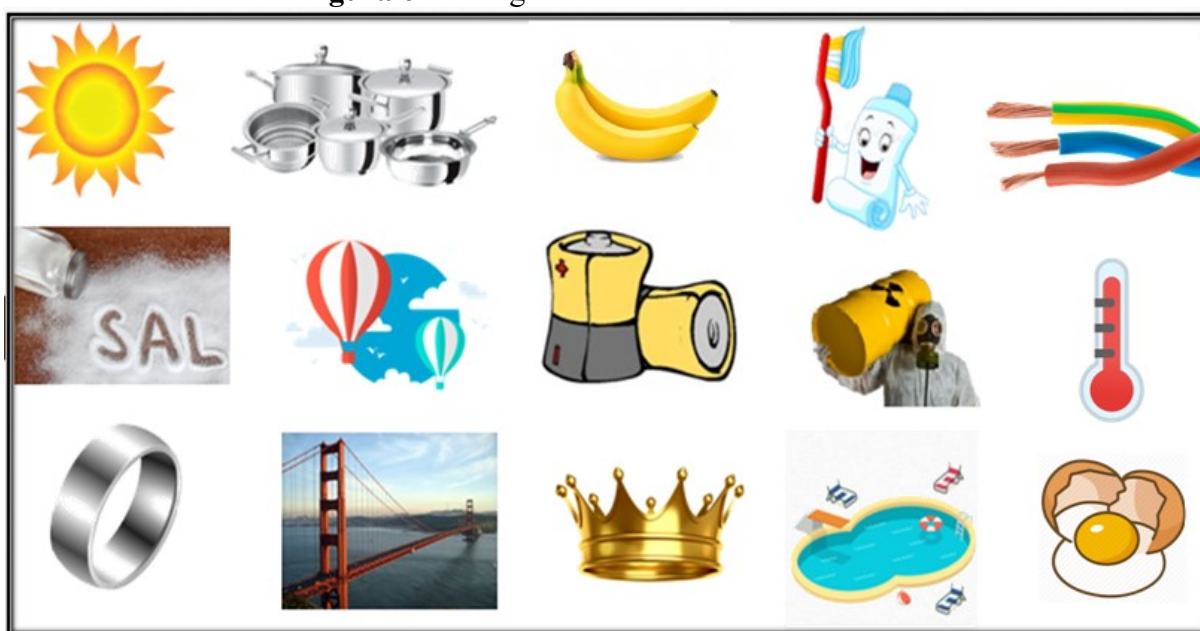
✓ **Questão 3:** “*Associe as imagens apresentadas com elementos químicos que podem estar presentes em sua composição, conforme mostrado no exemplo abaixo (dica: utilize sua tabela periódica para ajudar a encontrar os elementos que julgar necessário):*”

Figura 60 - Exemplo de associação entre a imagem e o elemento químico presente em sua composição.



Fonte: elaboração própria.

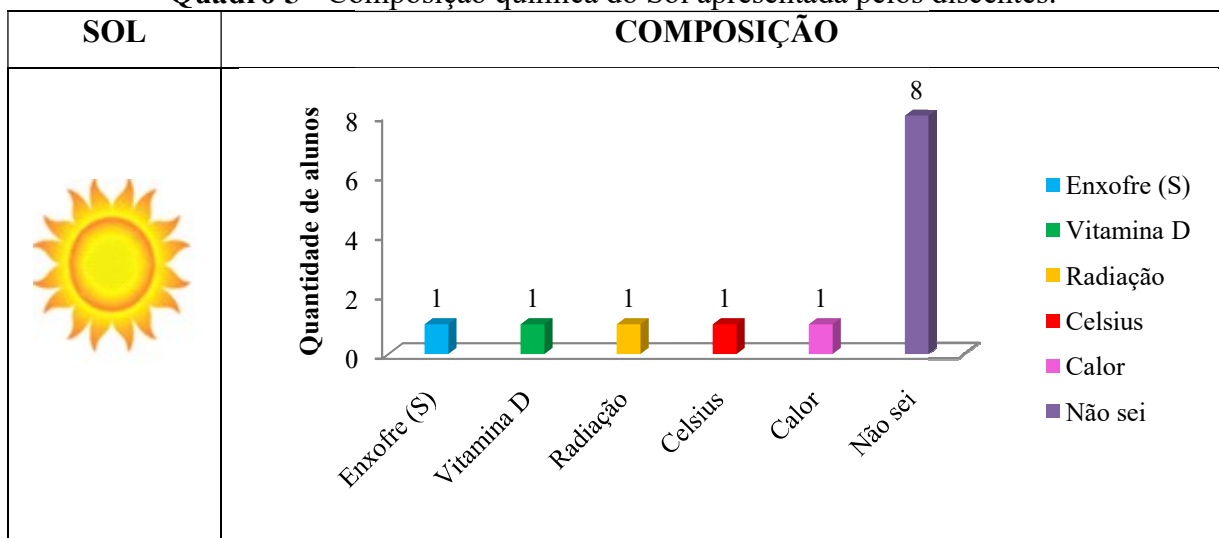
Figura 61 - Imagens relacionadas ao cotidiano.



Fonte: elaboração própria.

Para auxiliar na elaboração de respostas para esta questão, os alunos receberam cópias da Tabela Periódica que poderia ser consultada, a fim de que os discentes identificassem algum possível elemento químico presente na composição dos objetos indicados na Figura 61.

As relações entre os objetos e sua composição apresentadas pelos alunos encontram-se indicadas a seguir:

Quadro 5 - Composição química do Sol apresentada pelos discentes.

Fonte: elaboração própria.

De acordo com o Quadro 5, um aluno destacou corretamente a presença do elemento químico enxofre (S) no Sol, apesar deste elemento ser encontrado em pequenas quantidades.

Outro aluno respondeu que o Sol possui vitamina D em sua composição. Na verdade, a breve exposição aos raios ultravioletas emitidos pelo Sol (aproximadamente de 10 a 15 minutos pelo menos duas vezes por semana) estimula a síntese de vitamina D, cuja principal função é facilitar a absorção de cálcio no organismo humano (TORTORA; DERRICKSON, 2016).

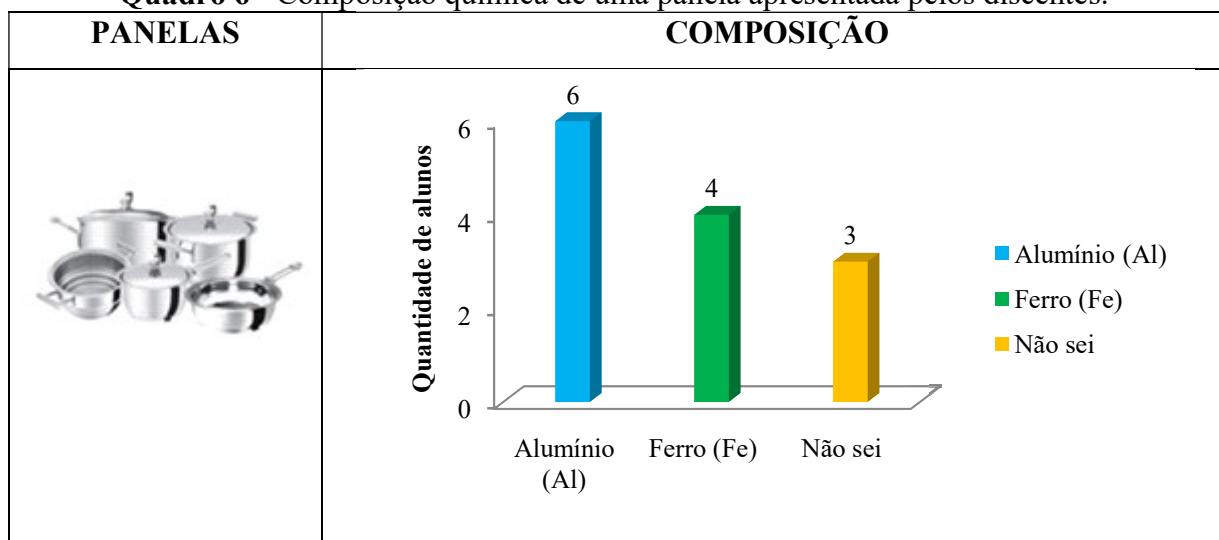
A escala termométrica Celsius foi citada por um aluno como constituinte da estrela Sol. Essa relação é interessante, uma vez que a escala Celsius é a unidade de temperatura mais utilizada no Brasil. Além disso, atualmente a verificação da temperatura tornou-se trivial para muitos brasileiros, pois existem vários aplicativos que indicam o valor da temperatura em um dado momento, bem como a possibilidade de mudanças de temperatura ao longo do dia.

Outro aluno relacionou a composição do Sol ao calor. O calor, que é uma forma de energia em trânsito, é muito usado em expressões como “Que calor!” ou “Estou com calor!” em dias quentes. Nestas expressões, o conceito de calor é usado erroneamente, pois nenhum corpo contém calor, uma vez que ele flui de um corpo para outro em razão da diferença de temperatura existente entre eles, sempre do corpo mais quente para o corpo mais frio.

Um discente destacou a radiação na composição do Sol. Vale destacar que o Sol é uma fonte emissora de radiação, emitindo em todas as faixas do espectro eletromagnético, mas principalmente na região visível, nas radiações ultravioletas (UV) e infravermelhas (IV).

Dos treze alunos respondentes, oito disseram não saber a respeito da composição do Sol, assim como também não associaram sua imagem a nenhum elemento presente na Tabela Periódica.

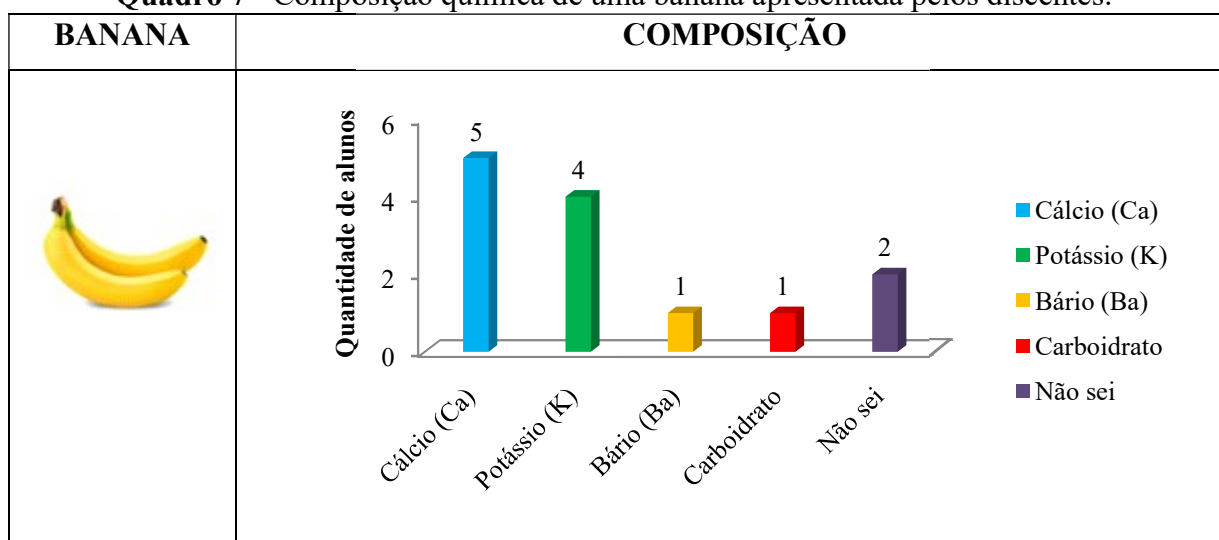
Quadro 6 - Composição química de uma panela apresentada pelos discentes.



Fonte: elaboração própria.

Conforme indicado no Quadro 6, seis alunos destacaram o elemento químico alumínio (Al) e quatro alunos mencionaram a presença do elemento ferro (Fe) na composição de uma panela. De fato, comercialmente é possível encontrar panelas que possuem alumínio ou ferro em sua composição. Três alunos não souberam associar um elemento químico ao objeto panela.

Quadro 7 - Composição química de uma banana apresentada pelos discentes.



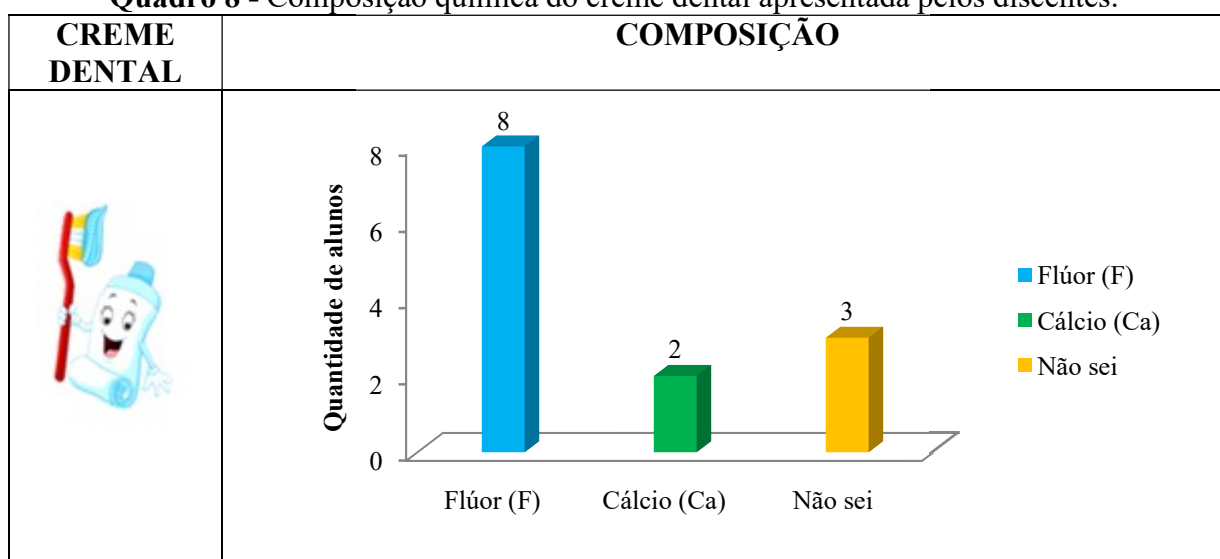
Fonte: elaboração própria.

De acordo com o Quadro 7, cinco alunos associaram o elemento químico cálcio (Ca) com a imagem da banana. Quatro alunos mencionaram o elemento potássio (K) e um aluno citou o bário (Ba) como elemento presente na banana. A banana é uma fruta rica em potássio e também contém cálcio em sua composição. O elemento bário não se faz presente nesta fruta.

Um aluno citou o carboidrato na composição da banana. Apesar de não ser um elemento químico, o macronutriente carboidrato está presente na banana.

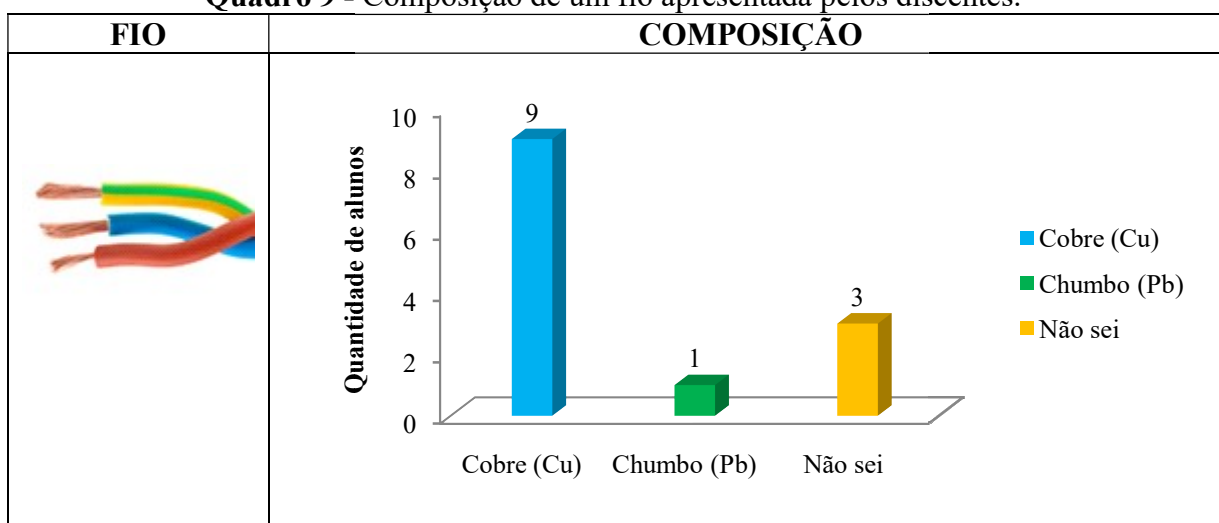
Dois alunos não souberam indicar um elemento químico presente na composição desta fruta.

Quadro 8 - Composição química do creme dental apresentada pelos discentes.



Fonte: elaboração própria.

Como é possível observar graficamente, oito alunos associaram corretamente a presença do elemento flúor (F) em um creme dental. Dois alunos disseram que o elemento cálcio (Ca) está presente nos cremes dentais. Geralmente, o cálcio presente nos cremes dentais integra a substância carbonato de cálcio (CaCO_3) que possui caráter abrasivo. Três alunos não souberam relacionar a presença de um elemento químico no creme dental.

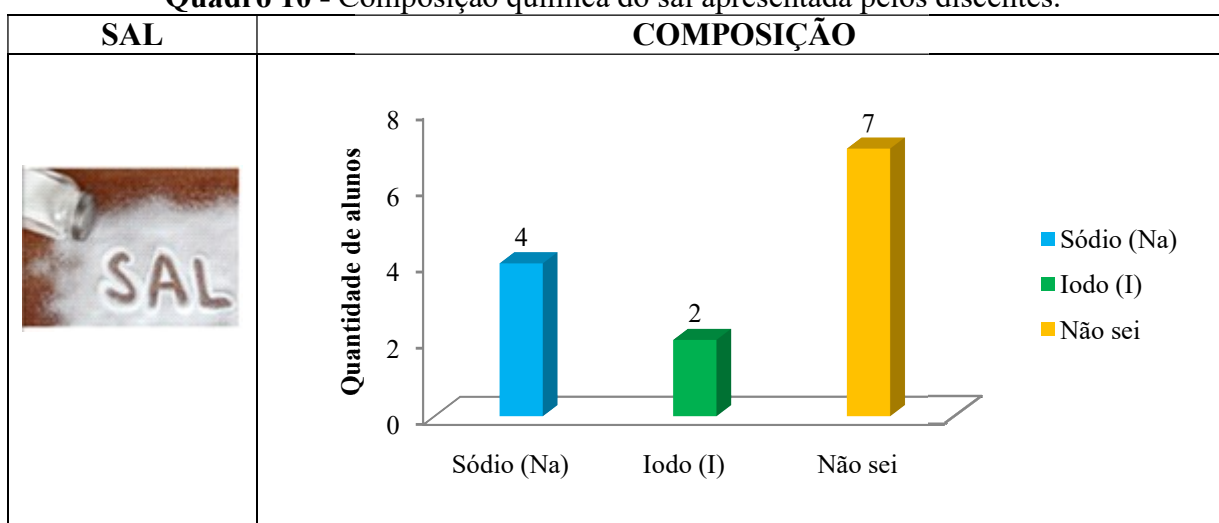
Quadro 9 - Composição de um fio apresentada pelos discentes.

Fonte: elaboração própria.

Os dados gráficos, presentes no Quadro 9, indicam que a maioria dos alunos respondentes, ou seja, nove alunos apontam o elemento químico cobre (Cu) na composição de um fio. Convém destacar que o cobre é um metal muito utilizado na fabricação de materiais condutores de eletricidade, como fios e cabos.

Um aluno destacou a presença do elemento chumbo (Pb) em fios. Existem fios feitos de chumbo, que é um metal maleável, apesar de não serem muito comuns.

Três alunos não relacionaram o objeto fio a algum elemento químico da Tabela Periódica.

Quadro 10 - Composição química do sal apresentada pelos discentes.

Fonte: elaboração própria.

No que se refere à composição química, quatro alunos apontaram a presença do elemento químico sódio (Na) no sal. De fato, o cloreto de sódio, popularmente conhecido como sal ou sal de cozinha, possui em sua fórmula química NaCl um átomo de sódio (Na) e um átomo de cloro (Cl).

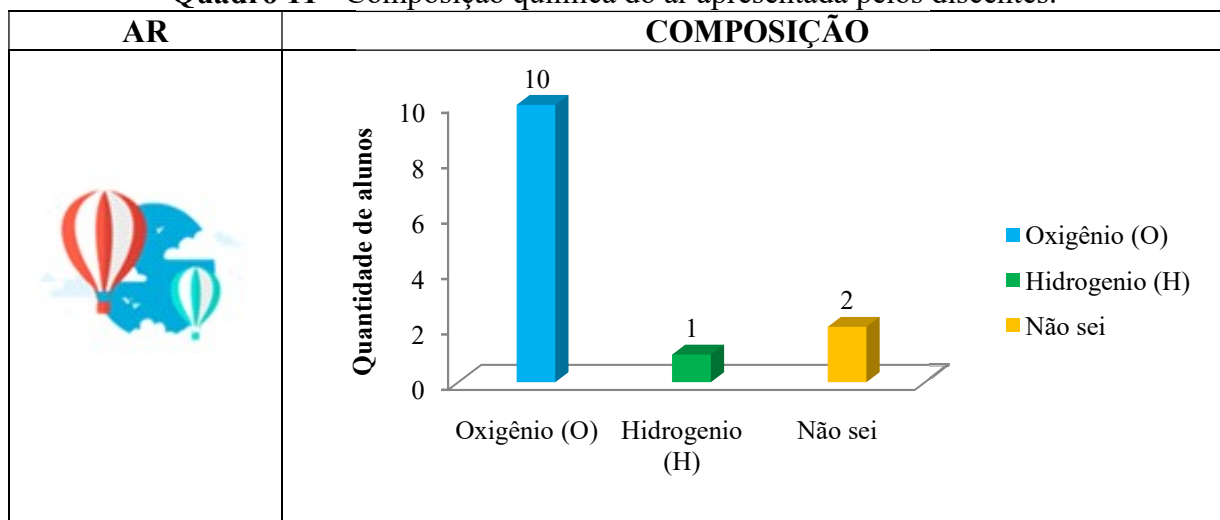
Dois discentes indicaram que o elemento químico iodo (I) encontra-se presente no sal. Na verdade, a adição de iodo ao sal de cozinha para consumo alimentar é obrigatória por lei desde 1953 (BRASIL, 1953), posto que o organismo humano possui necessidades diárias de ingestão deste elemento. Convém ressaltar que a deficiência do iodo pode acarretar vários problemas para a saúde humana, dentre eles o bócio (hipertrofia da glândula da tireóide), que é caracterizado pelo aumento do tamanho da glândula tireoide (KNOBEL; MEDEIROS-NETO, 2004).

Figura 62 - Imagem ilustrativa de uma pessoa com bócio.



Disponível em: <<https://escolakids.uol.com.br/ciencias/bocio.htm>>.
Acesso em: 20/12/2018.

Sete alunos não souberam relacionar a presença de um elemento químico ao sal de cozinha.

Quadro 11 - Composição química do ar apresentada pelos discentes.

Fonte: elaboração própria.

De acordo com a análise gráfica do Quadro 11, a maioria dos alunos respondentes, isto é, dez alunos relacionaram a presença do elemento químico oxigênio (O) no ar. O oxigênio é o elemento mais abundante em massa na crosta terrestre e é indispensável para a manutenção da vida da grande maioria dos organismos vivos do planeta.

Um aluno indicou na composição do ar a presença do elemento químico hidrogênio (H).

Vale destacar que, tanto o oxigênio quanto o hidrogênio encontram-se na composição química da atmosfera (altitude de zero a vinte e cinco quilômetros), devidamente indicada na Tabela 2.

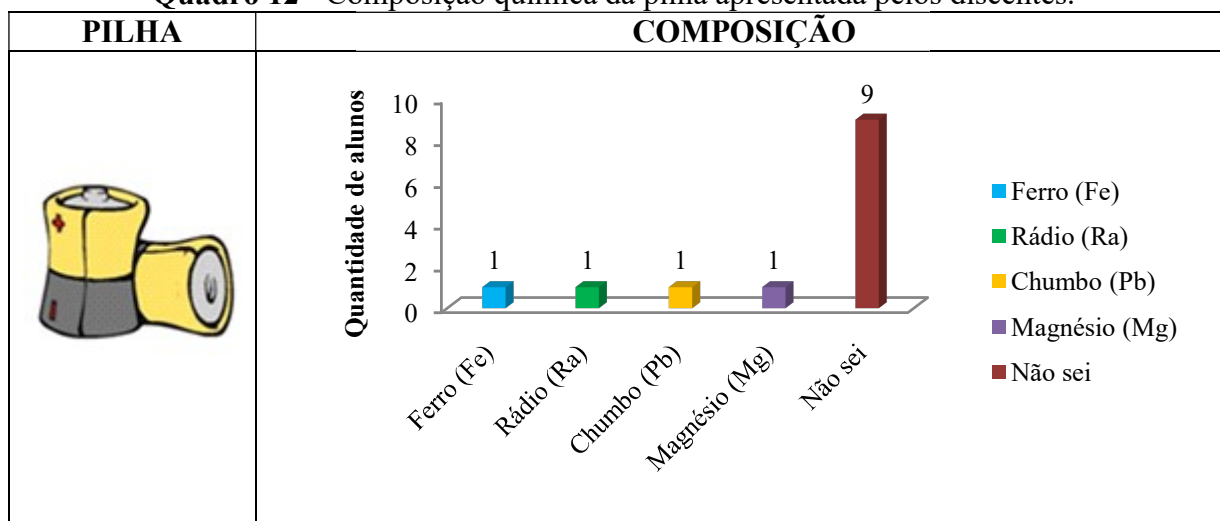
Tabela 2 - Composição da atmosfera (altitude de 0 a 25 km).

Constituinte	Fórmula	% em volume	ppm
Nitrogênio	N_2	78,08	780.800
Oxigênio	O_2	20,95	209.500
Argônio	Ar	0,93	9.300
Dióxido de carbono	CO_2	0,0358	358
Neônio	Ne	0,0018	18
Hélio	He	0,00052	5,2
Metano	CH_4	0,00017	1,7
Criptônio	Kr	0,00011	1,1
Hidrogênio	H_2	0,00005	0,5
Óxido nitroso	N_2O	0,00003	0,3
Ozônio	O_3	0,00004	0,04

Fonte: Masters (1997, p. 22).

Dois discentes não souberam associar a presença de nenhum elemento químico ao ar.

Quadro 12 - Composição química da pilha apresentada pelos discentes.

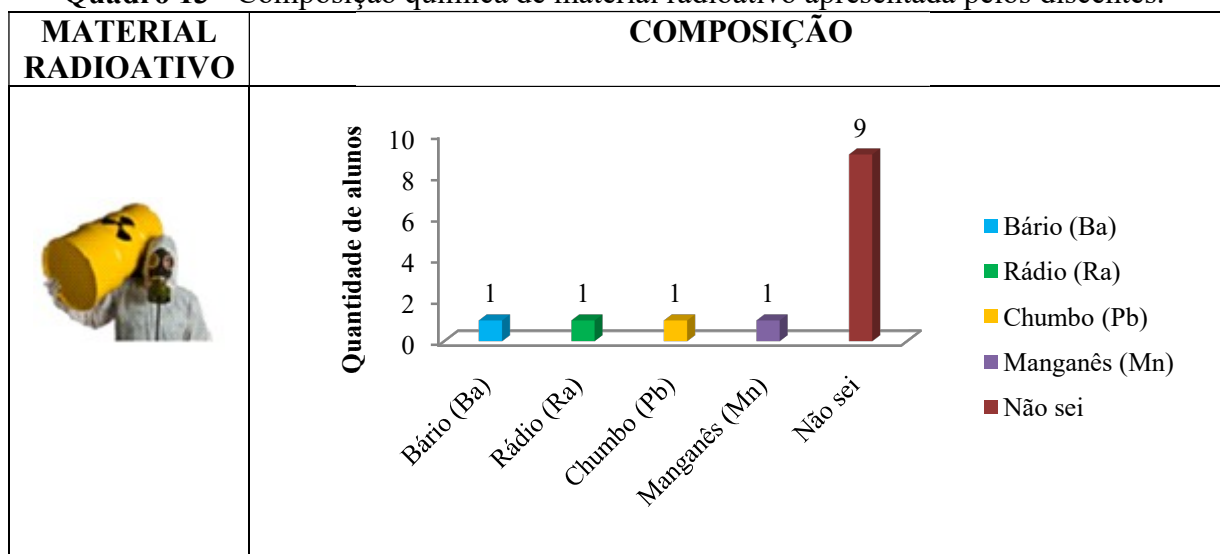


Fonte: elaboração própria.

Conforme os dados gráficos apresentados no Quadro 12, os elementos químicos ferro (Fe), rádio (Ra), chumbo (Pb) e magnésio (Mg) foram mencionados por um aluno cada como constituintes do objeto pilha. A pilha é um dispositivo que apresenta em sua composição metais nocivos à saúde humana e ao meio ambiente, tais como: mercúrio (Hg), chumbo (Pb), cádmio (Cd), cobre (Cu), zinco (Zn), lítio (Li), manganês (Mn) e níquel (Ni) (BOCHI; FERRACIN; BIAGGIO, 2000).

Nove alunos da turma não souberam citar um elemento químico presente na composição de uma pilha.

Quadro 13 - Composição química de material radioativo apresentada pelos discentes.

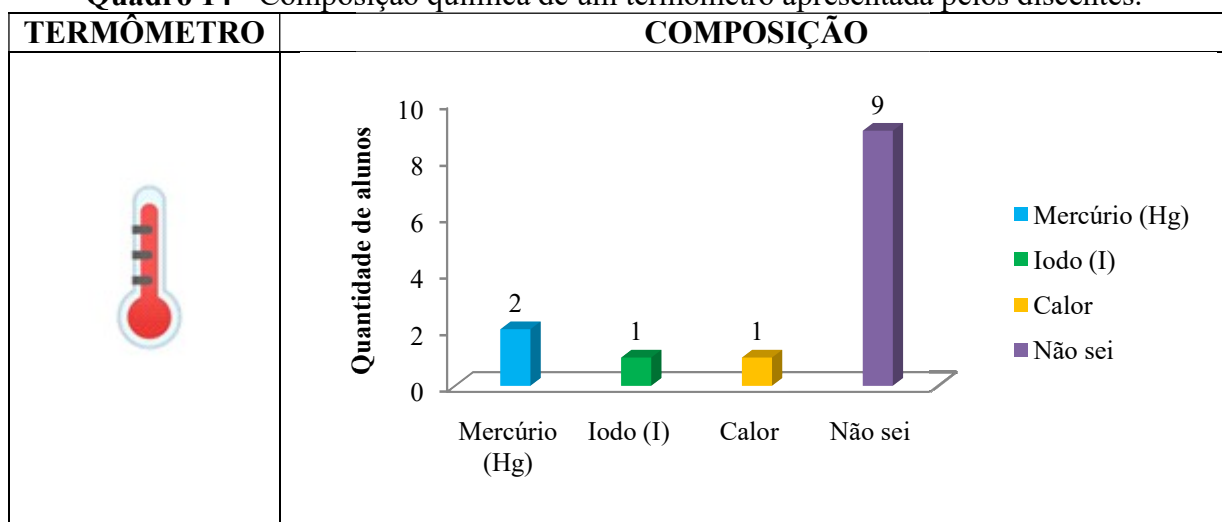


Fonte: elaboração própria.

De acordo com o gráfico apresentado no Quadro 13, os elementos químicos bário (Ba), rádio (Ra), chumbo (Pb) e manganês (Mn) foram citados por um aluno cada como constituintes de material considerado radioativo. Dentre estes, o elemento rádio é considerado radioativo. Além disso, também são radioativos o isótopo do elemento bário (Ba-133) e o isótopo radioativo do manganês (Mn-53) (FELTRE, 2004).

Dos treze alunos respondentes, nove alunos não souberam relacionar um elemento químico presente em um material radioativo.

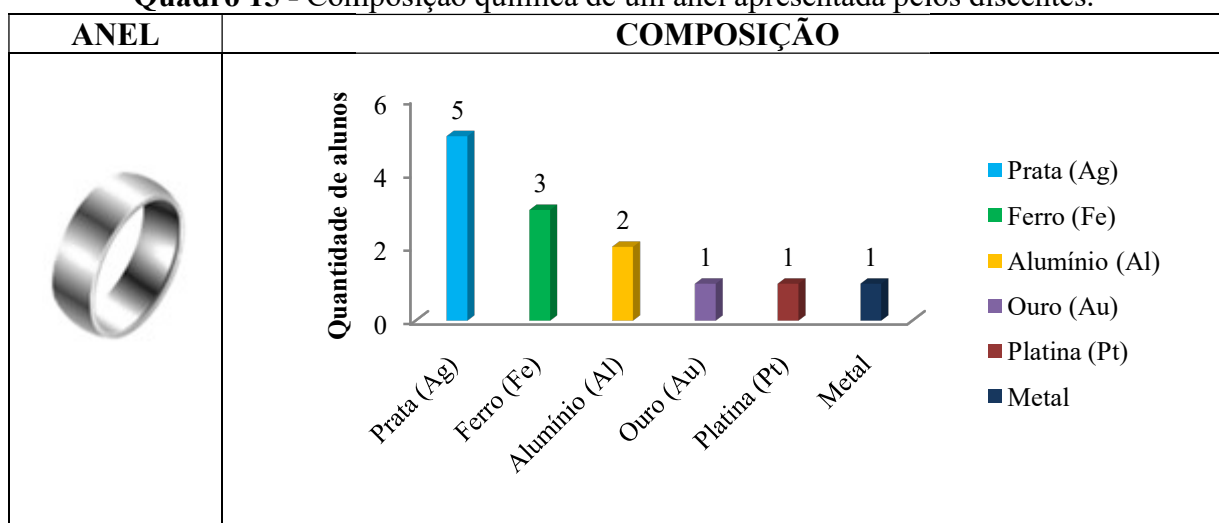
Quadro 14 - Composição química de um termômetro apresentada pelos discentes.



Fonte: elaboração própria.

No que se refere ao objeto termômetro, é possível observar no Quadro 14 que dois alunos indicaram corretamente a presença do elemento químico mercúrio (Hg) em sua composição. Um aluno apontou o elemento iodo (I) que não é encontrado na composição do termômetro. Outro aluno citou a presença de calor no termômetro. Vale lembrar que, calor é uma forma de energia em trânsito, e não um elemento químico.

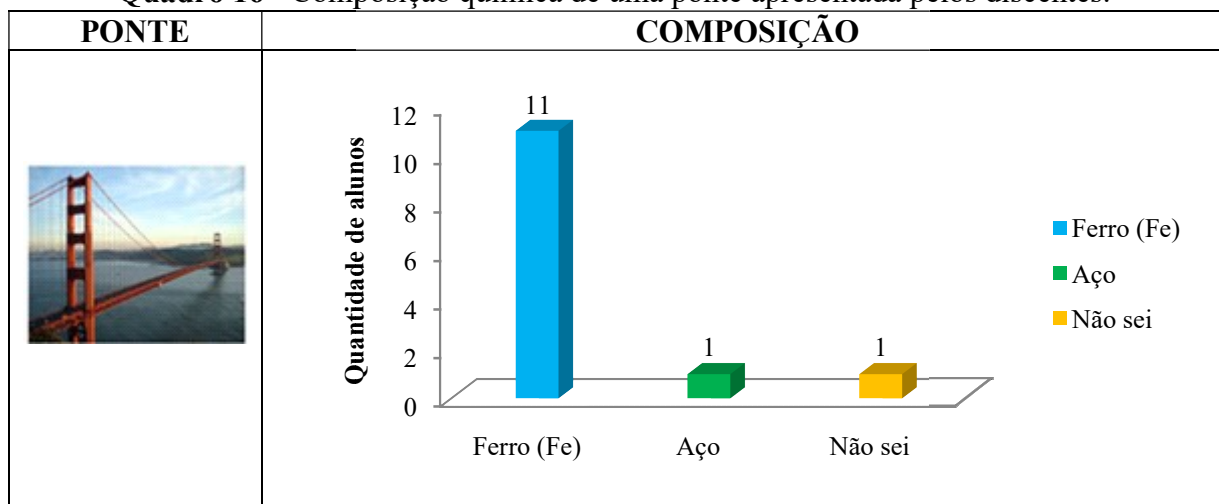
Nove alunos não souberam indicar um elemento químico que se encontrasse presente no objeto termômetro.

Quadro 15 - Composição química de um anel apresentada pelos discentes.

Fonte: elaboração própria.

A análise gráfica do Quadro 15 indica que os treze alunos respondentes fizeram alguma associação para a composição química do objeto anel. Cinco alunos mencionaram o elemento prata (Ag) na composição do anel. Três alunos associaram o elemento ferro (Fe) ao objeto. Dois alunos citaram a presença do elemento alumínio (Al) na composição do anel. Um aluno destacou o elemento ouro (Au), outro aluno o elemento platina (Pt) e um discente associou o objeto, de uma forma mais geral, a algum metal.

É interessante destacar que a maioria das associações feitas à imagem do anel apresentada refere-se a metais de coloração branca prateada, tais como a prata, o ferro, o alumínio e a platina, com exceção do ouro que possui coloração amarela. De fato, todos os elementos indicados pelos alunos são possíveis de serem encontrados como constituintes de acessórios, como anéis, colares, pingentes, brincos, dentre outros.

Quadro 16 - Composição química de uma ponte apresentada pelos discentes.

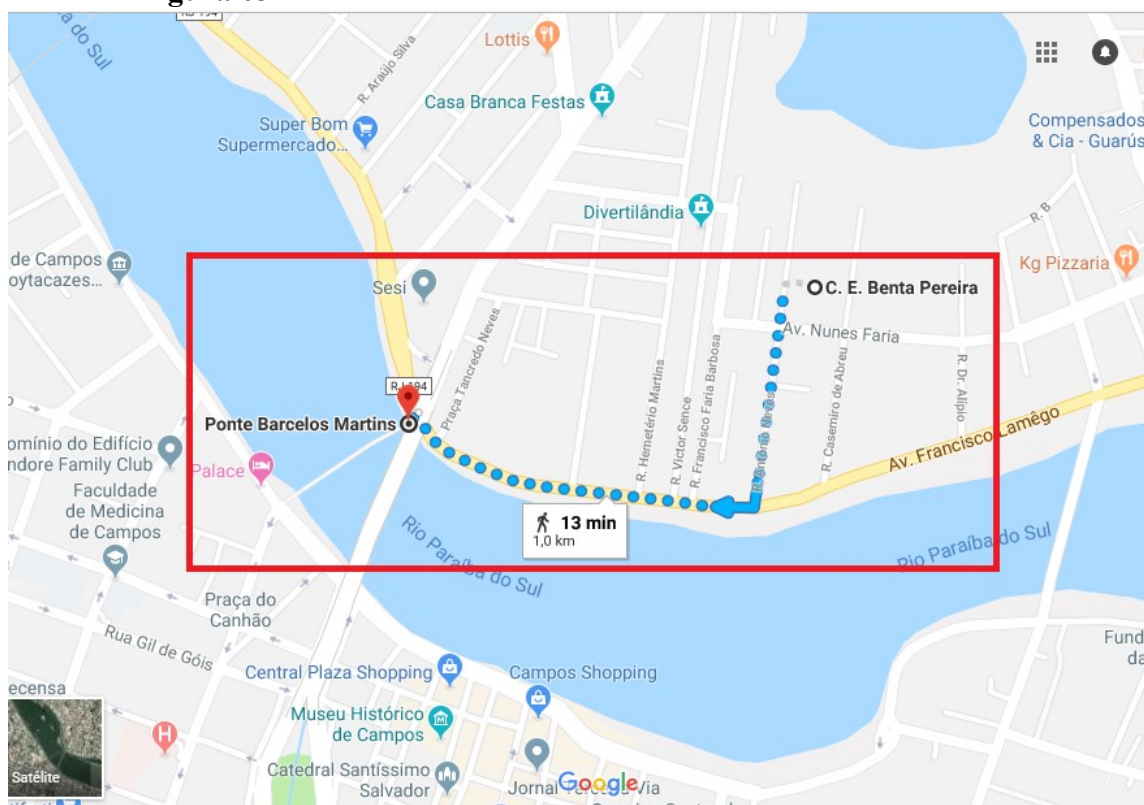
Fonte: elaboração própria.

No que se refere à composição de uma ponte, dos treze discentes respondentes, onze estudantes destacaram a presença do elemento químico ferro (Fe) e um aluno apontou a presença do aço (liga metálica formada essencialmente por ferro e carbono). Um aluno não soube associar um elemento presente na composição do objeto ponte.

É válido considerar que a apenas um quilômetro do C. E. Benta Pereira, onde foi aplicado o produto educacional em questão, há a Ponte João Barcellos Martins, popularmente conhecida como Ponte de Ferro, exclusiva para ciclistas e pedestres, que é muito utilizada pelos moradores de Guarus como via de acesso ao centro de Campos dos Goytacazes.

A referida ponte de estrutura de ferro fundido, erguida em 1873, constituiu até o ano de 1907 o único acesso entre o distrito sede de Campos e o subdistrito de Guarus, localizado à margem esquerda do Rio Paraíba do Sul (CARVALHO, 1991, p. 232).

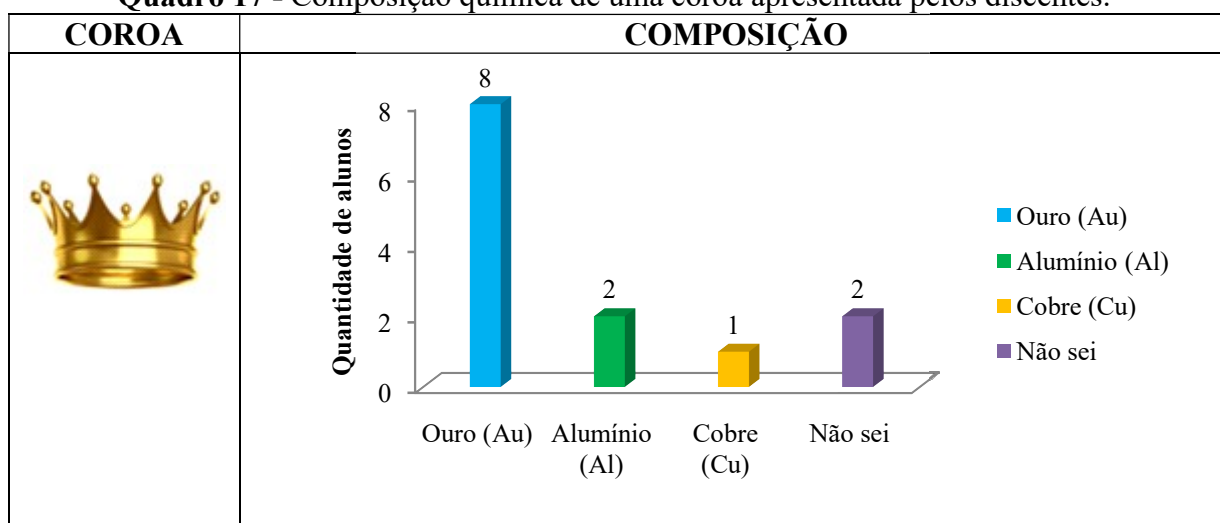
Figura 63 - Distância entre o C. E. Benta Pereira e a Ponte de Ferro.



Disponível em: Google Maps.

Acesso em: 10/01/2019.

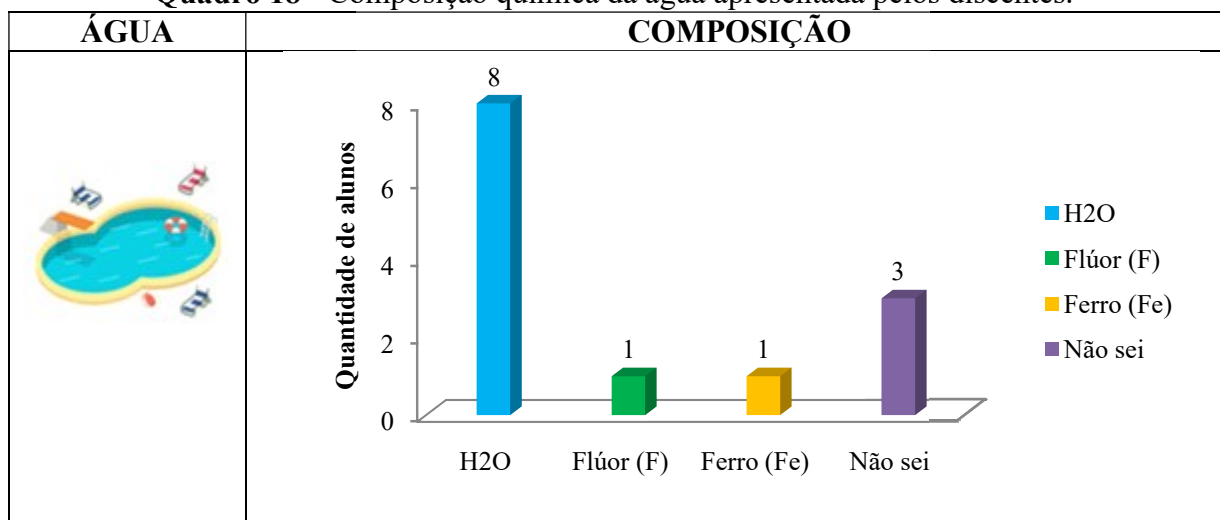
Neste contexto, é possível depreender que o fato de se ter uma ponte de ferro próxima à escola pode ter influenciado a resposta da maioria dos alunos da turma no que se refere à composição química de uma ponte, atuando como subsunçor para esta relação.

Quadro 17 - Composição química de uma coroa apresentada pelos discentes.

Fonte: elaboração própria.

Ao relacionar a imagem de uma coroa à sua composição química, oito alunos destacaram a presença do elemento químico ouro (Au), dois alunos apontaram a presença do alumínio (Al) e um aluno indicou a presença do elemento cobre. Dois alunos não souberam mencionar uma associação entre o objeto coroa e sua composição.

A coroa é um ornamento que representa poder, riqueza e triunfo. Geralmente, é constituída por pedras preciosas e ouro puro. No entanto, existem coroas confeccionadas com os mais variados materiais, papel, madeira, dentre outros.

Quadro 18 - Composição química da água apresentada pelos discentes.

Fonte: elaboração própria.

Quanto à composição química da água, oito alunos indicaram sua fórmula química H₂O, que contém dois átomos do elemento químico hidrogênio (H) e um átomo do elemento

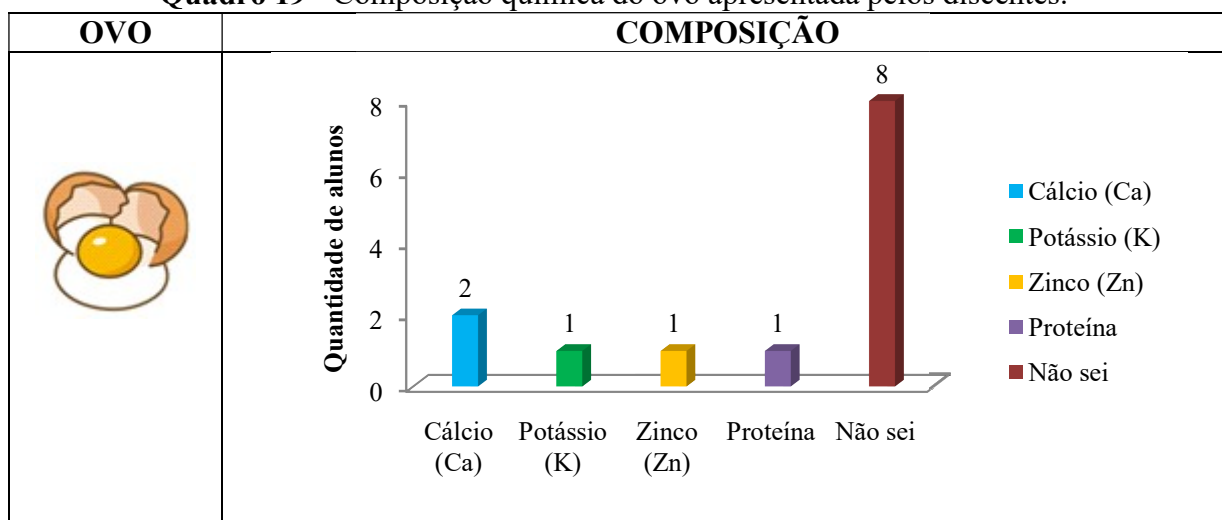
oxigênio (O). Um aluno citou a presença do elemento flúor (F) e outro estudante mencionou a presença do elemento ferro (Fe) na água.

Vale mencionar que, em uma Estação de Tratamento de Água (ETA), a água passa por um processo de fluoretação, a fim de que sua concentração de flúor seja ajustada. Esta é uma importante medida de saúde pública no controle da cárie dentária.

Além disso, o elemento químico ferro, mais especificamente o cátion ferro II ($\text{Fe}^{2+}_{(\text{aq})}$), também pode ser encontrado na água, sendo insolúvel na mesma. A água que contém alto teor de minerais, como cálcio, magnésio e ferro é denominada água dura, que é caracterizada pela dificuldade em se fazer espuma com sabão.

Três alunos não souberam relacionar um elemento químico à composição da água.

Quadro 19 - Composição química do ovo apresentada pelos discentes.



Fonte: elaboração própria.

De acordo com a análise gráfica do Quadro 19, é possível verificar que dois alunos citaram o elemento químico cálcio (Ca), um discente citou o elemento potássio (K) e um estudante mencionou a presença do elemento químico zinco (Zn) no ovo.

O cálcio está presente na casca do ovo que é constituída de 94 % de carbonato de cálcio (CaCO_3). Além do cálcio, os minerais ferro, zinco, fósforo, potássio, manganês e selênio também estão presentes no ovo (ORNELLAS, 2001).

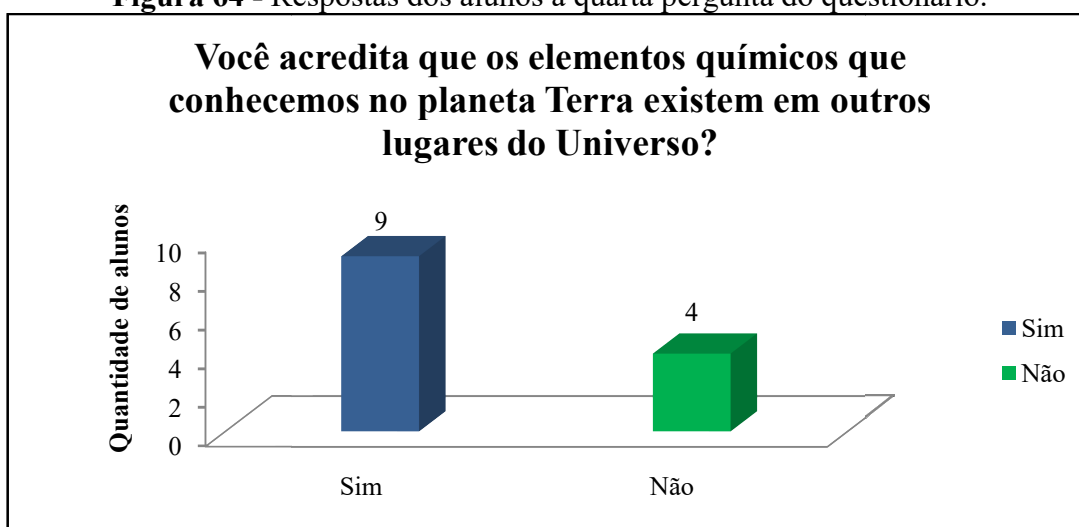
Apesar de não ser um elemento químico, a proteína (polímero cuja unidade constituinte fundamental é o aminoácido) também é encontrada na composição química do ovo.

Oito alunos não souberam associar nenhum elemento químico à composição química do ovo.

✓ **Questão 4: “Você acredita que os elementos químicos que conhecemos no planeta Terra existem em outros lugares do Universo?”**

A intenção desta pergunta era identificar se os discentes tinham algum conhecimento acerca da presença de elementos químicos conhecidos no planeta Terra em outros lugares do Universo. Na Figura 64 estão indicados os dados coletados nesta questão.

Figura 64 - Respostas dos alunos à quarta pergunta do questionário.



Fonte: elaboração própria.

Conforme os dados apresentados na Figura 64, dos treze alunos respondentes, nove estudantes acreditam que os elementos químicos encontrados no planeta Terra também são encontrados em outros lugares do Universo. Quatro alunos não acreditam nesta possibilidade.

Um aluno da turma justificou sua resposta, como mostrado a seguir:

“Eu acredito sim, porque em outros planetas foram encontrados elementos da nossa Tabela Periódica” (Aluno 3).

Apesar de não especificar os planetas, o Aluno 3 mostrou que tem algum conhecimento sobre a presença de elementos químicos conhecidos de nossa Tabela Periódica em outros locais do Universo.

✓ **Questão 5: “Como você acha que é possível identificar elementos químicos em outros lugares fora da Terra?”**

Os dados coletados nesta questão foram analisados sob a perspectiva de análise de conteúdo de Bardin (2009). Para esta finalidade, foram recortadas US das respostas dadas pelos alunos para saber a opinião dos mesmos sobre a possibilidade de identificação de elementos químicos fora da Terra.

Diante das US recortadas, foram criadas três categorias, a saber: expedição espacial, pesquisa e tecnologia. De acordo com o Quadro 20, é possível verificar que para cada categoria é indicado o total de US recortadas com aquele tema, além de serem destacados exemplos.

Quadro 20 - Categorização das US recortadas na análise das respostas dos alunos da quinta questão e respectivos exemplos.

CATEGORIZAÇÃO	US recortadas
Expedição espacial	Total de US: 8 Exemplos: <ul style="list-style-type: none"> • <i>Indo explorar através de foguetes.</i> (Aluno 9) • <i>Viajando durante anos até algum lugar e fazendo experimentos lá.</i> (Aluno 2) • <i>Os astronautas levam o aparelho na nave e fazem o experimento no lugar para descobrir.</i> (Aluno 11) • <i>Fazendo excursões espaciais.</i> (Aluno 3)
Pesquisa	Total de US: 3 Exemplos: <ul style="list-style-type: none"> • <i>Acho que descobrem isso fazendo pesquisas ou experiências.</i> (Aluno 5) • <i>Tudo que se sabe é por meio de pesquisas feitas pelos cientistas.</i> (Aluno 6)
Tecnologia	Total de US: 2 Exemplos: <ul style="list-style-type: none"> • <i>Investindo em tecnologia para isso.</i> (Aluno 7) • <i>Através do uso de tecnologia avançada.</i> (Aluno 8)

Fonte: elaboração própria.

Conforme os dados apresentados no Quadro 20, em oito US recortadas, os estudantes apontaram que a informação que possibilita a identificação de elementos químicos além da Terra é obtida por meio de viagens espaciais, originando a categoria expedições espaciais. O

Aluno 2 e o Aluno 11 ainda dizem em suas respostas que os experimentos são realizados no local onde se deseja saber a composição.

Outra categoria identificada em três US recortadas se refere à pesquisa. Nela, três alunos indicaram que é por intermédio de pesquisas que se conhece a composição química de outros lugares fora da Terra.

As US recortadas de outros dois alunos deu origem a uma nova categoria identificada como tecnologia, na qual os alunos apontaram o investimento em tecnologia como principal responsável pela identificação de elementos químicos fora de nosso planeta.

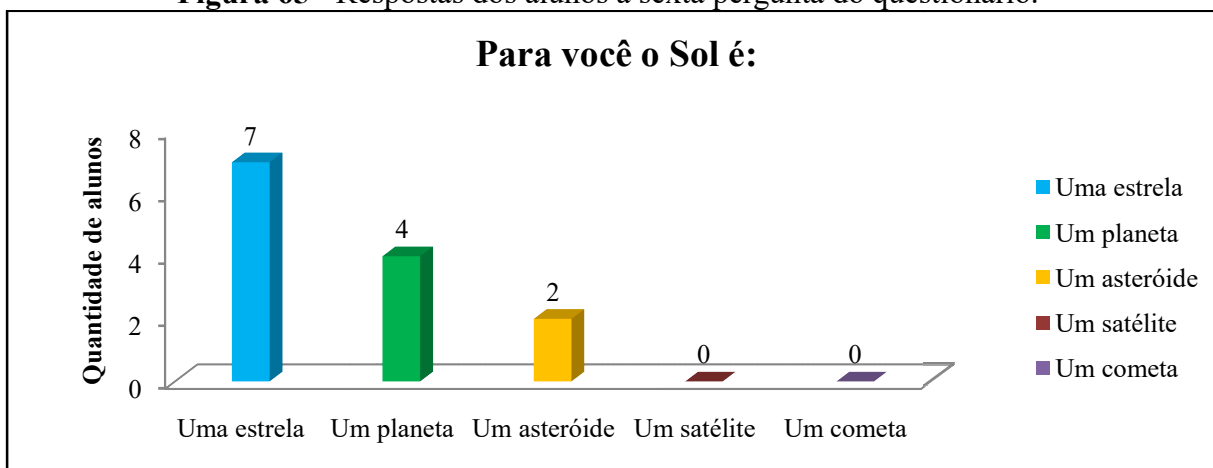
Na verdade, atualmente, não é preciso uma viagem espacial para estudo da composição química de um planeta, de uma estrela ou de outras galáxias. Por meio da utilização de técnicas espectrais que analisam a radiação emitida pelos corpos é possível a identificação e o estudo de elementos químicos situados fora do planeta Terra.

✓ **Questão 6: “Para você o Sol é:**

- a) uma estrela.**
- b) um planeta.**
- c) um asteróide.**
- d) um satélite.**
- e) um cometa.”**

Os dados coletados nesta questão estão devidamente indicados no gráfico apresentado na Figura 65. Vale mencionar que, daqui em diante, as questões cujas respostas estão sujeitas à análise serão do tipo múltipla escolha. Além disso, é importante destacar que os estudantes respondentes da turma 402 EJA tinham a possibilidade de selecionar mais de uma alternativa, caso achassem necessário.

Figura 65 - Respostas dos alunos à sexta pergunta do questionário.



Fonte: elaboração própria.

A análise gráfica da Figura 65 mostra que sete estudantes têm conhecimento de que o Sol é uma estrela. No entanto, quatro alunos acham que ele é um planeta e dois acreditam que o Sol é um asteróide. Nenhum aluno apontou o Sol como sendo um satélite ou como sendo um cometa.

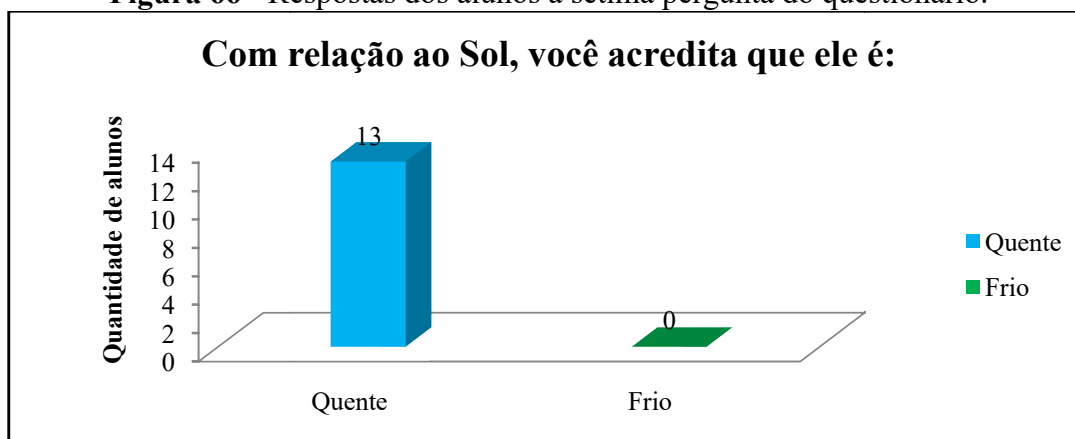
✓ **Questão 7:** “Com relação ao Sol, você acredita que ele é:

a) quente.

b) frio.”

No que se refere ao fato de o Sol ser um corpo quente ou frio, o resultado foi unânime: dos treze alunos respondentes, todos indicaram corretamente que o Sol é quente, como pode ser observado na Figura 66.

Figura 66 - Respostas dos alunos à sétima pergunta do questionário.

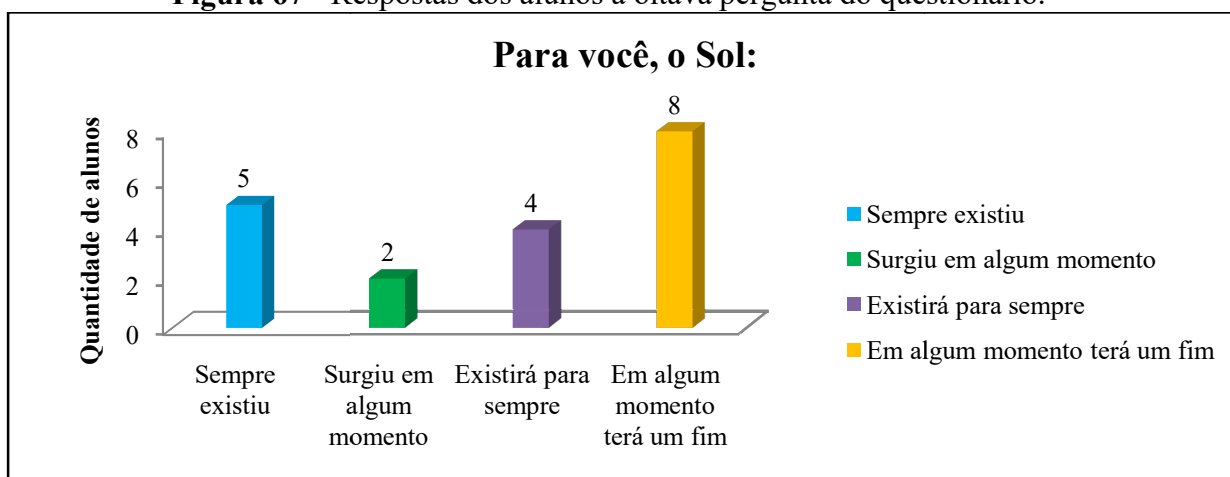


Fonte: elaboração própria.

- ✓ **Questão 8: “Para você, o Sol:**
- sempre existiu.*
 - surgiu em algum momento.*
 - existirá para sempre.*
 - em algum momento terá um fim.”*

Nesta questão, a intenção era saber se os alunos tinham conhecimento de que o Sol, assim como qualquer outra estrela, teve um início e em algum momento terá um fim. Ou, ainda, se os discentes acreditam na ideia de um Sol eterno que sempre existiu e existirá para sempre. Os dados relativos a esta questão encontram-se representados na Figura 67.

Figura 67 - Respostas dos alunos à oitava pergunta do questionário.



Fonte: elaboração própria.

Pela análise gráfica, é possível observar que, como havia possibilidade de selecionar mais de uma alternativa, a quantidade de respostas dadas ultrapassa a quantidade de alunos respondentes.

Cinco alunos indicaram que o Sol sempre existiu; dois alunos selecionaram a opção que o Sol surgiu em algum momento; quatro discentes acreditam que a estrela Sol existirá para sempre; e, para oito estudantes, em algum momento o Sol terá um fim.

Ao se contabilizar a quantidade de respostas que remete à ideia de um Sol eterno que sempre existiu e que existirá para sempre (5 + 4), tem-se um total de nove respostas. Já a quantidade de respostas relacionadas a um início e a um fim para o Sol (2 + 8), totaliza dez respostas.

✓ **Questão 9: “Você acha que o Sol emite:**

- a) luz.
- b) ondas invisíveis.
- c) ondas visíveis.
- d) átomos.
- e) partículas invisíveis.
- f) partículas visíveis.”

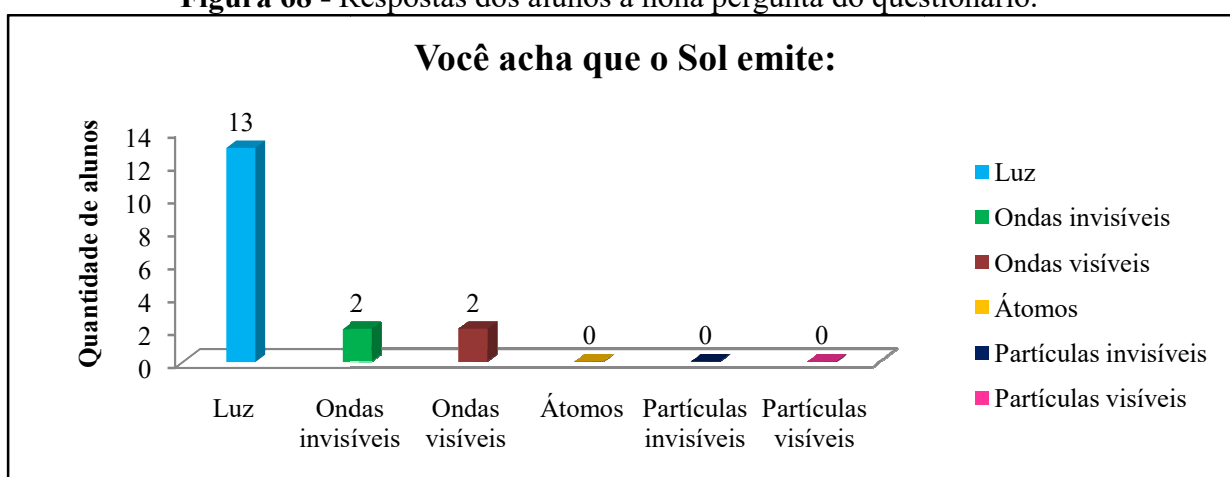
A finalidade desta questão era identificar as concepções prévias dos alunos acerca da emissão do Sol, considerado uma fonte de ondas eletromagnéticas que se caracterizam por não necessitarem de um meio para se propagar (HALLIDAY; RESNICK; WALKER, 2009).

Estas ondas eletromagnéticas emitidas pela estrela Sol se enquadram tanto na região visível (faixa de radiação que sensibiliza o olho humano) quanto na região invisível (ultravioleta, infravermelho, microondas, raios X, dentre outras) do espectro eletromagnético.

No entanto, apesar de o Sol emitir praticamente em todas as faixas do espectro eletromagnético, sua emissão principal concentra-se na região do visível, nas radiações ultravioletas (UV) e infravermelhas (IV).

As respostas dadas pelos discentes a esta questão encontram-se representadas na Figura 68.

Figura 68 - Respostas dos alunos à nona pergunta do questionário.



Fonte: elaboração própria.

De acordo com o gráfico da Figura 68, treze alunos apontaram que o Sol emite luz, dois discentes responderam que o Sol emite ondas invisíveis e dois estudantes mencionaram a

emissão de ondas visíveis. Nenhum dos alunos respondentes indicou a emissão de átomos, partículas invisíveis e partículas visíveis pelo Sol.

✓ **Questão 10: “Com relação à energia do Sol:**

a) o Sol diminui sua energia enquanto brilha.

b) o Sol aumenta sua energia enquanto brilha.

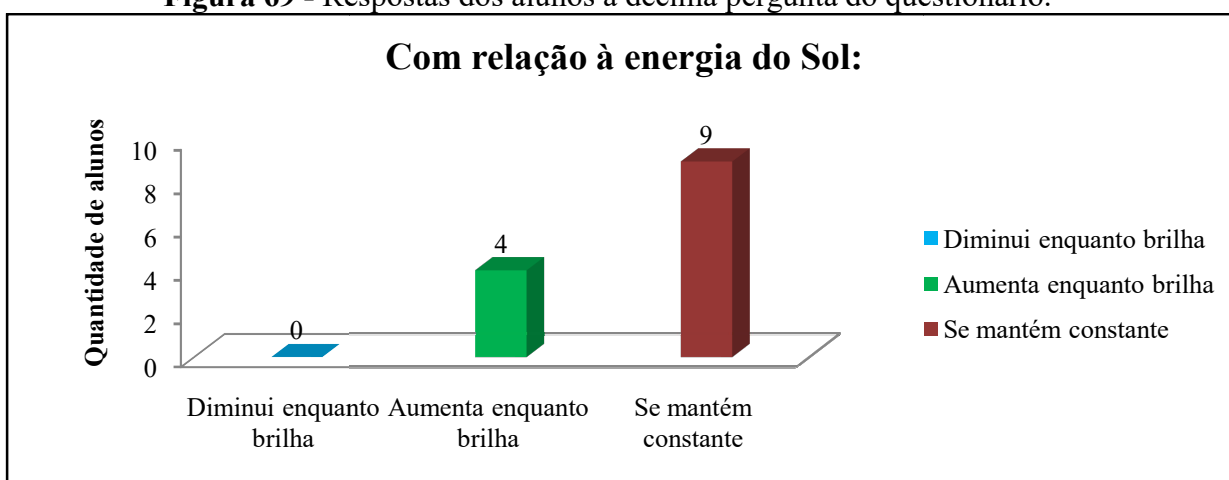
c) o Sol não altera sua energia enquanto brilha, ou seja, sua energia se mantém constante.”

Nesta questão, os alunos foram questionados sobre a energia do Sol, na tentativa de identificar se eles acreditam que ela aumenta, diminui ou se mantém constante enquanto o Sol brilha.

Sabe-se que a energia produzida pelo Sol é proveniente do processo de fusão termonuclear, no qual os átomos de hidrogênio se unem criando energia e originando átomos de hélio. Neste processo, o Sol funciona como “uma poderosa máquina de energia, produzindo cerca de $4,0 \times 10^{23}$ quilowatts de potência” (TAVARES, 2000, p. 78). Ou seja, à medida que o Sol brilha, sua energia diminui.

Os dados coletados nesta questão estão devidamente destacados na Figura 69.

Figura 69 - Respostas dos alunos à décima pergunta do questionário.



Fonte: elaboração própria.

Pela análise gráfica, é possível observar a maioria dos alunos acreditam que o Sol não modifica sua energia enquanto brilha. Quatro alunos acreditam que o Sol tem sua energia

aumentada enquanto brilha. Nenhum aluno marcou a alternativa a, que indica que o Sol diminui sua energia enquanto brilha, que seria a alternativa correta para esta questão.

✓ **Questão 11: “Em sua opinião, a luz é constituída de:**

a) onda.

b) partícula.

c) onda e partícula.

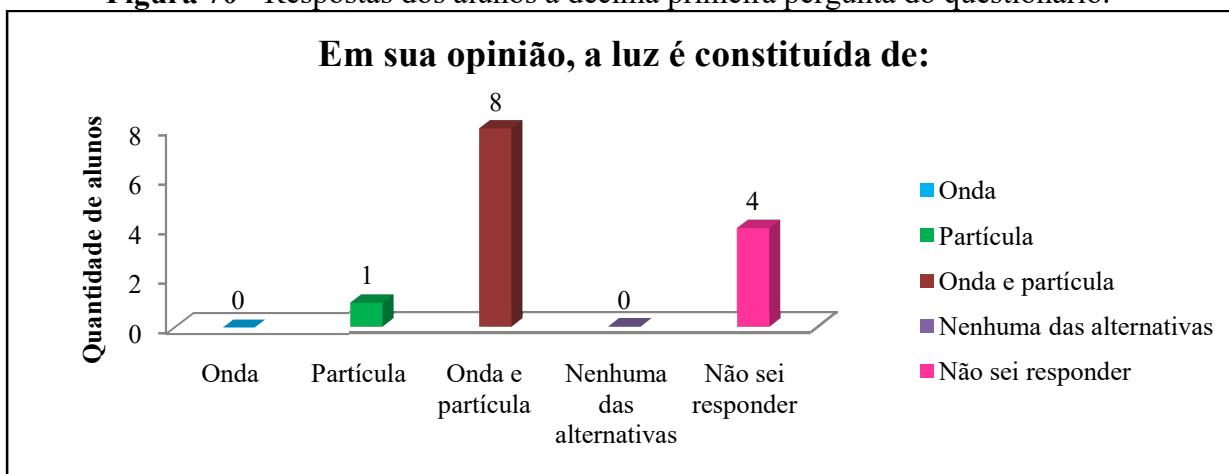
d) nenhuma das alternativas.

e) não sei responder.”

O intuito desta questão era saber a opinião dos alunos sobre a constituição da luz. Atualmente, sabe-se que a luz é composta por pequenas partículas denominadas fótons e que possui comportamento dual: ora se comporta como onda, ora se comporta como partícula, dependendo do fenômeno observado.

Os dados referentes a esta questão encontram-se indicados na Figura 70.

Figura 70 - Respostas dos alunos à décima primeira pergunta do questionário.



Fonte: elaboração própria.

A análise gráfica da Figura 70 indica que oito alunos respondentes opinaram que a luz é constituída de onda e partícula. Um discente apontou a luz como sendo constituída por partícula. Quatro alunos não souberam responder. As opções onda e nenhuma das alternativas não foram assinaladas por nenhum dos estudantes.

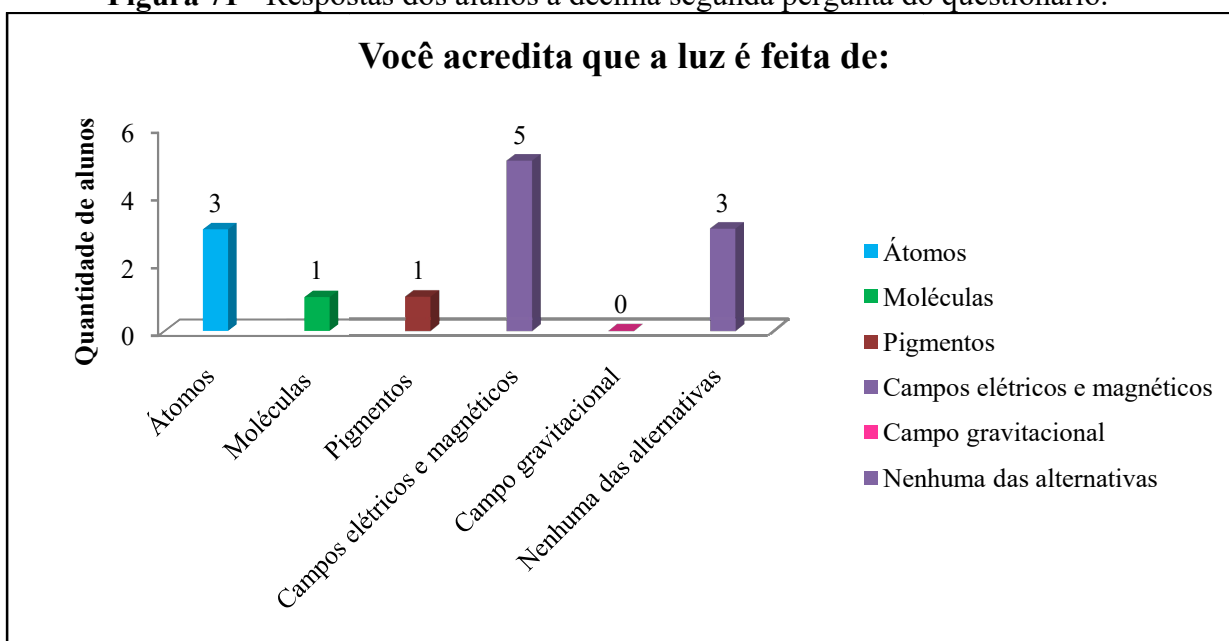
✓ **Questão 12: “Você acredita que a luz é feita de:**

- a) átomos.
- b) moléculas.
- c) pigmentos.
- d) campos elétricos e magnéticos.
- e) campo gravitacional.
- f) nenhuma das alternativas anteriores.”

Com esta questão pretendia-se saber se os discentes compreendem a luz como uma onda eletromagnética, resultante dos campos elétricos e magnéticos que oscilam perpendicularmente entre si, se sustentando mutuamente, levando à propagação desse tipo de onda (HALLIDAY; RESNICK; WALKER, 2009).

As informações coletadas nesta questão podem ser observadas no gráfico indicado na Figura 71.

Figura 71 - Respostas dos alunos à décima segunda pergunta do questionário.



Fonte: elaboração própria.

Os dados gráficos da Figura 71 indicam que cinco alunos acreditam que a luz é feita de campos elétricos e magnéticos. Três estudantes acham que a luz é composta de átomos e um aluno apontou que a luz é feita de moléculas. Um aluno assinalou que a luz é feita de pigmentos. Três discentes indicaram que nenhuma das alternativas estava correta.

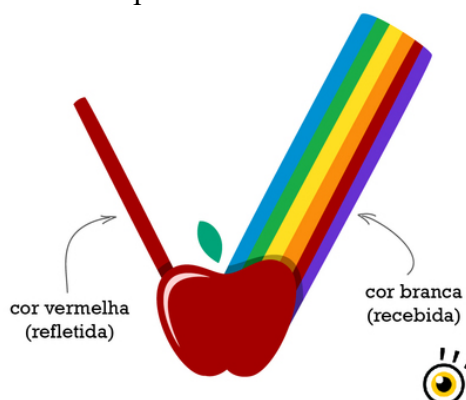
✓ **Questão 13:** “Quando enxergamos um objeto azul, significa que nossos olhos receberam:

- a) pigmentos azuis que nosso cérebro interpreta como cor azul.
- b) pigmentos brancos que nosso cérebro interpreta como cor azul.
- c) ondas com frequência correspondente ao azul que nosso cérebro interpreta como cor azul.
- d) nenhuma das alternativas.”

A pretensão desta questão é compreender como os discentes interpretam o fenômeno da distinção das cores pelo cérebro humano.

Graças à luz visível, é possível enxergar grande parte dos objetos que nos cercam. Isso acontece devido ao fenômeno da reflexão, uma vez que a maioria dos objetos reflete a luz que incide sobre eles. Por exemplo, vemos uma maçã como sendo vermelha, pois ela reflete a componente vermelha da luz branca incidente, absorvendo as demais cores.

Figura 72 - Exemplo sobre o fenômeno da reflexão.

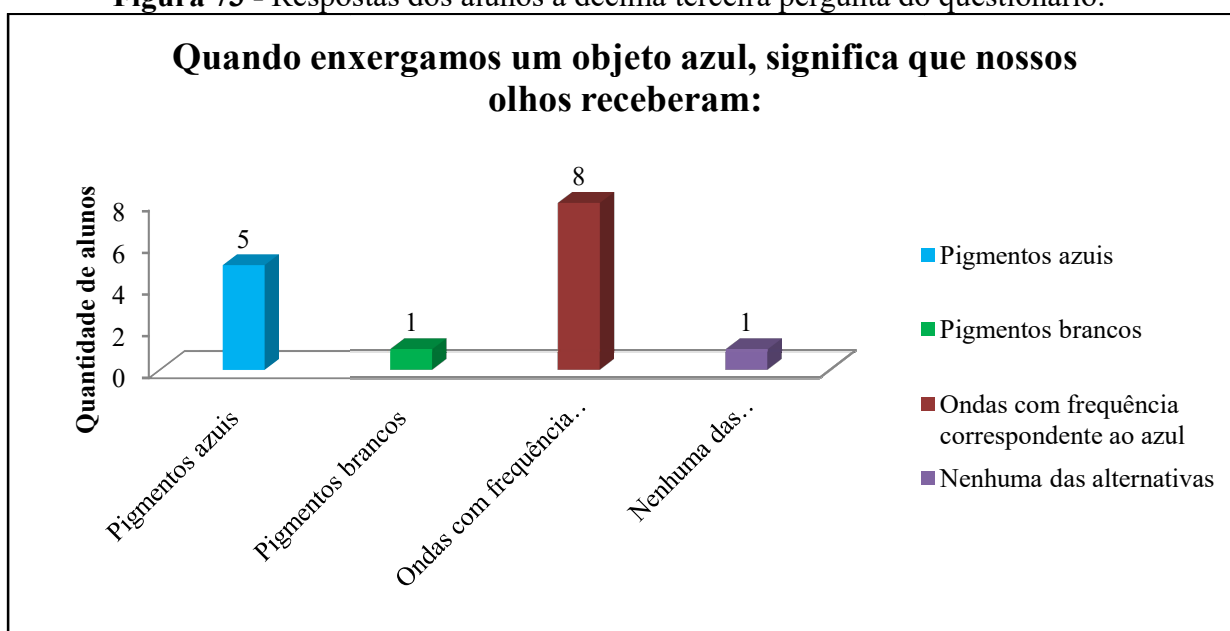


Disponível em: <<http://polouabufgrgspicotic.pbworks.com/w/page/96673014/grupo3-3p>>.
Acesso em: 12/01/2019.

As cores que percebemos dos objetos ao nosso redor correspondem às componentes da luz branca que são refletidas por eles. Da mesma forma que um objeto de cor vermelha reflete a componente vermelha, um objeto de coloração azul refletirá a componente azul da luz branca incidente. Se o enxergamos amarelo, ele estará refletindo as componentes verde e vermelha da luz branca, que resultam na cor amarela.

Os dados obtidos nesta questão encontram-se devidamente indicados no gráfico da Figura 73.

Figura 73 - Respostas dos alunos à décima terceira pergunta do questionário.



Fonte: elaboração própria.

De acordo com o gráfico apresentado na Figura 73, oito alunos relacionaram o fato de se enxergar um objeto azul à recepção pelo olho humano de ondas com frequência correspondente ao azul. Cinco alunos acreditam que enxergar um objeto azul está relacionado à recepção de pigmentos azuis pelo olho humano. Já um estudante apontou os pigmentos brancos como responsáveis pela coloração azul percebida pelo cérebro. Um aluno indicou que nenhuma das alternativas apresentadas na questão está correta.

✓ **Questão 14:** “Quando enxergamos um objeto verde, significa que nossos olhos receberam:

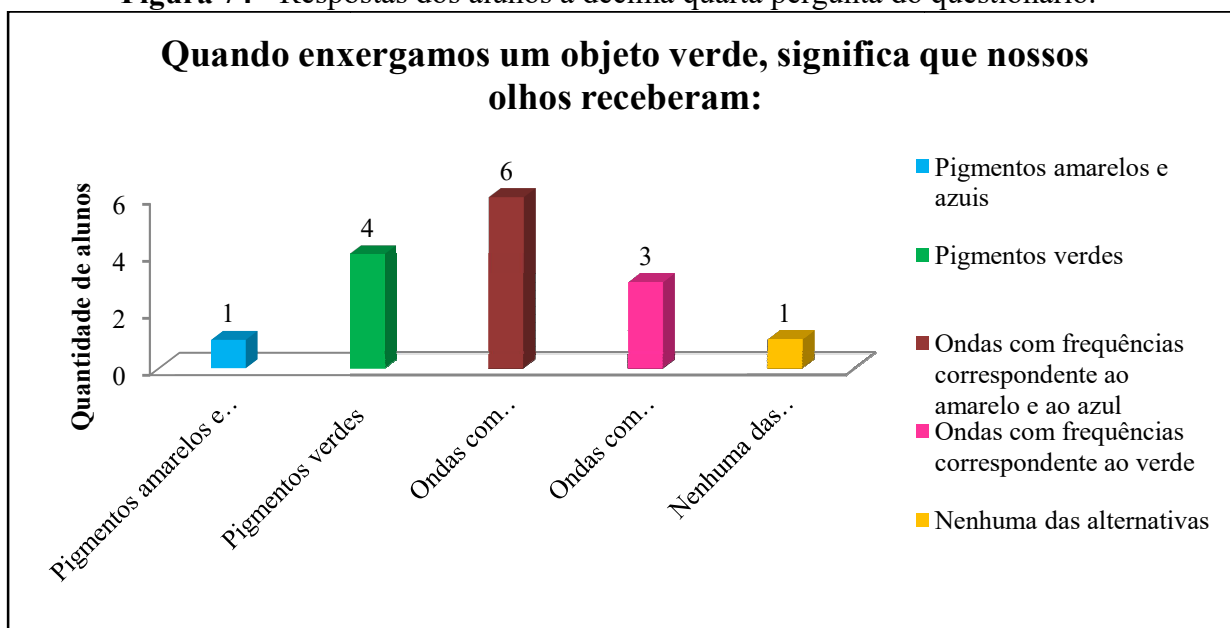
- a) pigmentos amarelos e azuis que nosso cérebro interpreta como cor verde.
- b) somente pigmentos verdes que nosso cérebro interpreta como cor verde.
- c) ondas com dois tipos de frequências (correspondentes ao azul e ao amarelo) que nosso cérebro interpreta como cor verde.
- d) ondas com frequência correspondente ao verde que nosso cérebro interpreta como cor verde.
- e) nenhuma das alternativas.”

Esta última questão do questionário se parece com a questão anterior no que diz respeito à compreensão de como os estudantes da turma 402 EJA interpretam o fenômeno da distinção das cores pelo cérebro humano.

Ao se enxergar um objeto de coloração verde, significa que ele está refletindo a componente verde da luz branca, resultando na cor verde.

As informações coletadas nesta questão estão representadas no gráfico da Figura 74.

Figura 74 - Respostas dos alunos à décima quarta pergunta do questionário.



Fonte: elaboração própria.

Nos dados gráficos mostrados na Figura 74, seis alunos indicaram as ondas com frequências correspondentes ao azul e ao amarelo como responsáveis pela coloração verde percebida pelo cérebro humano. Quatro alunos acreditam que nossos olhos recebem pigmentos verdes quando percebemos um objeto de coloração verde. Três estudantes selecionaram a opção ondas com frequências correspondente ao verde como responsáveis pela percepção de um objeto como sendo verde. Um aluno acredita que nossos olhos recebem pigmentos amarelos e azuis quando enxergamos um objeto de cor verde. Um aluno selecionou a opção na qual nenhuma das alternativas está correta.

Um fato pertinente à análise dos resultados e que chamou a atenção da professora/pesquisadora ao término da aplicação do questionário inicial foi o questionamento de três alunos da turma sobre a composição química do Sol. Mesmo não tendo mais aula após a aplicação, os três estudantes permaneceram na sala de aula e, enquanto a professora

guardava o aparato tecnológico utilizado (*datashow, notebook, cabos, dentre outros*), perguntaram insistentemente sobre o Sol, desejando saber o que de fato ele era e do que ele era feito.

No entanto, a professora conversou com os alunos e pediu para que tivessem um pouco de paciência, destacando que ela não poderia sanar estas dúvidas colocadas, posto que este era um assunto que continuaria sendo tratado no próximo encontro (mais especificamente no estudo de caso *Descobrimdo os “ingredientes” que compõe o Sol*).

Convém destacar que, além da identificação das concepções prévias relevantes, outro objetivo do questionário inicial consistia em incitar a curiosidade dos discentes acerca do tema luz na identificação de elementos químicos, que, de certa forma, foi verificado por intermédio do comportamento dos discentes após a aula.

5.3. Situações-problema

Nesta segunda etapa investigativa, foi solicitado que os estudantes formassem grupos de três a quatro integrantes para leitura e discussão do estudo de caso interdisciplinar denominado *Descobrimdo os “ingredientes” que compõe o Sol*.

Além disso, a professora ressaltou que a formação dos grupos era uma etapa importante nesta atividade, pois eles deveriam se manter fixos quando a tarefa proposta fosse retomada em uma etapa posterior, com o intuito de verificar o progresso dos grupos.

Convém destacar que, os grupos criados foram identificados por números (Grupo 1, Grupo 2, Grupo 3, e, assim, sucessivamente) para fins de classificação e categorização, totalizando cinco grupos.

A partir da leitura do estudo de caso, os grupos foram instigados a encontrar uma solução para as seguintes situações-problema:

- Qual é a composição do Sol, ou seja, do que o Sol é feito?
- Como podemos descobrir a sua composição?

Neste contexto, a proposição de situações-problema, em nível introdutório, tem a intenção de atuar como um organizador prévio, servindo de ponte entre o que o aluno já sabe e o que precisaria saber (MOREIRA, 2013, p. 15).

Durante a discussão realizada pelos grupos em torno das situações-problema, surgiram algumas dúvidas, destacadas abaixo:

“Professora, você pode nos ajudar a responder as questões?” – indaga um dos integrantes do Grupo 3.

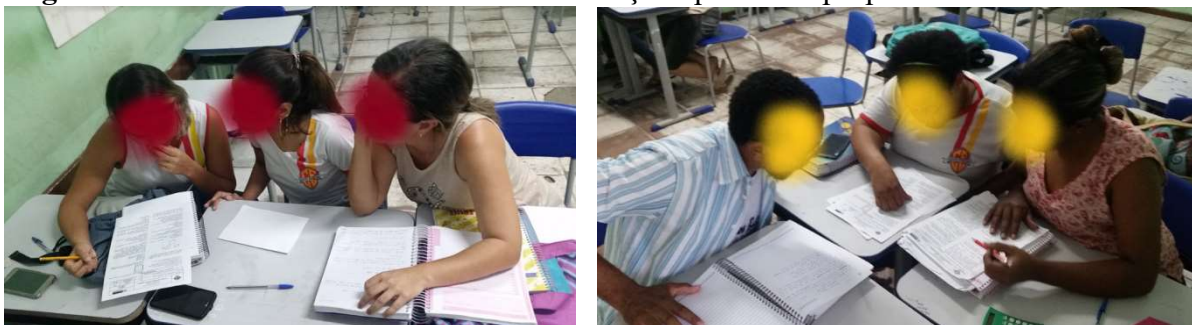
“E se a gente não souber a resposta? Pode colocar não sei?” – questiona um membro do Grupo 1.

A professora tentou sanar as dúvidas levantadas, explicando que a participação e o empenho dos discentes para resolução dos problemas propostos no caso estavam sendo considerados e eram de extrema importância para avaliar o progresso dos grupos na retomada desta atividade.

Neste cenário, o envolvimento dos integrantes do grupo na discussão das questões serviria para uma tomada de decisão frente aos problemas propostos. Vale mencionar que, conforme Herreid (1998), forçar uma tomada de decisão é uma característica importante que deve estar presente em um estudo de caso.

Também ficou estabelecido que não haveria intervenção da professora nas discussões e nas respostas dadas pelos estudantes. A Figura 75 mostra a discussão realizada pelos alunos em torno das questões propostas no caso.

Figura 75 - Discussão dos alunos sobre as situações-problema propostas no estudo de caso.



Fonte: arquivo pessoal.

Ao final do debate em torno das questões, os grupos registraram suas respostas por escrito, entregando-as, posteriormente, à professora.

As respostas fornecidas pelos grupos foram sujeitas à análise tomando-se como referência a análise de conteúdo de Bardin (2009). Para isso, foram recortadas US das respostas dadas, visando à categorização das mesmas de acordo com temas em comum.

No que se refere à primeira situação-problema do caso (*Qual é a composição do Sol, ou seja, do que o Sol é feito?*), foram criadas três categorias diante das US recortadas: calor, luz e fogo.

No Quadro 21 é possível visualizar as categorias criadas a partir das respostas dadas, bem como as US recortadas e alguns exemplos.

Quadro 21 - Categorização das US recortadas da primeira situação-problema proposta no estudo de caso.

CATEGORIZAÇÃO	US recortadas
Calor	Total de US: 2 Exemplos: <ul style="list-style-type: none"> • <i>O Sol é feito de calor.</i> (Grupo 1) • <i>O Sol é uma estrela que tem muito calor.</i> (Grupo 4)
Luz	Total de US: 2 Exemplos: <ul style="list-style-type: none"> • <i>O Sol é composto de luz e da luz vem os raios ultravioletas e os raios gama.</i> (Grupo 3) • <i>O Sol é feito de luz.</i> (Grupo 2)
Fogo	Total de US: 1 Exemplo: <ul style="list-style-type: none"> • <i>O Sol é feito de fogo, pois ele é muito quente.</i> (Grupo 5)

Fonte: elaboração própria.

Dos recortes das US, três relacionaram a composição do Sol ao calor. Duas US recortadas apontaram que o Sol é constituído de luz. Na categoria Luz, o Grupo 2 ainda menciona que os raios ultravioletas e os raios gama são provenientes da luz. A categoria Fogo foi criada a partir da resposta do Grupo 5, que destaca que o Sol é feito de fogo pelo fato de ser quente.

Nenhum dos grupos criados mencionou a presença de elementos químicos na estrela Sol.

Já na análise das respostas dadas pelos grupos à segunda situação-problema do estudo de caso (*Como podemos descobrir a sua composição?*) foram recortadas US que deram origem a três categorias: viagem espacial, pesquisa e sonda espacial. Estas categorias, com suas respectivas US recortadas e exemplos, encontram-se devidamente destacadas no Quadro 22.

Quadro 22 - Categorização das US recortadas da segunda situação-problema proposta no estudo de caso.

CATEGORIZAÇÃO	US recortadas
Viagem espacial	Total de US: 2 Exemplos: <ul style="list-style-type: none"> • <i>O homem foi até o Sol por foguete espacial.</i> (Grupo 2) • <i>Através de viagens espaciais.</i> (Grupo 5)
Pesquisa	Total de US: 2 Exemplos: <ul style="list-style-type: none"> • <i>Por meio de pesquisas em laboratório.</i> (Grupo 4) • <i>Através de pesquisas quando descobriram instrumentos específicos para isso.</i> (Grupo 3)
Sonda espacial	Total de US: 1 Exemplo: <ul style="list-style-type: none"> • <i>Dá para descobrir a composição do Sol por sondas espaciais.</i> (Grupo 1)

Fonte: elaboração própria.

De acordo com os dados apresentados no Quadro 22, duas US recortadas mencionaram que para saber a composição química do Sol são realizadas viagens espaciais. Outros dois recortes de US destacaram que por meio de pesquisas (tanto em laboratório quanto utilizando instrumentos específicos) é possível descobrir a composição da estrela Sol. Já uma US recortada apontou a utilização de sondas espaciais para se conhecer a composição do Sol.

Nenhuma resposta dada pelos grupos fez alusão à luz emitida pelo Sol como informação por meio da qual é possível conhecer a sua composição.

É importante destacar que, na 4ª etapa investigativa, os discentes tiveram a oportunidade de retomar o estudo de caso, fornecendo novas resoluções para as situações-problema propostas.

5.4. Introduzindo conceitos fundamentais

Nesta etapa, foram apresentados à turma conteúdos introdutórios referentes ao tema luz na identificação de elementos químicos por meio de uma aula expositiva dialogada.

É válido destacar que a programação dos conteúdos que seriam trabalhados ao longo da aplicação da UEPS levou em conta dois princípios fundamentais propostos pela teoria de


David Ausubel: o princípio da diferenciação progressiva e o princípio da reconciliação integradora.

Considerando-se estes princípios, a aula foi iniciada com uma leitura dinâmica com a turma do texto *O Sol*. Logo no início do texto, os alunos foram direcionados para a “Sessão Pipoca” (Figura 76), na qual consta uma breve descrição de um vídeo sobre a estrela central de nosso sistema planetário – da série ABC da Astronomia, que retrata o princípio de funcionamento e a composição química do Sol.

Figura 76 - “Sessão Pipoca” com vídeo sobre o Sol.

O SOL

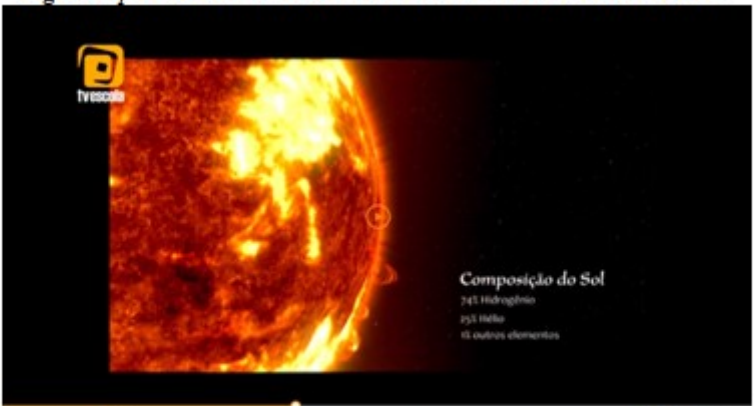
Duração: 00:04:12
Série: ABC DA ASTRONOMIA
Etapa de ensino: Ensino Médio



Sinopse

Conhecer o Sol não é nada fácil. É possível olhar pra ele apenas com o uso de filtros especiais. E pousar nele, nem pensar! Ele é o maior astro das nossas imediações e concentra 99,8% da massa de todo o sistema solar. Mas uma coisa é importante lembrar: ele não é uma bola de fogo. Com a evolução da tecnologia e das ferramentas de observação, nós estamos chegando mais perto com sondas e já conhecemos bem mais da nossa maior fonte de energia. O Sol produz a luz que a Terra usa para a fotossíntese, o calor que equilibra nossa temperatura planetária. Neste programa, você aprende a composição e entende como é o funcionamento do astro-rei.

Figura 5: *print screen* do vídeo sobre o Sol da série ABC da Astronomia.



Disponível em: <<https://tvescola.org.br/tve/video/abc-da-astronomia-sol>>.
 Acesso em: 08/09/2018.

Fonte: elaboração própria.

O vídeo introdutório teve a finalidade de retomar a discussão realizada em grupos sobre as questões do estudo de caso apresentado na aula anterior, além de ser um pontapé inicial para explorar o conceito de luz.

Por conseguinte, a professora iniciou a exposição dos conteúdos referentes ao tema em questão, apresentando o conceito de ondas, elementos de uma onda (amplitude, comprimento de onda, período, frequência e velocidade de propagação), a diferença entre ondas mecânicas e ondas eletromagnéticas, o espectro eletromagnético, além de destacar o Sol e suas radiações. Esta parte da aula foi realizada por meio de uma apresentação em *slides* com auxílio de projetor.

Figura 77 - Apresentação dos conteúdos introdutórios pela docente/pesquisadora.



Fonte: arquivo pessoal.

Ao finalizar a exposição dos conteúdos, foi entregue à turma um texto de apoio intitulado *Enxergando o invisível* para a realização de um experimento simples e rápido com o auxílio de um controle remoto.

Para a realização desta atividade experimental, a professora solicitou que a turma acionasse o modo câmera de seus *smartphones* para que fosse possível a visualização da luz infravermelha emitida pelo controle remoto ao se apertar alguma de suas teclas, conforme mostrado na Figura 78. Na verdade, o aparelho *smartphone* converte a radiação infravermelha, que é invisível ao olho humano, em luz visível.

Figura 78 - Realização da atividade experimental *Enxergando o invisível*.



Fonte: arquivo pessoal.

Finalmente, para realizar a avaliação da aprendizagem dos conceitos abordados ao longo da aula, foi elaborado um questionário contendo cinco questões de múltipla escolha (página 61 do Apêndice B) com auxílio do aplicativo *online Plickers*. Além de tornar o processo avaliativo mais dinâmico, o aplicativo possui a vantagem de possibilitar a visualização imediata das respostas dadas pelos alunos.

Antes da execução da avaliação interativa, a professora entregou a cada um dos discentes um cartão *Plickers*, contendo um código para leitura das respostas dadas (Figura 79).

Figura 79 - Alunos com seus respectivos cartões individuais do aplicativo *online Plickers*.



Fonte: arquivo pessoal.

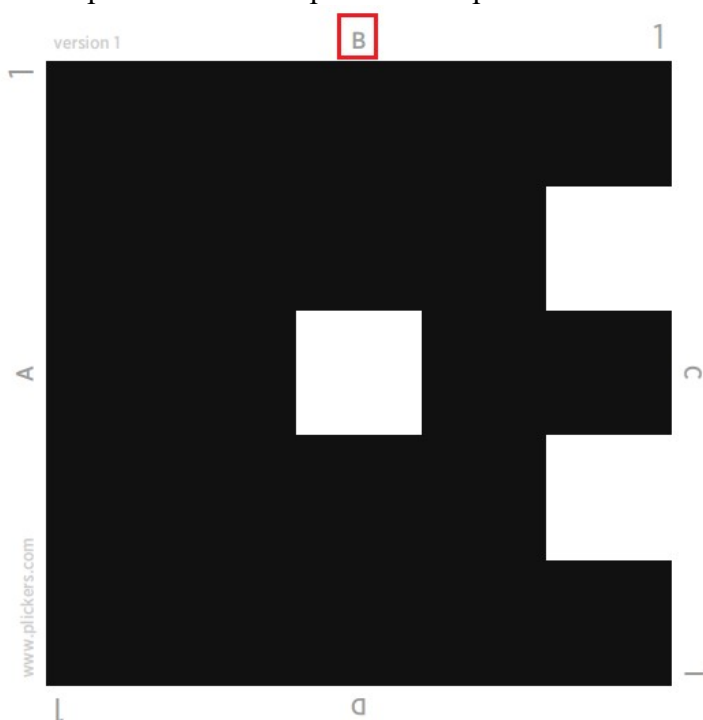
Ao receber os cartões, os discentes ficaram bastante curiosos e entusiasmados com a forma de avaliação diferenciada proposta pela docente neste encontro, como observado nas falas dos alunos:

“Que legal! Parece um código esse cartão!” – destacou um dos estudantes.

“Como vamos usar isso?” – indagou outro aluno, mostrando-se curioso sobre o princípio de funcionamento do cartão *Plickers*.

Após a entrega dos cartões, a professora explicou sobre como os estudantes deveriam utilizá-lo, destacando que à medida que as questões fossem mostradas no quadro com auxílio de um projetor, os alunos deveriam usar o cartão para indicar a alternativa considerada correta. Foi solicitado que os alunos observassem atentamente seus cartões, de modo a perceber que eles possuem quatro lados correspondentes às alternativas que podem ser selecionadas para as questões criadas. Para que pudessem escolher uma delas, a professora mencionou que bastaria rotacionar o cartão até que a alternativa escolhida se encontrasse no topo do mesmo, conforme mostrado na Figura 80 para escolha de uma alternativa b, por exemplo.

Figura 80 - Exemplo de um cartão posicionado para a escolha da alternativa b.



Fonte: *site Plickers*.

Assim, deu-se início a aplicação da avaliação interativa com auxílio de um projetor para apresentar as questões para os estudantes, que indicavam por meio dos cartões a alternativa que consideravam ser a correta. Ao levantar os cartões, a docente realizava a leitura das respostas dadas utilizando seu aparelho *smartphone*, contendo o aplicativo *Plickers* previamente instalado.

Após a aplicação do questionário, o próprio *site* do aplicativo *Plickers* gerou um relatório com a porcentagem de acertos de cada estudante presente (Figura 81), além de indicar a porcentagem de acertos de cada uma das questões (Figura 82). Vale destacar que, os nomes dos estudantes foram riscados na Figura 82, a fim de preservar a identidade dos mesmos.

Figura 81 - Porcentagem individual de acertos dos estudantes.



Fonte: *site Plickers*.

Neste relatório dos estudantes, foi possível verificar que a maior parte dos alunos teve um bom aproveitamento nesta avaliação, com resultados bastante satisfatórios. Dos quinze alunos presentes na aplicação do questionário, cinco estudantes acertaram 100% das questões apresentadas. Quatro alunos tiveram 80% de acertos, um discente acertou 75% e dois alunos tiveram 60% de aproveitamento. Três alunos obtiveram um resultado abaixo da média: dois com 40% e um com 20% de aproveitamento.

Além de verificar a porcentagem de acertos, o *site* apresentou o aproveitamento obtido em cada uma das questões, conforme mostrado na Figura 82:

Figura 82 - Porcentagem de acertos de cada questão.



Fonte: *site Plickers*.

De acordo com a Figura 82, o rendimento total da turma 402 EJA no que se refere à avaliação interativa com uso do *Plickers* foi de 74%. Os estudantes acertaram 100% da questão na qual o som de uma música não se enquadra como onda eletromagnética. Numa

visão panorâmica acerca da aplicação do questionário, houve mais respostas corretas do que incorretas em todas as questões apresentadas.

A utilização de uma estratégia de avaliação diferenciada foi muito interessante e motivadora tanto para os alunos quanto para a professora/pesquisadora. Os alunos ficaram impressionados e entusiasmados com a forma interativa de avaliação e com o *feedback* imediato das respostas, além da rapidez com que os resultados eram gerados. Os dados obtidos também foram relevantes para a docente, uma vez que foi possível observar quais tópicos abordados na aula tiveram um melhor entendimento pela turma e quais deveriam ser retomados com maior ênfase nas próximas etapas investigativas da UEPS.

5.5. Diferenciação progressiva

Esta etapa foi estruturada levando-se em conta o princípio da diferenciação progressiva, avançando para conceitos mais específicos do tema luz na identificação de elementos químicos, dentre os quais: as interações da radiação com a matéria, a relação entre intensidade da radiação e temperatura pela lei de Stefan e a relação entre temperatura e frequência de maior emissão da radiação pela lei de deslocamento de Wien.

No entanto, antes de apresentar estes conceitos aos alunos, a professora iniciou a aula solicitando que a turma relembresse alguns tópicos abordados na aula anterior, promovendo a reconciliação integradora. Algumas das falas dos alunos encontram-se descritas a seguir:

“Foi alguma coisa sobre ondas” – lembrou um aluno.

“Eu vi a luzinha do controle remoto com o celular. Até refiz com minha família o experimento em casa” – mencionou uma aluna sobre o experimento *Enxergando o invisível*.

“Também teve a diferença entre ondas mecânicas e eletromagnéticas” – destacou bem outro estudante.

“A gente usou aqueles cartões para responder o questionário no final da aula” – recordou um estudante sobre a utilização do aplicativo *Plickers* como ferramenta avaliativa.

Depois de ouvir os comentários da turma sobre o encontro anterior, a docente entregou aos alunos o texto de apoio *Vamos lembrar um pouco?* (página 70 do Apêndice B), contendo uma breve introdução e a descrição de um vídeo sobre o espectro eletromagnético na “Sessão Pipoca” (Figura 83).

Figura 83 - Vídeo sobre espectro eletromagnético da “Sessão Pipoca”.



Fonte: elaboração própria.

O vídeo retratou as principais categorias do espectro eletromagnético (ondas de rádio, microondas, infravermelho, luz visível, ultravioleta, raios-X e raios gama), destacando as faixas de frequência e de comprimento de onda nas quais se enquadram, além de suas principais aplicações.

Após a exibição do vídeo e a retomada aos conteúdos já vistos, a docente iniciou a apresentação do novo conteúdo utilizando um projetor para uma apresentação em *slides*. Para que os alunos acompanhassem o assunto da aula juntamente com a professora, foram entregues cópias de um texto de apoio elaborado pela docente aos mesmos.

Ao abordar o tema *Luz visível e cores*, a docente destacou a região visível do espectro, a relação entre o fenômeno da reflexão da luz e as cores percebidas pelo olho humano, além do fenômeno da refração na formação do espectro resultante da decomposição da luz solar.

No final deste tópico, os alunos foram instigados a realizar a atividade experimental *Disco de Newton* que é bastante adequada ao tema *Luz visível e cores*. De início, a professora pediu que os alunos acompanhassem a leitura do roteiro experimental. Vale destacar que, para adiantar a atividade, a docente previamente cortou os pedaços de barbante e os moldes coloridos (página 86 do Apêndice B) para serem colados nos CD's, além de fazer dois pequenos orifícios ao lado do furo central de cada CD.

Depois da leitura do roteiro experimental, cada estudante pegou um CD, um molde colorido e dois pedaços de barbante para montagem de seu *Disco de Newton*. Ao término da confecção dos discos, a docente orientou que os alunos os girassem rapidamente e observassem o resultado. Muitos alunos conseguiram observar a coloração branca acinzentada e ficaram surpresos com o experimento.

“Nossa, que legal! Eu consigo ver o branco.” – comentou uma aluna.

“Olha, professora! O meu funcionou!” – disse um estudante entusiasmado com o observado no experimento.

“Eu achei que não ia dar certo, mas eu consigo ver a cor meio esbranquiçada quando giro meu disco.” – mencionou outro aluno surpreso com o resultado.

Na Figura 84 pode ser observada a confecção dos discos pelos discentes.

Figura 84 - Confecção do Disco de Newton pelos discentes.



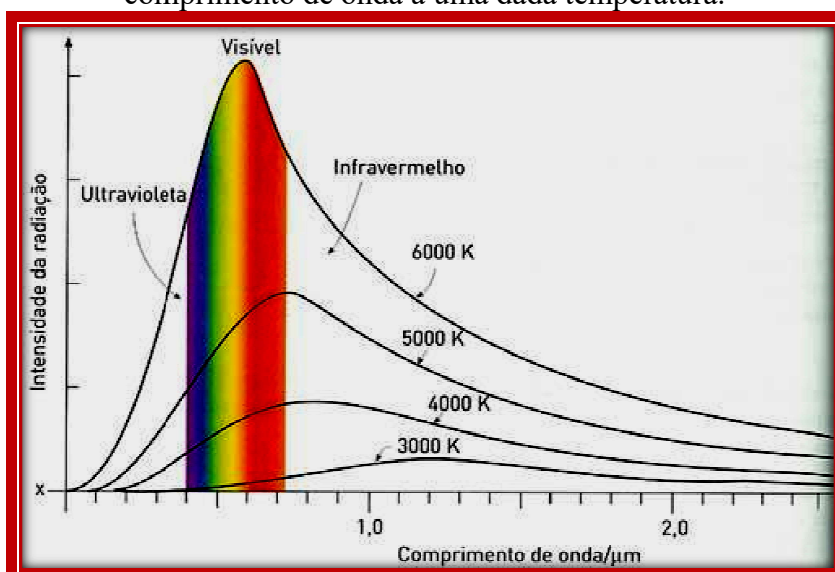
Fonte: arquivo pessoal.

Com os discos prontos e devidamente testados pela turma, a professora deu continuidade à apresentação da aula em *slides*, mais especificamente no que se refere ao tópico *Cor e temperatura*, abordando os conceitos de radiação térmica e de corpo negro. Nesta parte da aula também foram explicadas a relação entre intensidade da radiação e temperatura pela lei de Stefan e a relação entre temperatura e frequência de maior emissão da radiação pela lei de deslocamento de Wien. Vale destacar, que um aluno fez uma relação muito interessante e pertinente quando a docente explicava o deslocamento da curva espectral da radiação térmica, como pode ser observado em seu comentário:

“Professora, é por isso que a chama do maçarico deve ficar azulada para poder soldar uma peça, né? Porque, pelo que entendi, o azul seria mais quente que o vermelho, não é isso?” – comenta um aluno da turma que já trabalhou em uma oficina como soldador.

De fato, à medida que a temperatura aumenta, as curvas espectrais se deslocam para menores comprimentos de onda. Assim, com o aumento da temperatura, a curva espectral se desloca para esquerda, em direção à região azul do espectro (Figura 85). Isso explica, por exemplo, porque estrelas que possuem coloração azulada, como a estrela Regulus, são mais quentes do que as que apresentam coloração avermelhada.

Figura 85 - Gráfico da intensidade da radiação eletromagnética emitida em função do comprimento de onda a uma dada temperatura.



Disponível em: <<https://interna.coceducacao.com.br/ebook/pages/613.htm>>. Acesso em: 12/01/2019.

Ao finalizar a explanação acerca das leis de deslocamento de Wien e de Stefan, a docente solicitou que os alunos se dividissem em cinco grupos, mantendo a mesma formação da segunda etapa investigativa (intitulada Situações-problema). A intenção de manter os mesmos grupos residiu no fato de que haveria retomada ao estudo de caso *Descobrimos os “ingredientes” que compõem o Sol*, possibilitando novas resoluções para as situações-problema propostas.

Antes da retomada ao estudo de caso, os grupos formados foram incentivados pela professora a resolverem duas atividades relacionadas às leis de deslocamento de Wien e de Stefan encontradas nas sessões *Agora é sua vez!* no texto de apoio do aluno, indicadas na Figura 86.

Figura 86 - Atividades propostas sobre a lei de deslocamento de Wien e a lei de Stefan.



AGORA É SUA VEZ!

- Qual é o comprimento de onda no qual a intensidade da radiação emitida pela estrela Regulus atinge seu valor máximo ($\lambda_{\text{máx}}$)? Dada a temperatura da estrela aproximadamente igual a 12.000 K.



AGORA É SUA VEZ!

- Sabendo que a temperatura da superfície da estrela Regulus é de 12.000 K, calcule a intensidade da radiação da superfície desta estrela.

Fonte: elaboração própria.

No que se refere à resolução das duas atividades representadas na Figura 86, os grupos formados estruturaram adequadamente as questões. No entanto, foi verificada certa dificuldade dos discentes em efetuar os cálculos matemáticos envolvidos. Pela fala da turma, eles não estavam acostumados a fazer cálculos manipulando expoentes de base dez. Assistidos pela professora e utilizando uma calculadora científica, os estudantes conseguiram alcançar os valores esperados nas questões. Na Figura 87 são apresentadas duas respostas de grupos diferentes relativas às questões.

Figura 87 - Respostas dadas pelos grupos nas atividades propostas da sessão *Agora é sua vez!*.

Grupo 2 + [redacted]

$$I = \sigma \cdot T^4 \rightarrow I = 5,67 \cdot 10^{-8} \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{K}^4} \cdot (12.000)^4$$

$$I = 5,67 \cdot 10^{-8} \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{K}^4} \cdot 207 \cdot 10^{14} \text{K}^4$$

$$I = 1,2 \cdot 10^9 \frac{\text{W}}{\text{m}^2}$$

$\lambda_{\text{max}} \cdot T = \text{constante} \rightarrow \lambda_{\text{max}} = \frac{\text{constante}}{T}$

$$\lambda_{\text{max}} = \frac{2,9 \cdot 10^{-3} \text{ m} \cdot \text{K}}{5700 \text{ K}}$$

$$\lambda_{\text{max}} \approx 2,4 \cdot 10^{-7} \text{ m}$$

Fonte: arquivo pessoal.

Posteriormente, a professora entregou aos grupos cópias do estudo de caso *Descobrendo os “ingredientes” que compõe o Sol* e permitiu que eles refizessem as situações-problema propostas ao final do mesmo. Convém destacar que, o docente deve propiciar aos estudantes a recursividade, isto é, “a possibilidade de refazer as tarefas de aprendizagem; é o aproveitamento do erro como recurso de aprendizagem” (MOREIRA, 2011, p. 11).

A análise das novas respostas às situações-problema do estudo de caso foi realizada considerando-se como referência a análise de conteúdo de Bardin (2009). Para este fim, foram recortadas US das respostas, objetivando a categorização das mesmas de acordo com temas em comum.

Ao se analisar as respostas da primeira situação-problema do caso (*Qual é a composição do Sol, ou seja, do que o Sol é feito?*) os recortes das US deram origem à categoria elemento químico, presente em todas as novas respostas dadas pelos cinco grupos, como mostrado no Quadro 23.

Quadro 23 - Categorização das US recortadas das novas respostas à primeira situação-problema proposta no estudo de caso.

CATEGORIZAÇÃO	US recortadas
Elemento químico	Total de US: 5 Exemplos: <ul style="list-style-type: none"> • <i>O Sol é feito principalmente de hidrogênio e hélio, mas também podemos encontrar outros elementos químicos como: carbono, enxofre, etc.</i> (Grupo 1) • <i>Hidrogênio, hélio e outros elementos químicos.</i> (Grupo 2) • <i>75% de hidrogênio, 25% de hélio e 1% de outros elementos químicos como ferro, níquel, oxigênio, carbono e outros.</i> (Grupo 3) • <i>Ele é feito de hidrogênio, hélio e outros elementos químicos.</i> (Grupo 4) • <i>Os principais elementos químicos encontrados são hélio e hidrogênio, mas também existem outros elementos só que em pequenas quantidades.</i> (Grupo 5)

Fonte: elaboração própria.

Vale lembrar que o tema elemento químico, presente em todas as novas respostas, não se encontrava presente em nenhuma resposta obtida na segunda etapa investigativa, quando ocorreu o primeiro contato dos grupos com o estudo de caso. Nesta primeira análise das respostas dos grupos, a composição do Sol estava relacionada a três categorias: calor, luz e fogo.

Já na análise das novas respostas dadas pelos grupos à segunda situação-problema do estudo de caso (*Como podemos descobrir a sua composição?*) foram recortadas US que deram origem a uma única categoria: luz solar, conforme observado no Quadro 24:

Quadro 24 - Categorização das US recortadas das novas respostas à segunda situação-problema proposta no estudo de caso.

CATEGORIZAÇÃO	US recortadas
Luz solar	Total de US: 5 Exemplos: <ul style="list-style-type: none"> • <i>Através da luz solar.</i> (Grupo 1) • <i>A luz do Sol é a informação que indica do que ele é feito.</i> (Grupo 2) • <i>Decodificando as informações trazidas por intermédio da luz solar.</i> (Grupo 3) • <i>Pela luz que o Sol emite.</i> (Grupo 4) • <i>Por meio da luz solar.</i> (Grupo 5)

Fonte: elaboração própria.

Assim como o tema elemento químico recortado nas respostas da primeira situação-problema, US recortadas com o tema luz solar não foram identificadas na primeira análise das respostas à segunda questão do estudo de caso. Na segunda etapa investigativa, as categorias formadas para a segunda situação-problema foram: viagem espacial, pesquisa e sonda espacial.

De acordo com os dados apresentados nos Quadros 23 e 24, é possível inferir que as novas respostas dadas pelos grupos a ambas as questões possui indícios que apontam para a ocorrência de uma aprendizagem mais significativa.

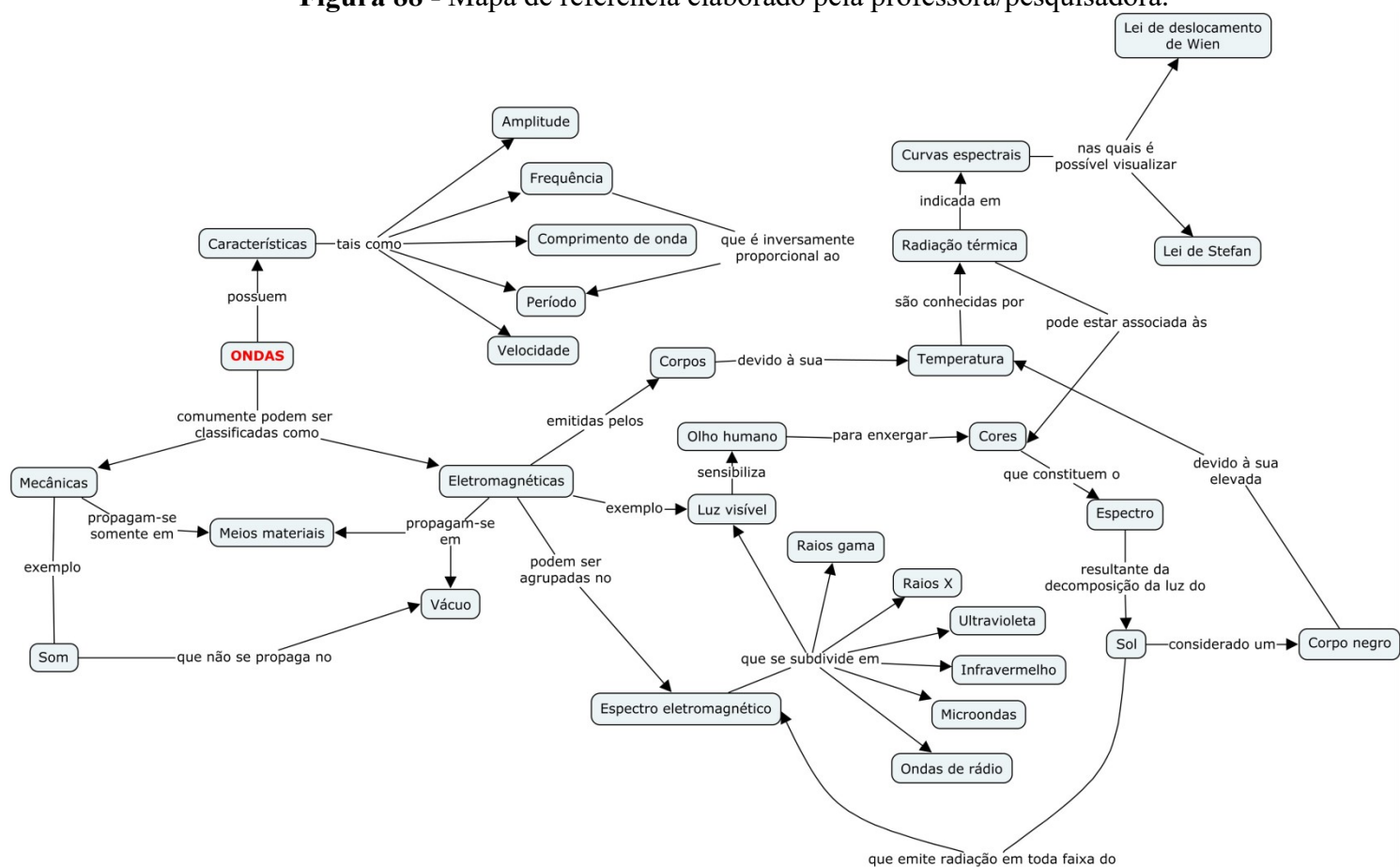
Finalmente, os alunos foram instigados a elaborarem um mapa conceitual cooperativo que deveria ser confeccionado por toda turma e entregue a professora, englobando todo o conteúdo trabalhado até então. Para auxiliar os alunos nesta atividade, a docente entregou aos estudantes um texto de apoio (página 91 do Apêndice B) com dicas importantes sobre a elaboração de mapas conceituais.

Os mapas conceituais permitem ao professor realizar observações acerca da estrutura proposicional, bem como, viabilizar a análise de ligações cruzadas ou concepções alternativas, indicativos de diferenciação dos conceitos na estrutura cognitiva do estudante referentes a uma determinada área de conhecimento (NOVAK; GOWIN, 1996).

Com a finalidade de se obter evidências de aprendizagem significativa, o mapa conceitual elaborado pela turma foi sujeito à análise, pontuando-se as relações estabelecidas de acordo com a identificação de quatro critérios classificatórios importantes: proposições, hierarquia, ligações cruzadas e exemplos (NOVAK; GOWIN, 1996). Estes critérios encontram-se devidamente descritos na metodologia do presente trabalho.

Também vale destacar que, para efeito de comparação, foi confeccionado pela professora/pesquisadora um mapa conceitual de referência para ser utilizado como base na análise do mapa conceitual elaborado pela turma. O mapa de referência pode ser observado na Figura 88.

Figura 88 - Mapa de referência elaborado pela professora/pesquisadora.



Fonte: elaboração própria.

De acordo com os critérios previamente estabelecidos, a pontuação atribuída ao mapa de referência pode ser encontrada no Quadro 25.

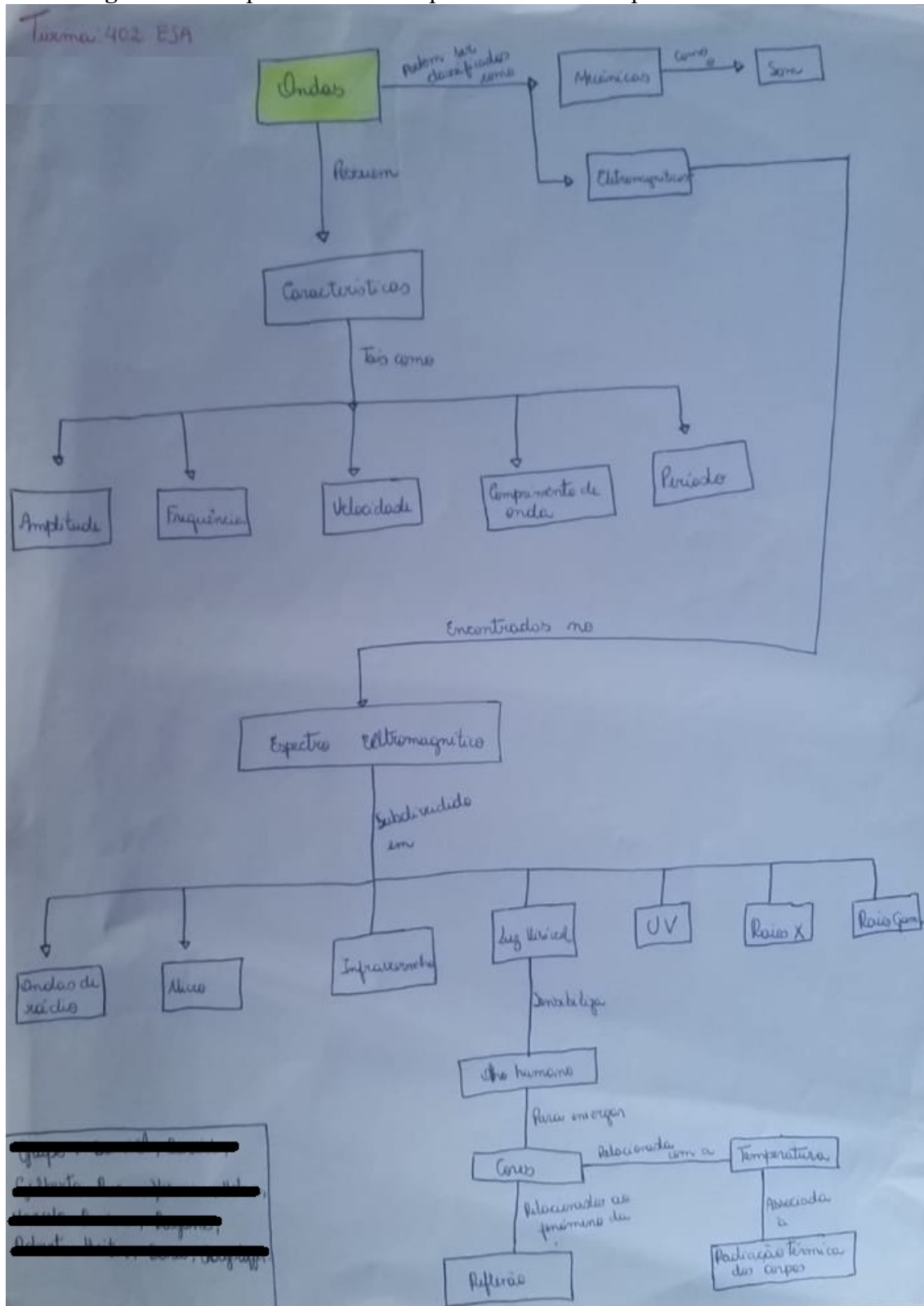
Quadro 25 - Pontuação do mapa de referência.

<i>Crítérios classificatórios</i>	Quantidade	<i>Pontuação</i>
<u>Proposições</u>	24	1 x 24 = 24
<u>Hierarquia</u> → cada nível válido	4	5 x 4 = 20
<u>Ligações transversais</u>	3	10 x 3 = 30
<u>Exemplos</u> → cada exemplo válido	2	1 x 2 = 2
Total de pontos		76

Fonte: elaboração própria.

O mapa conceitual cooperativo elaborado pela turma 402 EJA pode ser observado na Figura 89.

Figura 89 - Mapa conceitual cooperativo elaborado pela turma 402 EJA.



Fonte: arquivo pessoal.

Quadro 26 - Pontuação do mapa conceitual cooperativo elaborado pela turma.

<i>Crêterios classificatórios</i>	<i>Quantidade</i>	<i>Pontua�o</i>
<u>Proposi�es</u>	11	1 x 11 = 11
<u>Hierarquia</u> → cada nível válido	4	5 x 4 = 20
<u>Liga�es transversais</u>	0	10 x 0 = 0
<u>Exemplos</u> → cada exemplo válido	1	1 x 1 = 1
Total de pontos		32
Porcentual de pontos com rela�o ao mapa de referência		47,4%

Fonte: elabora o própria.

A análise apresentada no Quadro 26 do mapa conceitual cooperativo elaborado pela turma indicou a presença de onze proposi es significativas e válidas, destacadas a seguir:

- “Ondas podem ser classificadas como mecânicas (como o som) ou eletromagnéticas”;
- “Ondas possuem características, tais como: amplitude, frequência, velocidade, comprimento de onda e período”;
- “Ondas eletromagnéticas são encontradas no espectro eletromagnético subdividido em: ondas de rádio, microondas, infravermelho, luz visível, ultravioleta, raios X e raios gama”;
- “A luz visível sensibiliza o olho humano para enxergar cores”;
- “As cores estão relacionadas com a temperatura associada   radia o térmica”;
- “As cores estão relacionadas ao fenômeno da reflexão”.

Além de ser verificada a validade das rela es entre os conceitos que compõe o mapa, observou-se que o mapa conceitual cooperativo também apresentou uma organiza o em quatro níveis hierárquicos.

O mapa também contou com a presença de um exemplo válido (o som como uma onda mecânica). No entanto, foi verificada a ausência de liga es transversais no mapa. A pontua o total obtida foi de 32 pontos, ou seja, um porcentual de 47,4% quando comparado ao mapa de referência.

Por intermédio da análise do mapa conceitual elaborado pela turma,   possível inferir que ele apresentou evidências de aprendizagem significativa, apesar da ausência de alguns

conceitos importantes abordados nestas quatro primeiras etapas investigativas. O fato de a atividade ter sido realizada ao final da aula pode ter influenciado nesta questão. Acredita-se que um maior tempo para construção do mapa potencializaria a utilização desta estratégia, alcançando-se resultados mais satisfatórios.

5.6. Novas situações

Este encontro objetivou colocar os discentes em contato com novas situações a partir da observação crítica do experimento, conhecido como *teste da chama*, evidenciando as cores características de alguns elementos químicos quando aquecidos.

Para realização desta atividade, a docente providenciou previamente os materiais necessários (soluções de cloreto de sódio, de cloreto de potássio, de sulfato de cobre, de cloreto de cálcio, borrifador para cada uma das soluções, álcool, fósforo e lamparina), além de cópias do roteiro experimental avaliativo. Vale destacar que os borrifadores contendo as soluções para realização do experimento (Figura 90) foram cedidos pela coordenação do curso Técnico de Química do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense.

Figura 90 - Borrifadores contendo soluções utilizadas para realização do experimento.



Fonte: arquivo pessoal.

Inicialmente, foi entregue a cada um dos discentes uma cópia do roteiro experimental avaliativo, contendo a descrição do experimento, os objetivos, os materiais utilizados, os procedimentos necessários para sua realização, além de três questões que deveriam ser respondidas no decorrer da aula. Ao final desta etapa o roteiro devidamente respondido foi entregue à professora para análise das respostas dadas.

A partir de então, foi realizada uma leitura do roteiro juntamente com a turma, na qual a docente realizou explicações sobre o experimento, os objetivos associados, os materiais necessários e os procedimentos para realização do mesmo.

A professora solicitou aos alunos que eles observassem atentamente a coloração da chama quando borrifada com uma pequena quantidade de cada uma das soluções, completando, posteriormente, a coloração observada na tabela da primeira questão do roteiro experimental.

A ordem utilizada pela professora para borrifar as soluções foi a mesma ordem apresentada na tabela da primeira questão do roteiro, a fim de facilitar seu preenchimento pelos estudantes. A coloração apresentada pela chama ao ser borrifada com as soluções pode ser observada na Figura 91.

Figura 91 - Coloração da chama ao ser borrifada com as soluções.



Fonte: arquivo pessoal.

A relação entre as soluções utilizadas no experimento e a coloração da chama observada pode ser encontrada no Quadro 27:

Quadro 27 - Relação entre soluções utilizadas e coloração da chama.

SOLUÇÕES UTILIZADAS	COLORAÇÃO DA CHAMA
Cloreto de sódio	Amarela
Cloreto de potássio	Violeta
Sulfato de cobre	Verde
Cloreto de cálcio	Vermelha

Fonte: elaboração própria.

À medida que as soluções eram borrifadas na chama, as reações dos alunos no decorrer da realização do experimento podem ser verificadas nas falas transcritas a seguir:

“Meu Deus, que irado!” – comentou surpreso um aluno.

“Que lindo! Cada hora a chama tem um cor!” – exclamou uma aluna admirada com as cores assumidas pela chama.

“Muito legal esse experimento!” – elogiou um estudante.

“Parece mágica!” – destacou com um ar de surpresa um discente.

É interessante mencionar que, o fato de a turma 402 EJA funcionar no período noturno facilitou a visualização da coloração da chama, deixando-a mais nítida.

Após verificar que a turma havia preenchido adequadamente a tabela da primeira questão com as cores observadas na execução do experimento, a docente orientou aos alunos que respondessem as demais questões presentes no roteiro avaliativo. Ao final, os roteiros respondidos pelos alunos foram entregues à professora.

As análises das respostas das questões presentes no roteiro avaliativo encontram-se destacadas a seguir.

Questão 1: Na tabela a seguir, relacione as soluções utilizadas no experimento com a coloração da chama observada:

SOLUÇÕES UTILIZADAS	COLORAÇÃO DA CHAMA
Cloreto de sódio	
Cloreto de potássio	
Sulfato de cobre	
Cloreto de cálcio	

No que se refere à análise da primeira questão, todos os treze alunos respondentes associaram corretamente a coloração da chama com a solução utilizada, como mostrado em algumas respostas na Figura 92.

Figura 92 - Respostas da primeira questão do roteiro experimental.

SOLUÇÕES UTILIZADAS	COLORAÇÃO DA CHAMA
Cloreto de sódio	Amarelo
Cloreto de potássio	Violeta
Sulfato de cobre	Verde
Cloreto de cálcio	Vermelho

SOLUÇÕES UTILIZADAS	COLORAÇÃO DA CHAMA
Cloreto de sódio	Amarelo
Cloreto de potássio	Violeta
Sulfato de cobre	Verde
Cloreto de cálcio	Vermelho

SOLUÇÕES UTILIZADAS	COLORAÇÃO DA CHAMA
Cloreto de sódio	Amarelo
Cloreto de potássio	Violeta
Sulfato de cobre	Verde
Cloreto de cálcio	Vermelho

Fonte: arquivo pessoal.

Questão 2: Em sua opinião, por que a chama apresenta colorações diferentes ao ser borrifada com substâncias diferentes?

Na segunda questão, o intuito era conhecer a opinião dos alunos acerca do fato de a chama apresentar colorações diferentes ao ser borrifada com substâncias diferentes.

A partir das respostas dadas pelos discentes e sob a perspectiva de análise de conteúdo de Bardin (2009), foram recortadas US das respostas e criadas as seguintes categorias: reação química, substância diferente e elemento químico. Estas categorias, com suas respectivas US recortadas e exemplos, encontram-se devidamente destacadas no Quadro 28.

Quadro 28 - Categorização das US recortadas da segunda questão do roteiro experimental avaliativo.

CATEGORIZAÇÃO	US recortadas
Reação química	Total de US: 7 Exemplos: <ul style="list-style-type: none"> • <i>Porque cada substância produz uma reação química diferente.</i> (Aluno 1) • <i>São reações químicas diferentes que mudam a coloração da chama.</i> (Aluno 6) • <i>Porque cada substância provocou reações químicas diferentes.</i> (Aluno 7) • <i>Por causa da reação química que acontece.</i> (Aluno 8) • <i>Por causa da reação química com a chama.</i> (Aluno 10) • <i>Porque cada substância causa uma reação química diferente.</i> (Aluno 12) • <i>Porque são reações químicas diferentes que acontecem na chama</i> (Aluno 13)
Substância diferente	Total de US: 3 Exemplos: <ul style="list-style-type: none"> • <i>Porque as substâncias utilizadas no experimento são diferentes.</i> (Aluno 2) • <i>Porque foram usadas substâncias diferentes.</i> (Aluno 3) • <i>Porque são substâncias diferentes e cada uma tem sua cor.</i> (Aluno 5)
Elemento químico	Total de US: 3 Exemplo: <ul style="list-style-type: none"> • <i>Porque cada uma tem um elemento químico diferente.</i> (Aluno 4) • <i>Porque as substâncias possuem elementos químicos diferentes.</i> (Aluno 9) • <i>Porque são elementos diferentes.</i> (Aluno 11)

Fonte: elaboração própria.

Dos recortes das US analisados, sete relacionaram a coloração apresentada pela chama à ocorrência de reações químicas. Três US recortadas mencionaram o fato de se utilizar substâncias diferentes ao fenômeno observado na chama. Outras três US relacionaram a presença de elementos químicos nas substâncias como responsáveis pela mudança de coloração da chama.

De acordo com esta análise, três US recortadas atribuem corretamente a coloração observada no teste da chama a elementos químicos diferentes, apesar de não explicarem mais especificamente a questão. Vale destacar que, o calor da chama excita os elétrons dos átomos dos elementos químicos, que ao retornarem aos seus estados fundamentais liberam a energia recebida sob a forma de luz.

Questão 3: Você já deve ter reparado que as lâmpadas utilizadas para iluminação pública apresentam coloração amarela. Com base no que você observou neste experimento, qual elemento químico deve estar presente no interior destas lâmpadas?

No que se refere à terceira questão presente no roteiro avaliativo, todos os treze alunos respondentes relacionaram a coloração amarela das lâmpadas utilizadas para iluminação pública ao elemento químico sódio, que foi o elemento que apresentou cor amarela no teste da chama.

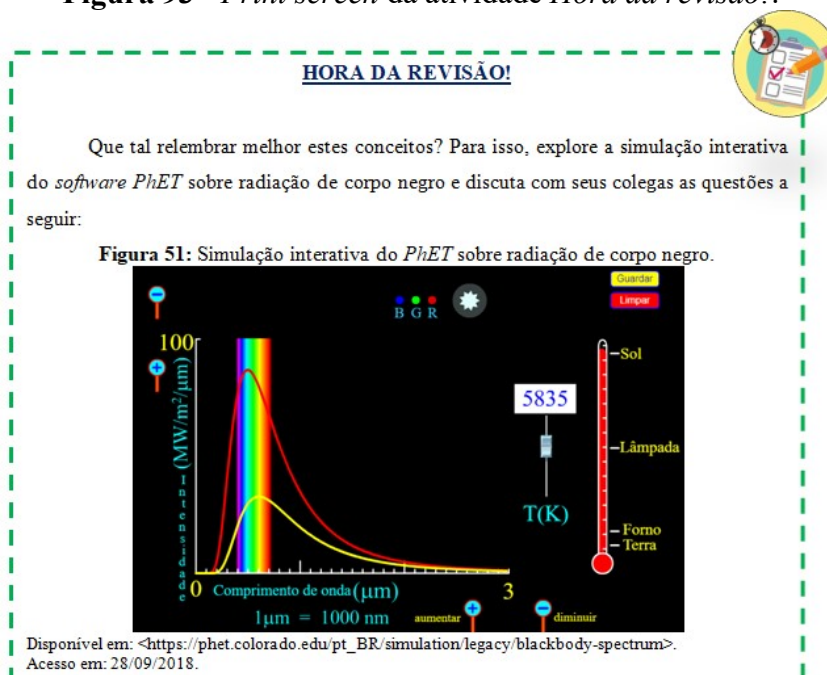
Verificou-se que a atividade experimental desenvolvida despertou o interesse dos alunos, que se mostraram motivados, atentos e curiosos durante a execução do experimento. Além disso, foi possível observar que os estudantes demonstraram predisposição para aprender, que é uma das condições para a ocorrência da aprendizagem significativa. Não basta formular um material potencialmente significativo se o aprendiz não tiver predisposto a relacionar o conteúdo a ser ensinado com informações existentes em sua estrutura cognitiva (MOREIRA; MASINI, 2001).

5.7. Aprofundando conhecimentos

A finalidade desta etapa investigativa foi aprofundar conhecimentos acerca do tema luz na identificação de elementos químicos, enfocando-se a distinção entre espectros contínuos e discretos e entre espectros de emissão e de absorção, além de serem destacadas importantes contribuições para a espectroscopia.

Para iniciar esta aula, a professora entregou a cada um dos estudantes cópias da atividade *Hora da revisão!*, a fim de promover a reconciliação integradora dos conceitos trabalhados até então.

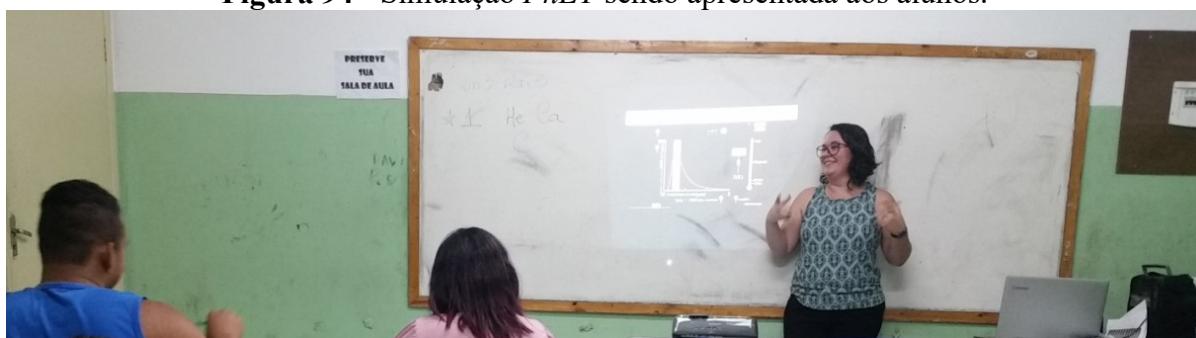
Figura 93 - *Print screen* da atividade *Hora da revisão!*.



Fonte: elaboração própria.

Para a realização desta atividade foi utilizada uma simulação interativa do *software* gratuito *PhET* sobre radiação de corpo negro, instalada previamente pela docente em seu computador, e apresentada aos alunos com auxílio de um projetor.

Figura 94 - Simulação *PhET* sendo apresentada aos alunos.



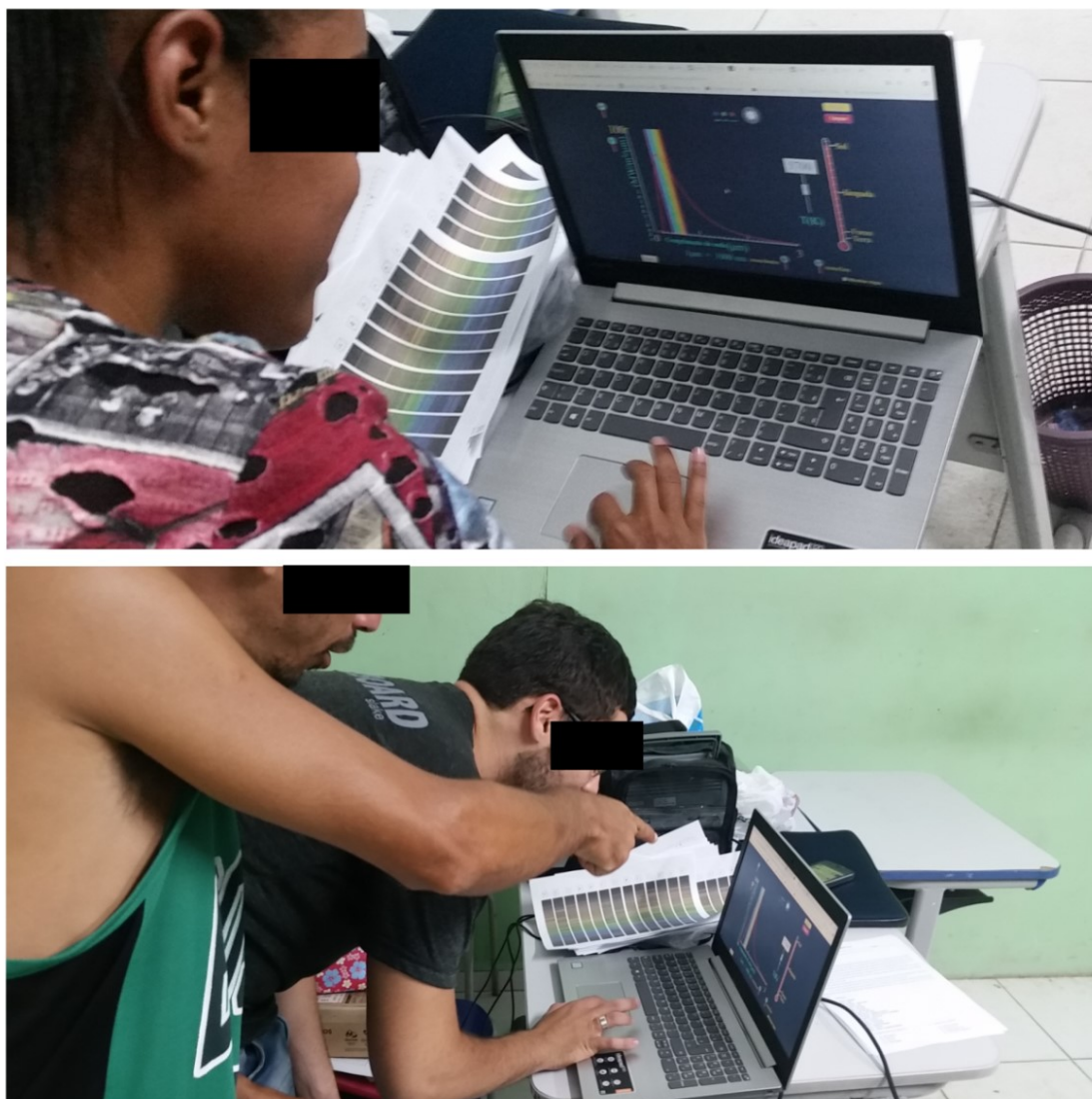
Fonte: arquivo pessoal.

Numa breve apresentação, a professora mostrou que o termômetro da simulação interativa possibilitava o ajuste para temperaturas diferentes, dadas em Kelvin, permitindo modificá-lo para algumas temperaturas específicas, como a temperatura média da Terra (300 K), do forno (615 K), de uma lâmpada incandescente (3000 K) e da superfície do Sol (5700 K).

O intuito desta atividade era que os discentes compreendessem a relação entre o observado na simulação com a lei de deslocamento de Wien e a lei de Stefan, já estudados anteriormente, promovendo a reconciliação integradora.

Para este fim, a professora solicitou que os estudantes explorassem e interagissem com a simulação, discutindo com os colegas sobre o deslocamento da curva espectral com relação ao comprimento de onda e do pico de intensidade da radiação à medida que a temperatura aumentava ou diminuía. A Figura 95 destaca os estudantes explorando a simulação interativa do *software PhET*.

Figura 95 - Interação dos alunos com a simulação do *software PhET*.



Fonte: arquivo pessoal.

Por conseguinte, os alunos responderam as questões presentes na atividade, entregando-a devidamente respondida à professora. Das respostas coletadas, foram selecionadas algumas para uma breve discussão.

Questão 1: O que acontece com a curva espectral da radiação à medida que a temperatura aumenta?

“A curva se desloca para a esquerda com o aumento da temperatura” – Aluno 1.

“A curva vai para a esquerda” – Aluno 3.

“Ela se desloca para o lado esquerdo” – Aluno 7.

“Ela se desloca para esquerda” – Aluno 11.

“Ela vai para a esquerda” – Aluno 13.

“Com o aumento da temperatura a curva se desloca para a esquerda” – Aluno 14.

No que se refere ao deslocamento da curva espectral à medida que a temperatura aumenta, as respostas foram unânimes: todos os alunos observaram que o pico de intensidade da curva se desloca para esquerda, ou seja, para a região de menores comprimentos de onda.

Questão 2: Quando o filamento de tungstênio de lâmpadas incandescentes é aquecido pela passagem de corrente elétrica, ele atinge uma temperatura aproximada de 3000 K. Com base nessas informações e ajustando a temperatura do gráfico para 3000 K, você acredita que essas lâmpadas são eficientes para iluminar um ambiente? Justifique sua resposta com base no observado graficamente.

“Não, pois ela aquece mais do que ilumina” – Aluno 2.

“Não, porque a lâmpada esquenta mais do que ilumina” – Aluno 3.

“Não, porque a maior parte da curva está na região infravermelha. Por isso a lâmpada aquece mais do que ilumina” – Aluno 4.

“Não, porque a maior parte da curva está na região infravermelha, ou seja, ela ilumina menos do que aquece” – Aluno 8.

“Não, porque ela esquenta muito e ilumina pouco” – Aluno 10.

“Não, porque grande parte da curva bate na região infravermelha, ou seja, este tipo de lâmpada aquece muito e ilumina pouco” – Aluno 12.

De fato, uma lâmpada do tipo incandescente não é eficiente para iluminar um ambiente, posto que a maior parte de sua emissão encontra-se na região infravermelha do espectro e uma pequena parte na região visível, indicando que esse tipo de lâmpada irradia muito mais calor para o meio do que luz visível.

Questão 3: Ao ajustar a temperatura do gráfico para 5700 K (temperatura aproximada da superfície solar), o que acontece com o pico de intensidade da radiação? Relacione o observado com o processo de adaptação dos indivíduos ao espectro de radiação de maior intensidade emitido pelo Sol.

“Ele se desloca para a região visível do espectro, o que levou a visão humana a se adaptar melhor nessa região” – Aluno 1.

“O pico se deslocou para a região visível. A gente se adaptou melhor nesta faixa” – Aluno 4.

“O pico se desloca para a região visível. A visão humana se adaptou melhor nessa região” – Aluno 5.

“O pico se deslocou para a região visível. A nossa visão se adaptou a essa região” – Aluno 6.

“Ele foi para a região visível, indicando que a gente teve que se adaptar a essa região” – Aluno 9.

“A gente vê que o pico se desloca para o visível. Isso significa que a gente teve que se adaptar a essa região para sobreviver” – Aluno 14.

Os alunos identificaram nesta questão que o pico de intensidade da radiação se desloca para a região visível do espectro. Isso indica que os indivíduos terrestres que tiveram maiores chances de sobrevivência foram aqueles que melhor se adaptaram ao espectro de radiação de maior intensidade emitido pelo Sol, ou seja, à região visível.

Questão 4: Ao observar dois objetos aquecidos, foi possível diferenciar duas colorações distintas: uma vermelho-alaranjada e outra azul brilhante. Qual deles seria o mais quente? Justifique sua resposta observando o deslocamento da curva espectral com a temperatura.

“Azul, porque é para onde a curva se desloca com o aumento da temperatura” – Aluno 1.

“Azul brilhante. Porque quanto mais a curva se desloca para esquerda, maior vai ficando a temperatura” – Aluno 2.

“Azul brilhante, pois quanto mais aumenta a temperatura mais se aproxima do azul” – Aluno 5.

“Azul, porque ao aumentar a temperatura o pico fica mais perto do azul” – Aluno 9.

“O azul porque ele está mais na esquerda, onde a temperatura é maior” – Aluno 12.

“Azul, porque é a região onde a temperatura é maior” – Aluno 13.

Por fim, os discentes destacaram corretamente o objeto azul brilhante como sendo o mais quente, uma vez que com o aumento da temperatura, a curva espectral se desloca para a região azul do espectro.

Após este momento de revisão, foi ministrada pela docente uma aula expositiva dialogada por intermédio de uma apresentação em *slides*, com o objetivo de aprofundar conhecimentos sobre espectros. A fim de que os alunos acompanhassem a aula juntamente com a docente foi entregue aos mesmos um texto de apoio, localizado na página 109 do Apêndice B.

Nesta aula, foi explicada a distinção entre espectros contínuos e discretos e entre espectros de emissão e absorção, bem como importantes contribuições para a espectroscopia. Também foi evidenciado o fato de cada elemento químico quando aquecido (como na aula anterior sobre o teste da chama) apresentar linhas espectrais bem definidas, levando à conclusão de que o espectro atômico funciona como uma espécie de impressão digital do elemento.

Para finalizar a apresentação, a professora mostrou como são identificados elementos químicos nas estrelas, por meio de um exercício resolvido da Olimpíada Brasileira de Astronomia (OBA).

Ao término da explanação dos conceitos sobre espectros atômicos, a professora solicitou que a turma formasse grupos de três a cinco integrantes para realização da atividade *Escrito nas Estrelas*, com o intuito de identificar a composição química de estrelas fictícias, por meio da análise comparativa entre as linhas espectrais das estrelas e os espectros de emissão de alguns elementos químicos. No total, foram formados quatro grupos.

A docente providenciou previamente cópias dos espectros de emissão dos elementos químicos em folhas brancas no tamanho A4 para serem entregues aos grupos, além de cópias dos espectros das estrelas fictícias em folhas de acetato transparentes no tamanho A4, utilizadas em retroprojetor, com o intuito de facilitar a análise da composição das estrelas pelos alunos. Os espectros de emissão dos elementos químicos e das estrelas fictícias preparados para impressão encontram-se nas páginas 120 e 122 do Apêndice B.

Nesta atividade, cada grupo de alunos analisou a composição de duas estrelas fictícias. Foi informado aos alunos que cada estrela possuía no mínimo três e no máximo cinco elementos em sua composição.

Figura 96 - Análise da composição química das estrelas pelos discentes.



Fonte: arquivo pessoal.

Ao final da análise, os grupos apresentaram para a turma quais elementos químicos foram identificados nas estrelas fictícias analisadas. As respostas dadas pelos alunos foram conferidas pela professora. No geral, os quatro grupos formados executaram corretamente a atividade. Apenas um grupo forneceu uma resposta incompleta de uma das estrelas analisadas, na qual faltou a identificação de um elemento químico.

5.8. Encerramento do conteúdo

O intuito desta penúltima etapa foi retratar a solução dada por Niels Bohr e os seus postulados para explicar os espectros atômicos, bem como destacar a importância histórica das investigações do espectro atômico do hidrogênio.

Para iniciar a aula, foram entregues aos alunos cópias da atividade *Para pensar...* Nesta atividade, a professora orientou os estudantes para que observassem atentamente o espectro de diferentes fontes de luz, dentre as quais: vela, lâmpada incandescente, luz negra e lâmpada fluorescente. Apesar das lâmpadas de vapor de sódio e de mercúrio serem mencionadas na atividade, elas não foram utilizadas pelo fato de a docente não conseguir encontrá-las no comércio local.

Figura 97 - Observação do espectro de diferentes fontes de luz pelos discentes.



Fonte: arquivo pessoal.

Vale destacar que, para a observação das fontes de luz mencionadas foram utilizados espectroscópios feitos de cano PVC, fornecidos pela Sociedade Brasileira de Física (SBF) ao Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF) – Polo 34 (Instituto Federal Fluminense – IFF).

Após a observação dos espectros das quatro fontes de luz utilizadas, os discentes foram incentivados a responder as duas questões presentes na atividade. Algumas respostas foram selecionadas e discutidas a seguir.

Questão 1: Quais foram as semelhanças e as diferenças entre os espectros observados?

“Eu percebi que alguns tinham todas as cores e outros não” – Aluno 2.

“O espectro da vela e o espectro da lâmpada incandescente são bem parecidos, do tipo contínuo. Já a lâmpada fluorescente e a luz negra têm só algumas linhas, do tipo discreto” – Aluno 5.

“Deu para ver que alguns são discretos (luz negra e lâmpada fluorescente) e outros são contínuos (vela e lâmpada incandescente)” – Aluno 6.

“A vela e a lâmpada incandescente possuem espectros contínuos. A luz negra e a lâmpada fluorescente são espectros discretos” – Aluno 7.

Nesta questão, foi possível verificar que os alunos distinguiram corretamente os espectros contínuos dos espectros discretos, realizando associações entre as fontes de luz observadas e o tipo de espectro que emitem.

Questão 2: Em sua opinião, o que justifica os espectros observados para as fontes luminosas descritas acima?

“Não sei ao certo, mas acho que tem a ver com os elementos químicos que nem o teste da chama” – Aluno 1.

“Deve ser por causa dos átomos diferentes” – Aluno 3.

“Na última aula, a professora disse que o espectro atômico é tipo uma impressão digital. Então, acho que o átomo justifica isso” – Aluno 4.

“Os espectros observados devem estar relacionados ao átomo.” – Aluno 9.

No geral, os alunos relacionaram os diferentes espectros observados na atividade com o espectro atômico estudado na aula anterior, sem saberem ao certo o que ocorre no interior do átomo (assunto que seria tratado ainda nesta etapa). O Aluno 4 lembrou corretamente que o espectro atômico funciona como uma espécie de impressão digital e o Aluno 1 relacionou o observado com o teste da chama realizado na quinta etapa investigativa.

Ao final da atividade, a professora utilizou uma apresentação em *slides* com auxílio de um projetor para encerrar o conteúdo com a turma, que acompanhou o exposto por meio de um texto de apoio (página 134 do Apêndice B) elaborado pela docente.

O foco desta aula expositiva esteve voltado para a solução dada por Niels Bohr e os seus postulados para explicar os espectros atômicos, destacando a importância histórica das investigações do espectro atômico do hidrogênio.

5.9. Encontro final integrador

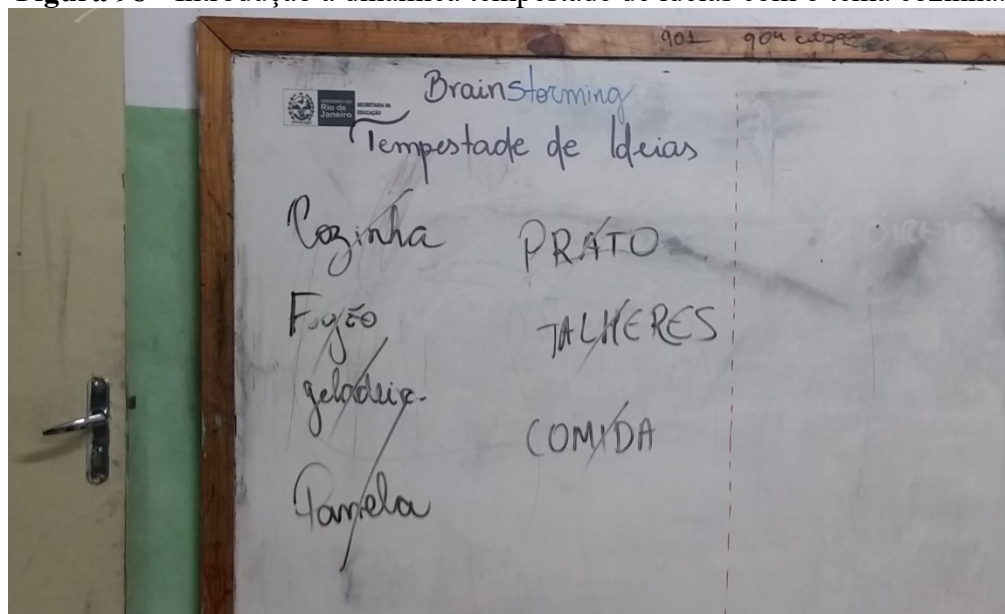
Neste encontro final integrador, os discentes foram instigados a confeccionar um mapa conceitual cooperativo de todo o conteúdo abordado durante a aplicação das etapas investigativas da UEPS.

Antes que a turma iniciasse a construção do mapa conceitual cooperativo, a professora realizou uma revisão integradora juntamente com os alunos sobre os conceitos abordados nas aulas anteriores, procurando sanar alguma possível dúvida.

Após esta conversa inicial com a turma, a docente utilizou uma técnica de dinâmica de grupo, denominada *brainstorming* ou tempestade de ideias, com o intuito de direcionar a construção do mapa conceitual.

Para familiarizar a turma com a dinâmica proposta, a professora apresentou um breve exemplo introdutório, no qual os estudantes deveriam mencionar itens presentes na cozinha. Algumas palavras expostas pelos alunos (fogão, geladeira, prato, talheres, comida e panela) foram anotadas no quadro pela docente, como pode ser observado na Figura 98.

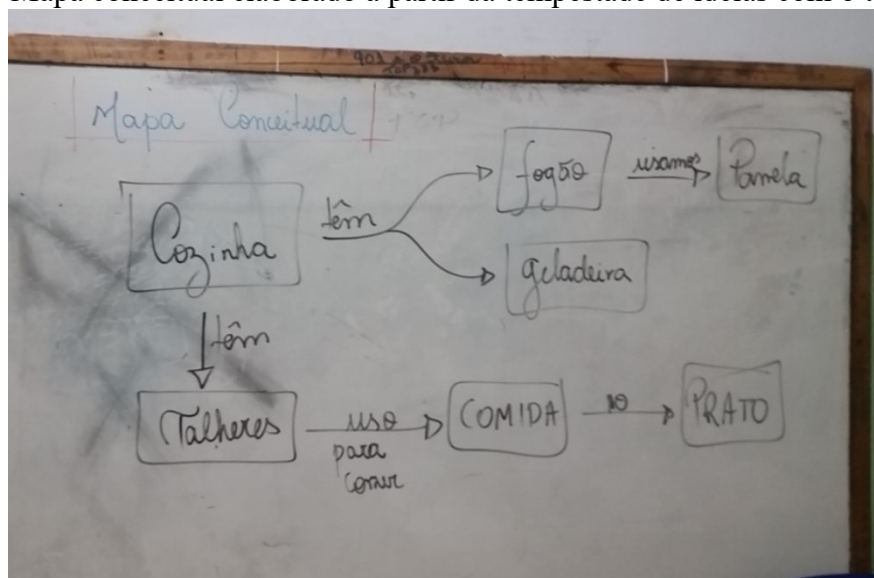
Figura 98 - Introdução à dinâmica tempestade de ideias com o tema cozinha.



Fonte: arquivo pessoal.

Com as palavras devidamente listadas, os alunos foram estimulados a efetuar relações entre elas por intermédio da utilização de um mapa conceitual, que já havia sido usado pela turma na quarta etapa investigativa. O mapa resultante da tempestade de ideias com o tema cozinha (Figura 99) foi construído no quadro pela docente de acordo com as conexões entre os conceitos feitas pelos alunos.

Figura 99 - Mapa conceitual elaborado a partir da tempestade de ideias com o tema cozinha.

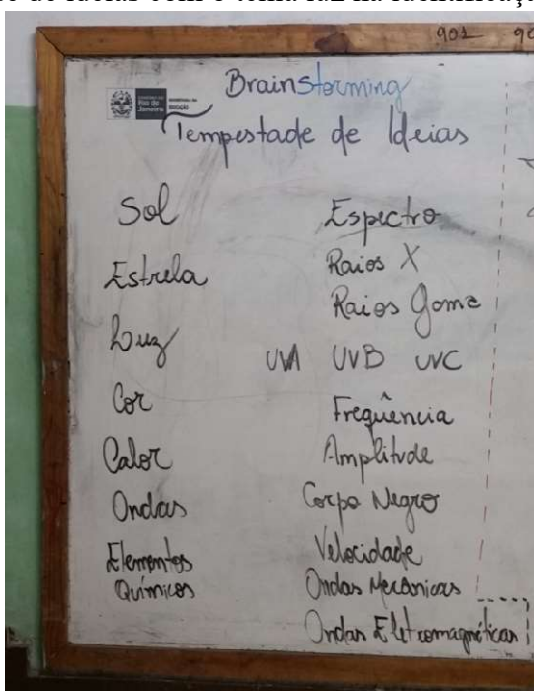


Fonte: arquivo pessoal.

Após esta familiarização inicial com a estratégia tempestade de ideias, cada aluno foi estimulado a expor uma palavra ou um conceito-chave explorado ao longo das aulas sobre o tema luz na identificação de elementos químicos.

As palavras mencionadas foram anotadas pela docente e organizadas em uma lista, ficando à disposição dos alunos em uma das extremidades do quadro, conforme mostrado na Figura 100.

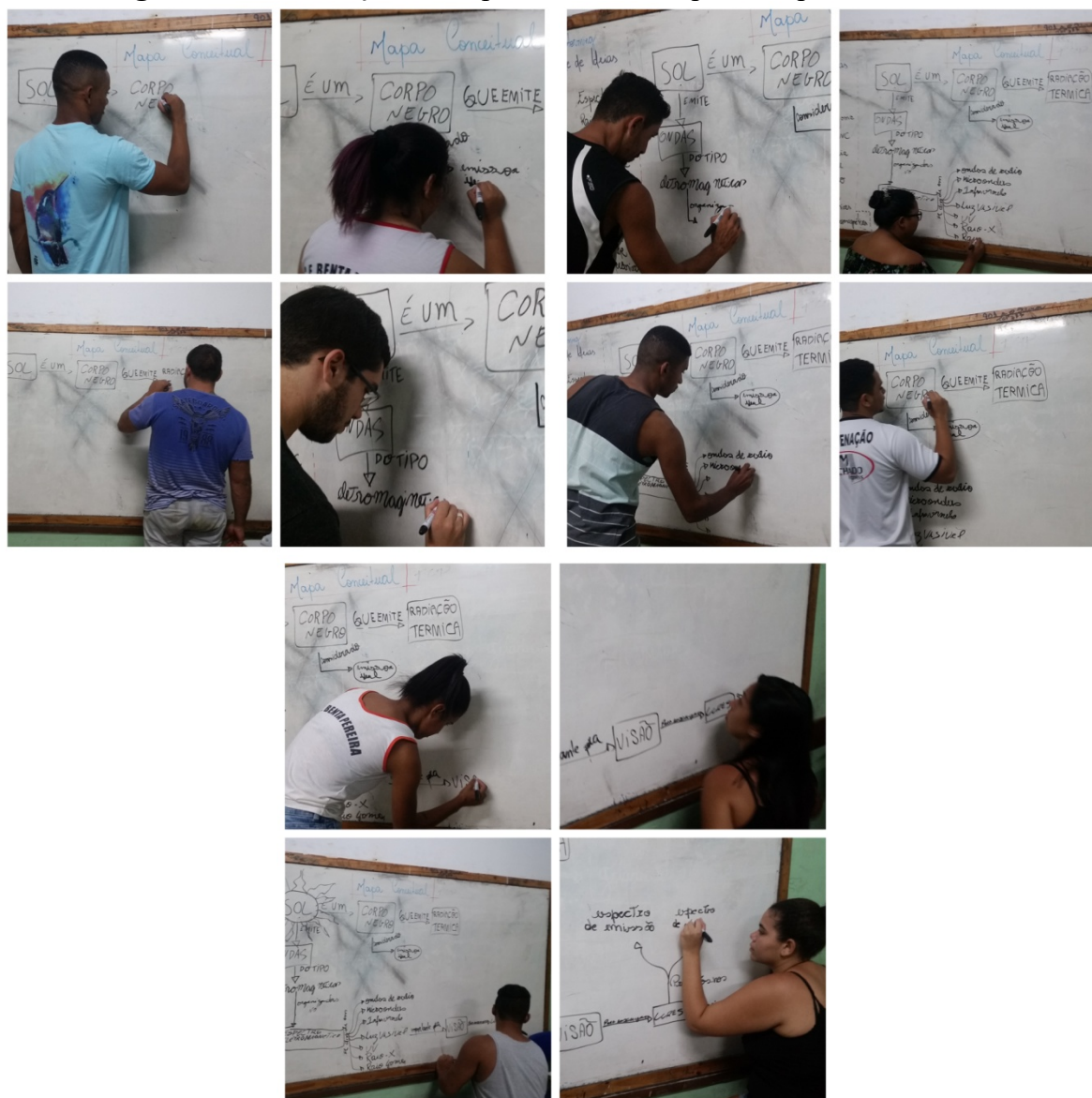
Figura 100 - Tempestade de ideias com o tema luz na identificação de elementos químicos.



Fonte: arquivo pessoal.

Depois da contribuição de todos os discentes, os alunos foram instigados a elaborar um mapa conceitual cooperativo, utilizando as palavras expostas no decorrer da dinâmica. Esta atividade contou com a participação de todos os alunos presentes, como é possível visualizar na Figura 101.

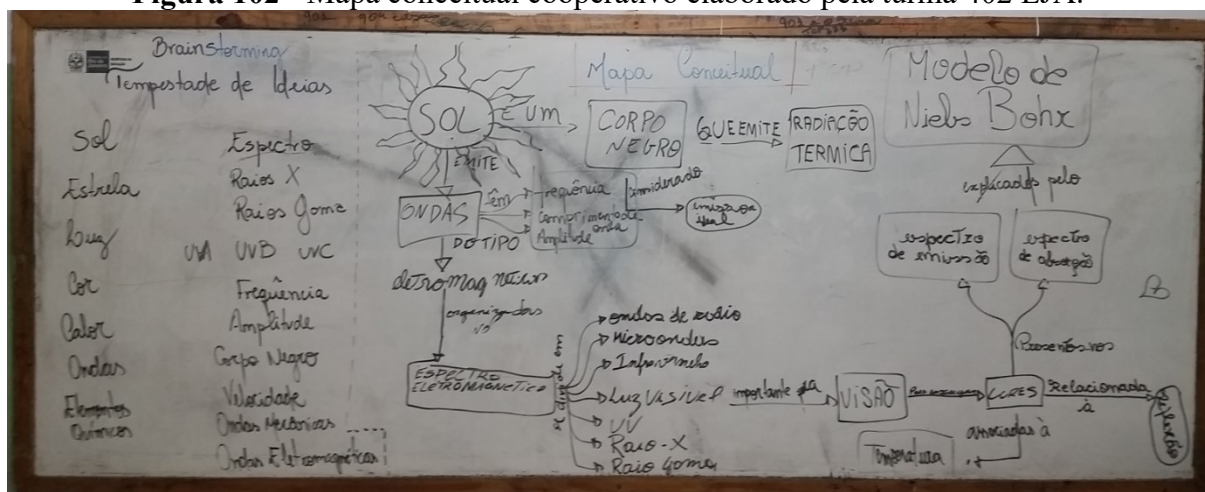
Figura 101 - Confeção do mapa conceitual cooperativo pelos estudantes.



Fonte: arquivo pessoal.

O mapa cooperativo elaborado pelos discentes da turma 402 EJA encontra-se destacado na Figura 102:

Figura 102 - Mapa conceitual cooperativo elaborado pela turma 402 EJA.



Fonte: arquivo pessoal.

Diferentemente do mapa elaborado pelos alunos na quarta etapa investigativa, não foi atribuído um valor numérico a este mapa, uma vez que o desafio proposto pela docente era utilizar os conceitos-chave expostos na tempestade de ideias para sua construção.

Deste modo, o mapa foi submetido à análise qualitativa, com a finalidade de se obter evidências de aprendizagem significativa. Para isso, verificou-se nas relações estabelecidas a presença ou não de quatro critérios importantes que devem ser levados em conta na construção de um mapa conceitual, de acordo com Novak e Gowin (1996): proposições, hierarquia, ligações cruzadas e exemplos.

Neste contexto, foram identificadas quatorze proposições válidas e significativas, destacadas a seguir:

- “O Sol é um corpo negro, considerado emissor ideal, que emite radiação térmica”;
- “O Sol emite ondas do tipo eletromagnéticas, organizadas no espectro eletromagnético”;
- “Ondas têm frequência, comprimento de onda e amplitude”;
- “O espectro eletromagnético se divide em: ondas de rádio, microondas, infravermelho, luz visível, ultravioleta, raios X e raios gama”;
- “Luz visível é importante para visão para poder enxergar cores relacionadas à reflexão e associadas à temperatura”;
- “As cores estão presentes nos espectros de emissão e de absorção explicados pelo modelo atômico de Niels Bohr”.

Além da detecção de validade das relações entre os conceitos que compõe o mapa, verificou-se que o mapa conceitual cooperativo também apresentou uma organização em quatro níveis hierárquicos.

De modo geral, foi estabelecida uma quantidade satisfatória de relações entre os conceitos e de níveis hierárquicos, demonstrando uma boa compreensão dos tópicos abordados ao longo da aplicação da UEPS sobre o tema luz na identificação de elementos químicos.

No entanto, averiguou-se a ausência de ligações cruzadas e de exemplos no mapa conceitual cooperativo construído pela turma, que pode ter sido incentivada pela falta de alguns conceitos-chave relevantes na execução da dinâmica tempestade de ideias.

Apesar da ausência de alguns conceitos importantes, a atividade desenvolvida foi muito proveitosa para o fechamento da UEPS, despertando o interesse dos alunos que participaram ativamente da mesma. Além disso, é possível inferir que o mapa conceitual se constituiu como uma boa estratégia para investigação de indícios que apontem para a ocorrência da aprendizagem significativa.

Finalmente, a docente disponibilizou para os alunos dois *links* que deveriam ser acessados dentro de um prazo predeterminado de uma semana, a fim de responderem dois questionários *online*: um para realização de uma avaliação somativa individual, contendo questões de Enem e de provas de vestibular, e outro para avaliação das etapas investigativas da UEPS, com o intuito de se obter um *feedback* dos alunos acerca da aplicação da UEPS. Vale destacar que os dois formulários *online* foram elaborados com auxílio da ferramenta *Google Forms* ou Formulários *Google* (o tutorial do *Google Forms* encontra-se na página 161 do Apêndice B).

A opção de fornecer aos alunos dois *links* para acesso aos questionários deu-se pelo fato de não haver tempo hábil para resolução dos mesmos, posto que este encontro seria o último da docente com a turma. Logo, a professora, com o intuito de fugir do tradicional encerramento de bimestre com avaliações, aproveitou a oportunidade para fazer uma pequena confraternização com os alunos da turma 402 EJA, como uma forma de agradecê-los pela dedicação, participação nas aulas e empenho na realização das atividades.

Figura 103 - Confraternização de encerramento com a turma 402 EJA.



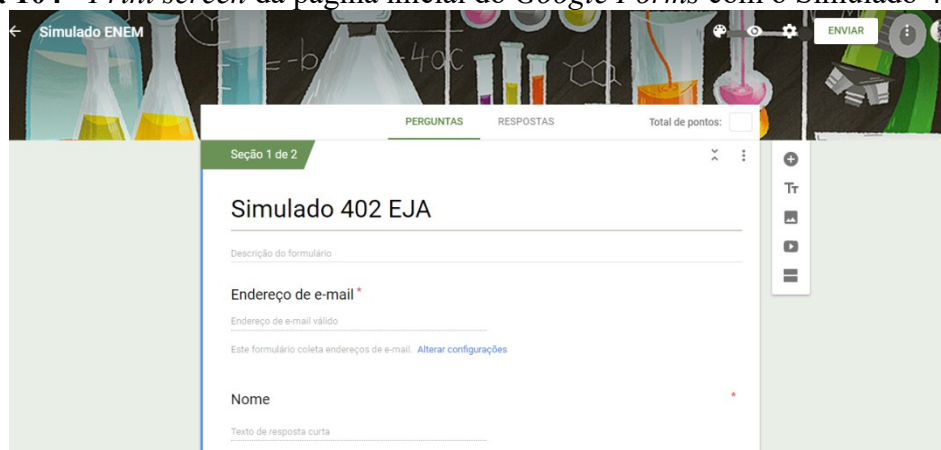
Fonte: arquivo pessoal.

A análise das respostas dadas pelos alunos a ambos os questionários serão destacadas a seguir. Convém mencionar que todos os dezesseis alunos frequentes responderam ambos os questionários.

5.9.1. Análise da avaliação somativa individual

A avaliação somativa individual intitulada *Simulado 402 EJA* foi elaborada a partir de questões retiradas de provas do ENEM e de vestibular, envolvendo todo o conteúdo trabalhado ao longo da aplicação da UEPS, sendo constituída de quinze questões do tipo múltipla escolha.

Figura 104 - *Print screen* da página inicial do *Google Forms* com o Simulado 402 EJA.

A screenshot of a Google Forms interface. At the top, there is a header with a back arrow, the text 'Simulado ENEM', and a 'ENVIAR' button. Below the header, there are tabs for 'PERGUNTAS' and 'RESPOSTAS', and a 'Total de pontos:' field. The main content area shows 'Seção 1 de 2' and the title 'Simulado 402 EJA'. Below the title, there is a 'Descrição do formulário' field. The first question is 'Endereço de e-mail *', with a sub-label 'Endereço de e-mail válido' and a note 'Este formulário coleta endereços de e-mail. Alterar configurações'. Below this is a 'Nome' field with a sub-label 'Texto de resposta curta'. On the right side, there is a vertical toolbar with icons for adding, deleting, and other actions.

Disponível em: <<https://docs.google.com/forms/>>.
Acesso em: 24/01/2019.

A partir das respostas obtidas pelos discentes às questões foi realizada uma análise dos dados descrita a seguir.

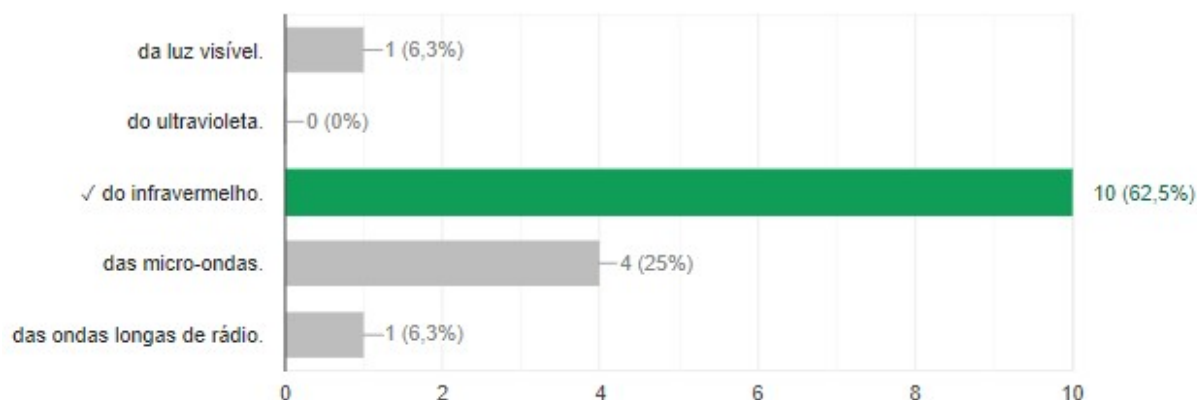
Questão 1: (ENEM-2014) Alguns sistemas de segurança incluem detectores de movimento. Nesses sensores, existe uma substância que se polariza na presença de radiação eletromagnética de certa região de frequência, gerando uma tensão que pode ser amplificada e empregada para efeito de controle. Quando uma pessoa se aproxima do sistema, a radiação emitida por seu corpo é detectada por esse tipo de sensor.

WENDLING, M. **Sensores**. Disponível em: www2.feg.unesp.br. Acesso em: 7 maio 2014 (adaptado).
A radiação captada por esse detector encontra-se na região de frequência

- a) da luz visível.
- b) do ultravioleta.
- c) do infravermelho.
- d) das micro-ondas.
- e) das ondas longas de rádio.

O enfoque desta questão está relacionado à emissão de radiação infravermelha pelo corpo humano, abordada na terceira etapa investigativa da UEPS, na qual foi evidenciada a composição do espectro eletromagnético. Dos dezesseis alunos respondentes, dez alunos, ou seja, 62,5% responderam corretamente esta questão.

Figura 105 - Respostas da primeira questão do Simulado 402 EJA.



Disponível em: <<https://docs.google.com/forms/>>.

Acesso em: 24/01/2019.

Questão 2: (ENEM-2014) Quando adolescente, as nossas tardes, após as aulas, consistiam em tomar às mãos o violão e o dicionário de acordes de Almir Chediak e desafiar nosso amigo Hamilton a descobrir, apenas ouvindo o acorde, quais notas eram escolhidas. Sempre perdíamos a aposta, ele possui o ouvido absoluto.

O ouvido absoluto é uma característica perceptual de poucos indivíduos capazes de identificar notas isoladas sem outras referências, isto é, sem precisar relacioná-las com outras notas de uma melodia.

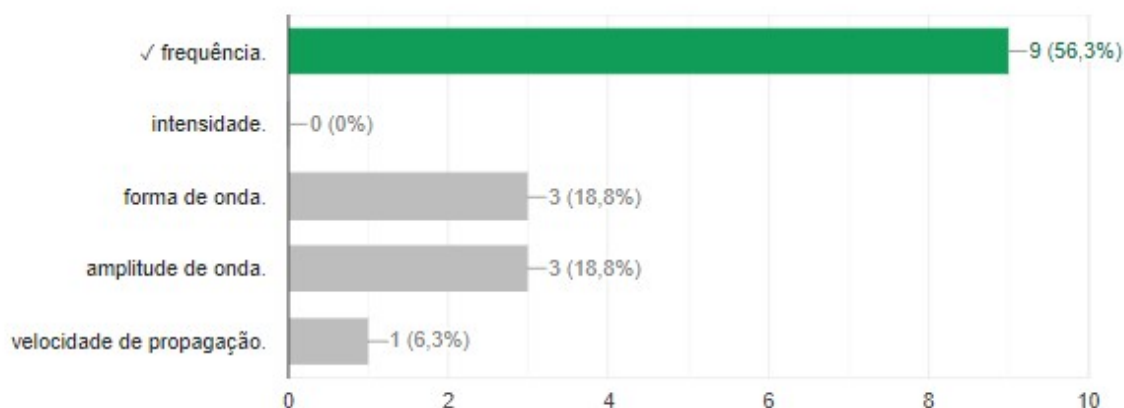
LENT, R. **O cérebro do meu professor de acordeão**. Disponível em: <http://cienciahoje.uol.com.br>.

Acesso em: 15 ago. 2012 (adaptado).

No contexto apresentado, a propriedade física das ondas que permite essa distinção entre as notas é a

- frequência.
- intensidade.
- forma de onda.
- amplitude de onda.
- velocidade de propagação.

Nesta questão, o discente precisa relacionar a distinção entre as notas com a frequência, que foi um dos elementos de uma onda explorado na terceira etapa investigativa. De acordo com o apresentado na Figura 106, nove alunos, ou seja, 56,3% da turma responderam corretamente esta questão.

Figura 106 - Respostas da segunda questão do Simulado 402 EJA.

Disponível em: <<https://docs.google.com/forms/>>.

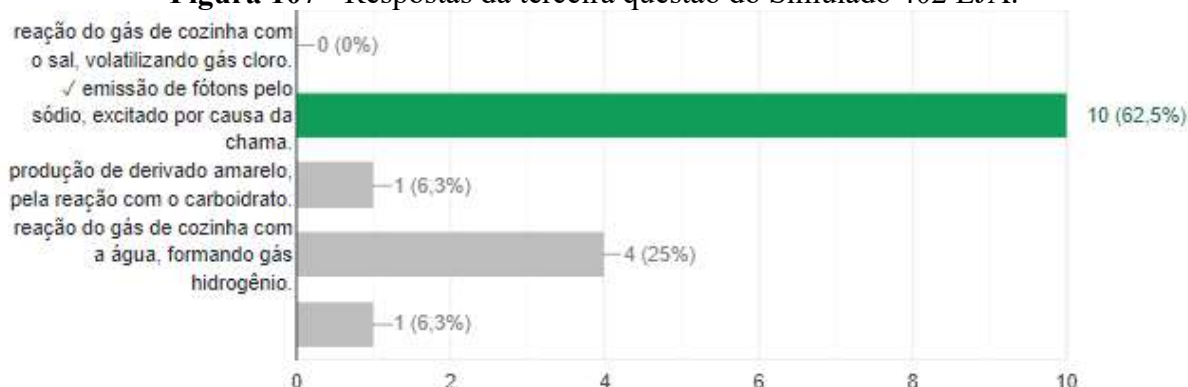
Acesso em: 24/01/2019.

Questão 3: (ENEM-2017) Um fato corriqueiro ao se cozinhar arroz é o derramamento de parte da água de cozimento sobre a chama azul do fogo, mudando-a para uma chama amarela. Essa mudança de cor pode suscitar interpretações diversas, relacionadas às substâncias presentes na água de cozimento. Além do sal de cozinha (NaCl), nela se encontram carboidratos, proteínas e sais minerais.

Cientificamente, sabe-se que essa mudança de cor da chama ocorre pela

- reação do gás de cozinha com o sal, volatilizando gás cloro.
- emissão de fótons pelo sódio, excitado por causa da chama.
- produção de derivado amarelo, pela reação com o carboidrato.
- reação do gás de cozinha com a água, formando gás hidrogênio.
- excitação das moléculas de proteínas, com formação de luz amarela.

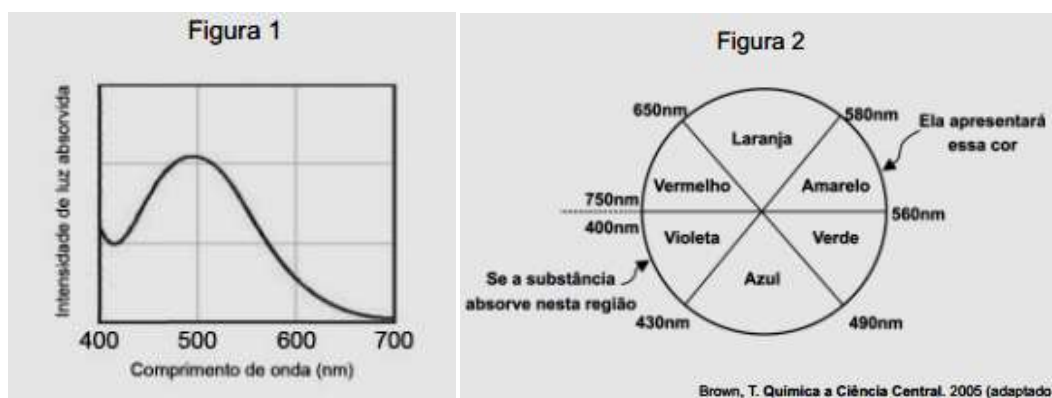
Nesta questão, a mudança da cor observada ocorre devido à emissão de fótons pelo sódio, que teve seus elétrons excitados por causa da chama. Esta questão está diretamente relacionada ao teste da chama realizado na quinta etapa investigativa e à explicação do átomo de Bohr na sétima etapa investigativa. A quantidade de alunos que responderam corretamente esta questão foi de dez alunos, ou seja, 62,5% da turma.

Figura 107 - Respostas da terceira questão do Simulado 402 EJA.

Disponível em: <<https://docs.google.com/forms/>>.

Acesso em: 24/01/2019.

Questão 4: (ENEM-2011) Para que uma substância seja colorida ela deve absorver luz na região do visível. Quando uma amostra absorve luz visível, a cor que percebemos é a soma das cores restantes que são refletidas ou transmitidas pelo objeto. A Figura 1 mostra o espectro de absorção para uma substância e é possível observar que há um comprimento de onda em que a intensidade de absorção é máxima. Um observador pode prever a cor dessa substância pelo uso da roda de cores (Figura 2): o comprimento de onda correspondente à cor do objeto é encontrado no lado oposto ao comprimento de onda da absorção máxima.

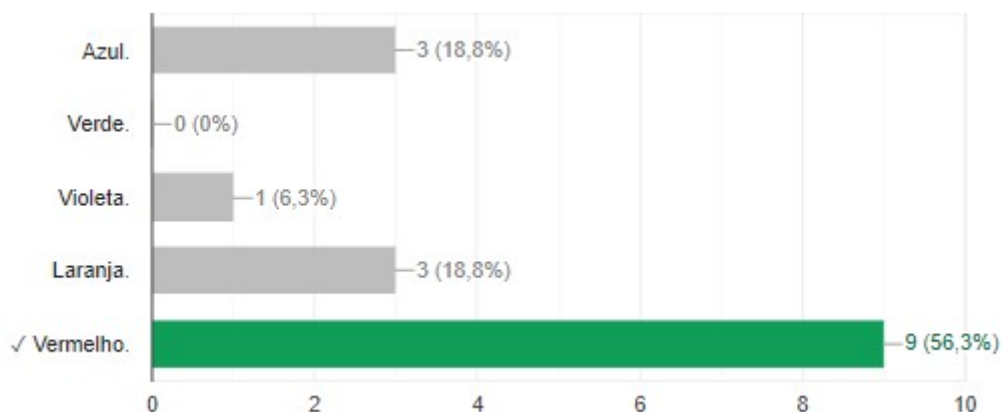


Qual a cor da substância que deu origem ao espectro da Figura 1?

- Azul.
- Verde.
- Violeta.
- Laranja.
- Vermelho.

Esta questão do Enem aborda os conceitos de absorção e reflexão da radiação, além de relacionar o espectro de absorção com o comprimento de onda. Esses assuntos foram tratados na quarta etapa investigativa da UEPS. O gráfico da Figura 108 indica que nove alunas, ou seja, 62,5% da turma acertaram esta questão.

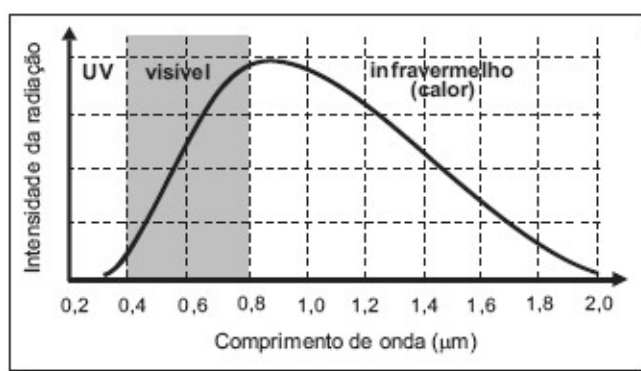
Figura 108 - Respostas da quarta questão do Simulado 402 EJA.



Disponível em: <<https://docs.google.com/forms/>>.

Acesso em: 24/01/2019.

Questão 5: (ENEM-2008) A passagem de uma quantidade adequada de corrente elétrica pelo filamento de uma lâmpada deixa-o incandescente, produzindo luz. O gráfico abaixo mostra como a intensidade da luz emitida pela lâmpada está distribuída no espectro eletromagnético, estendendo-se desde a região do ultravioleta (UV) até a região do infravermelho.

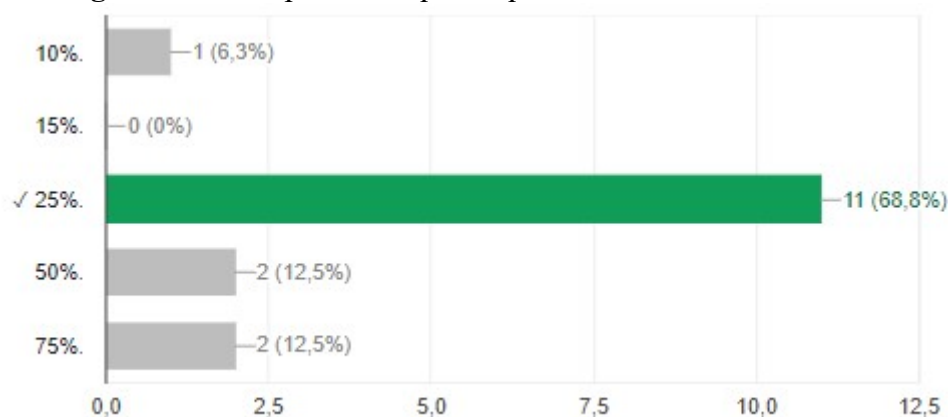


A eficiência luminosa de uma lâmpada pode ser definida como a razão entre a quantidade de energia emitida na forma de luz visível e a quantidade total de energia gasta para o seu funcionamento. Admitindo-se que essas duas quantidades possam ser estimadas, respectivamente, pela área abaixo da parte da curva correspondente à faixa de luz visível e pela área abaixo de toda a curva, a eficiência luminosa dessa lâmpada seria de aproximadamente:

- a) 10%.
- b) 15%.
- c) 25%.
- d) 50%.
- e) 75%.

A eficiência luminosa de uma lâmpada incandescente foi uma das questões discutidas na atividade *Hora da revisão!*, presente na aplicação da sexta etapa investigativa da UEPS. A análise dos dados obtidos nesta questão aponta que 68,8% da turma, ou seja, onze estudantes alcançaram o resultado correto.

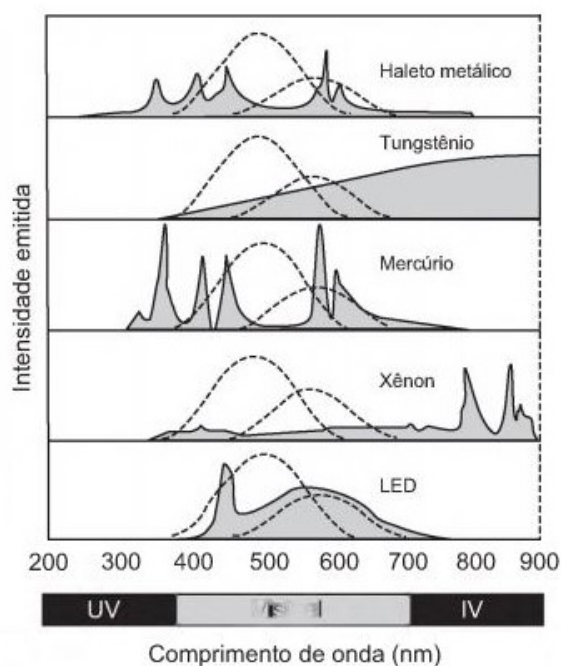
Figura 109 - Respostas da quinta questão do Simulado 402 EJA.



Disponível em: <<https://docs.google.com/forms/>>.
Acesso em: 24/01/2019.

Questão 6: (ENEM-2017) A figura mostra como é a emissão de radiação eletromagnética para cinco tipos de lâmpada: haleto metálico, tungstênio, mercúrio, xênon e LED (diodo emissor de luz). As áreas marcadas em cinza são proporcionais à intensidade da energia liberada pela lâmpada. As linhas pontilhadas mostram a sensibilidade do olho humano aos diferentes comprimentos de onda. UV e IV são as regiões do ultravioleta e do infravermelho, respectivamente.

Um arquiteto deseja iluminar uma sala usando uma lâmpada que produza boa iluminação, mas que não aqueça o ambiente.

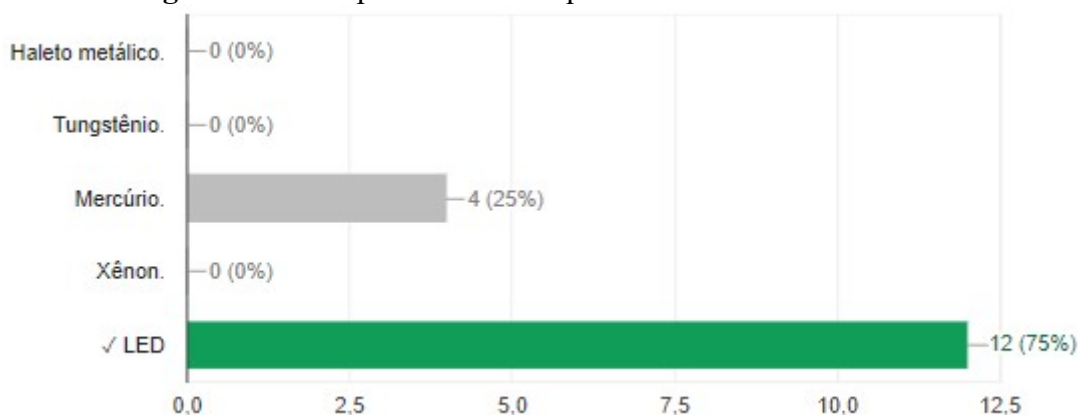


Disponível em: <http://zeiss-campus.magnet.fsu.edu>. Acesso em: 8 maio 2017 (adaptado).

Qual tipo de lâmpada melhor atende ao desejo do arquiteto?

- Haleto metálico.
- Tungstênio.
- Mercúrio.
- Xênon.
- LED

Nesta questão, deve-se analisar a área abaixo da curva para cada lâmpada com o intuito de obter informações sobre a intensidade de emissão da radiação. A atividade *Hora da revisão!*, realizada na sexta etapa investigativa, com auxílio da simulação interativa do *software PhET*, retrata bem este assunto. Os dados representados na Figura 110 indicam que doze alunos, ou seja, 75% da turma responderam corretamente a questão.

Figura 110 - Respostas da sexta questão do Simulado 402 EJA.

Disponível em: <<https://docs.google.com/forms/>>.

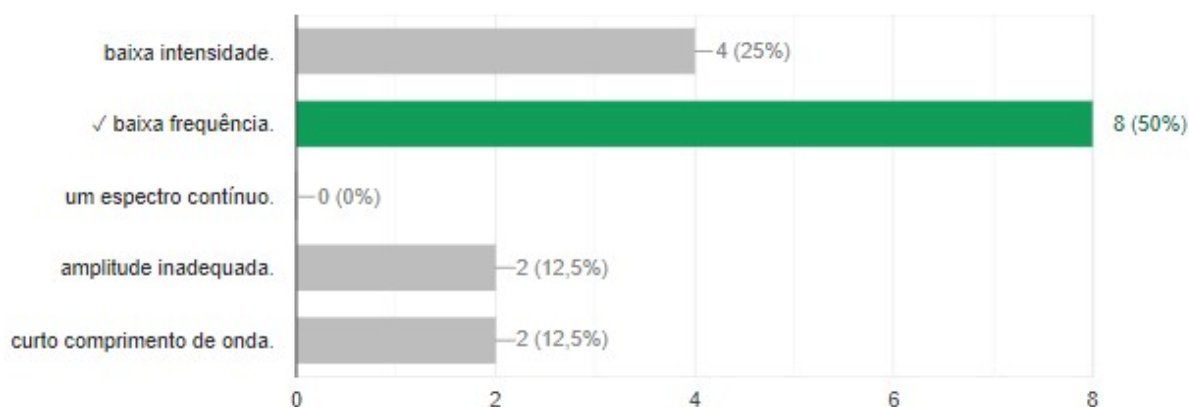
Acesso em: 24/01/2019.

Questão 7: (ENEM-2012) Nossa pele possui células que reagem à incidência de luz ultravioleta e produzem uma substância chamada melanina, responsável pela pigmentação da pele. Pensando em se bronzear, uma garota vestiu um biquíni, acendeu a luz de seu quarto e deitou-se exatamente abaixo da lâmpada incandescente. Após várias horas ela percebeu que não conseguiu resultado algum.

O bronzeamento não ocorreu porque a luz emitida pela lâmpada incandescente é de

- baixa intensidade.
- baixa frequência.
- um espectro contínuo.
- amplitude inadequada.
- curto comprimento de onda.

Esta questão do Enem aborda a emissão de luz por uma lâmpada incandescente que é de baixa frequência, ao contrário da emissão da luz ultravioleta emitida pelo Sol, de maior frequência, que causa o efeito de bronzeamento na pele. As características das radiações que compõem o espectro eletromagnético foram destacadas na terceira etapa investigativa da UEPS. Na Figura 111, é possível observar que oito alunos, ou seja, 50% da turma indicaram a alternativa correta para a questão apresentada.

Figura 111 - Respostas da sétima questão do Simulado 402 EJA.

Disponível em: <<https://docs.google.com/forms/>>.

Acesso em: 24/01/2019.

Questão 8: (ENEM-2009) Sabe-se que o olho humano não consegue diferenciar componentes de cores e vê apenas a cor resultante, diferentemente do ouvido, que consegue distinguir, por exemplo, dois instrumentos diferentes tocados simultaneamente. Os raios luminosos do espectro visível, que têm comprimento de onda entre 380 nm e 780 nm, incidem na córnea, passam pelo cristalino e são projetados na retina. Na retina, encontram-se dois tipos de fotorreceptores, os cones e os bastonetes, que convertem a cor e a intensidade da luz recebida em impulsos nervosos. Os cones distinguem as cores primárias: vermelho, verde e azul, e os bastonetes diferenciam apenas níveis de intensidade, sem separar comprimentos de onda. Os impulsos nervosos produzidos são enviados ao cérebro por meio do nervo óptico, para que se dê a percepção da imagem.

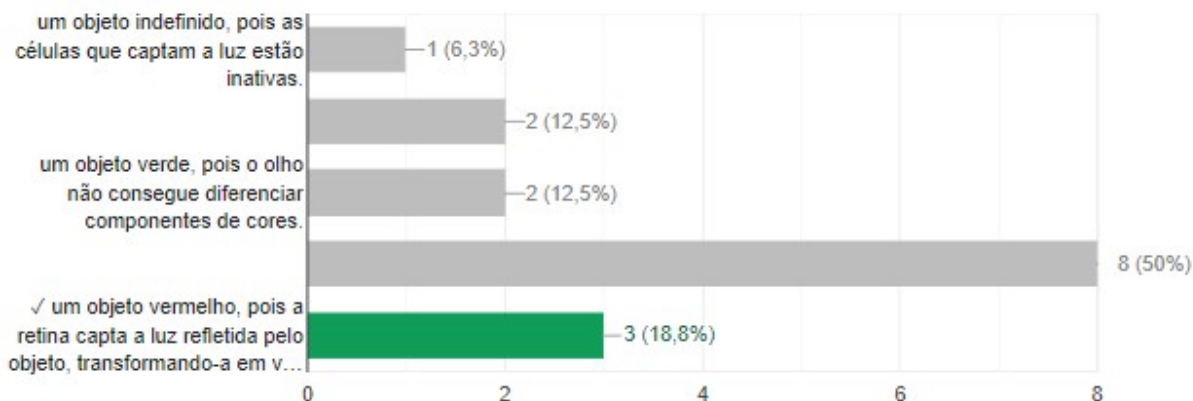
Um indivíduo que, por alguma deficiência, não consegue captar as informações transmitidas pelos cones, perceberá um objeto branco, iluminado apenas por luz vermelha, como

- um objeto indefinido, pois as células que captam a luz estão inativas.
- um objeto rosa, pois haverá mistura da luz vermelha com o branco do objeto.
- um objeto verde, pois o olho não consegue diferenciar componentes de cores.
- um objeto cinza, pois os bastonetes captam luminosidade, porém não diferenciam cor.
- um objeto vermelho, pois a retina capta a luz refletida pelo objeto, transformando-a em vermelho.

Esta questão relaciona o mecanismo da visão com o fenômeno da reflexão da luz, que foi abordado na quarta etapa investigativa. Os dados apresentados na Figura 112 indicam que

o índice de respostas erradas foi maior do que o índice de respostas corretas. Apenas três alunos, ou seja, 18,8% da turma responderam a alternativa correta.

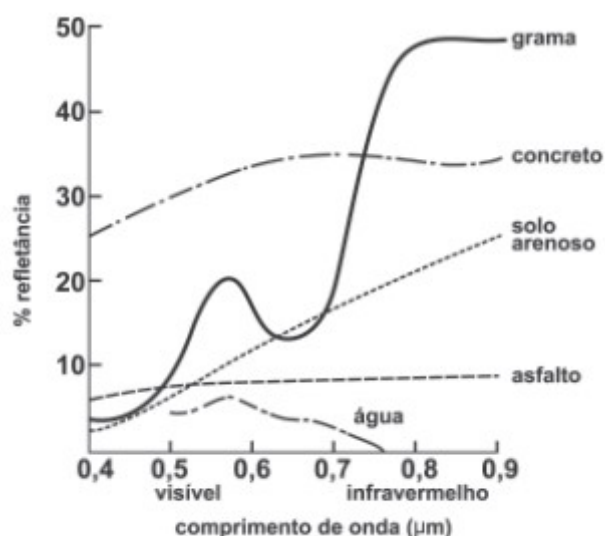
Figura 112 - Respostas da oitava questão do Simulado 402 EJA.



Disponível em: <<https://docs.google.com/forms/>>.

Acesso em: 24/01/2019.

Questão 9: (ENEM-2011) O processo de interpretação de imagens capturadas por sensores instalados a bordo de satélites que imageiam determinadas faixas ou bandas do espectro de radiação eletromagnética (REM) baseia-se na interação dessa radiação com os objetos presentes sobre a superfície terrestre. Uma das formas de avaliar essa interação é por meio da quantidade de energia refletida pelo objeto. A relação entre a refletância de um dado objeto e o comprimento de onda da REM é conhecida como curva de comportamento espectral ou assinatura espectral do objeto, como mostra na figura, para objetos comuns na superfície terrestre.



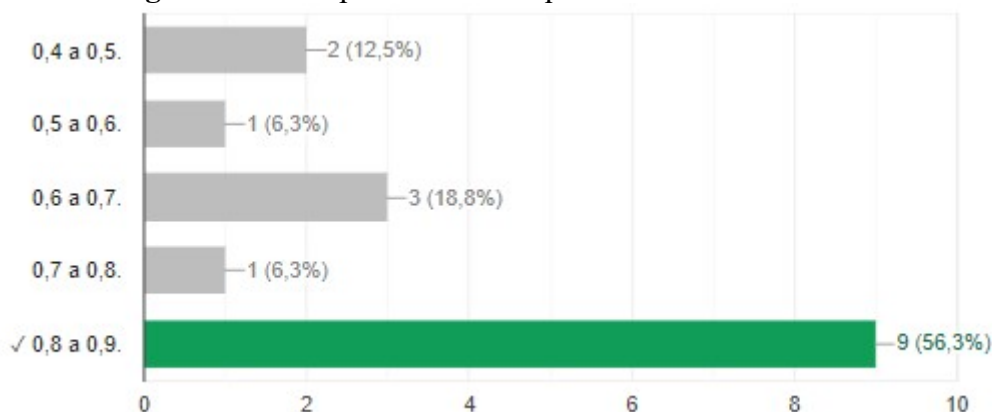
D'ARCO, E. Radiometria e Comportamento Espectral de Alvos. INPE. Disponível em: <http://www.agro.unitau.br>. Acesso em: 3 maio 2009.

De acordo com as curvas de assinatura espectral apresenta na figura, para que se obtenha a melhor discriminação dos alvos mostrados, convém selecionar a banda correspondente a que comprimento de onda em micrômetros (μm)?

- a) 0,4 a 0,5.
- b) 0,5 a 0,6.
- c) 0,6 a 0,7.
- d) 0,7 a 0,8.
- e) 0,8 a 0,9.

A interação da radiação com a matéria retrata nesta questão foi um assunto trabalhado na quarta etapa investigativa. O gráfico da Figura 113 indica que 56,3% da turma, correspondente a nove alunos, assinalaram a questão correta.

Figura 113 - Respostas da nona questão do Simulado 402 EJA.



Disponível em: <<https://docs.google.com/forms/>>.
Acesso em: 24/01/2019.

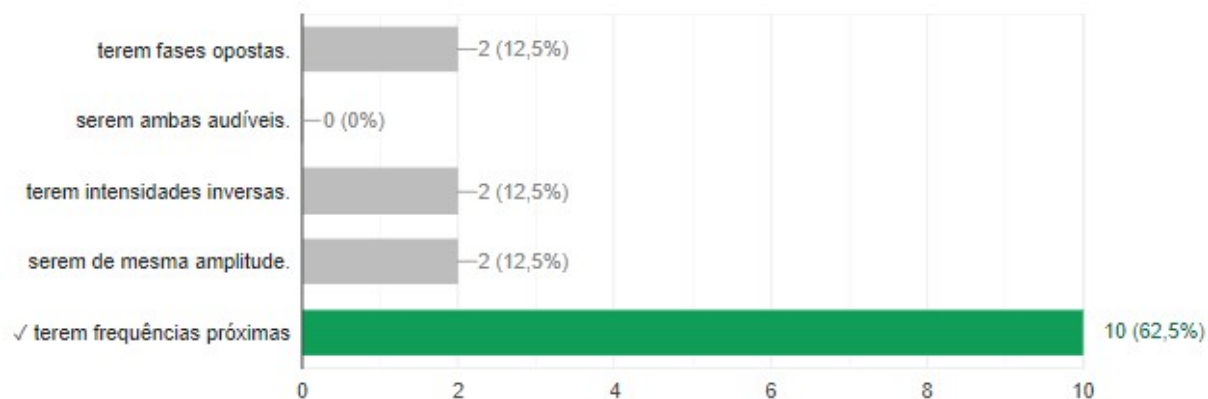
Questão 10: (ENEM-2013) Em viagens de avião, é solicitado aos passageiros o desligamento de todos os aparelhos cujo funcionamento envolva a emissão ou a recepção de ondas eletromagnéticas. O procedimento é utilizado para eliminar fontes de radiação que possam interferir nas comunicações via rádio dos pilotos com a torre de controle.

A propriedade das ondas emitidas que justifica o procedimento adotado é o fato de

- a) terem fases opostas.
- b) serem ambas audíveis.
- c) terem intensidades inversas.
- d) serem de mesma amplitude.
- e) terem frequências próximas

A questão relaciona o fenômeno da interferência na comunicação via rádio com o fato de as ondas possuírem frequências próximas. O gráfico indicado na Figura 114 mostra que a maioria da turma, ou seja, dez alunos responderam (62,5%) corretamente a questão.

Figura 114 - Respostas da décima questão do Simulado 402 EJA.



Disponível em: <<https://docs.google.com/forms/>>.
Acesso em: 24/01/2019.

Questão 11: (ENEM-2009) Considere um equipamento capaz de emitir radiação eletromagnética com comprimento de onda bem menor que a da radiação ultravioleta. Suponha que a radiação emitida por esse equipamento foi apontada para um tipo específico de filme fotográfico e entre o equipamento e o filme foi posicionado o pescoço de um indivíduo. Quanto mais exposto à radiação, mais escuro se torna o filme após a revelação. Após acionar o equipamento e revelar o filme, evidenciou-se a imagem mostrada na figura abaixo.



Dentre os fenômenos decorrentes da interação entre a radiação e os átomos do indivíduo que permitem a obtenção desta imagem inclui-se a

a) absorção da radiação eletromagnética e a consequente ionização dos átomos de cálcio, que se transformam em átomos de fósforo.

b) maior absorção da radiação eletromagnética pelos átomos de cálcio que por outros tipos de átomos.

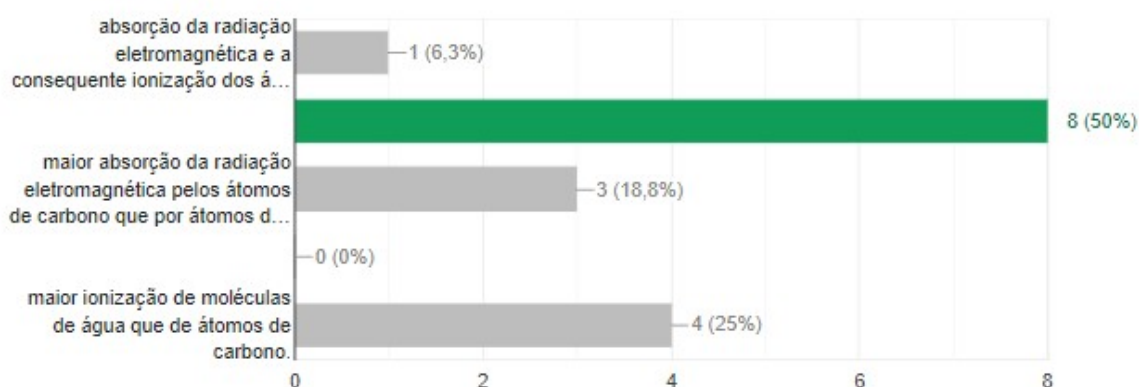
c) maior absorção da radiação eletromagnética pelos átomos de carbono que por átomos de cálcio.

d) maior refração ao atravessar os átomos de carbono que os átomos de cálcio.

e) maior ionização de moléculas de água que de átomos de carbono.

Essa questão aborda a interação da radiação com a matéria, que foi um dos tópicos trabalhados na aplicação da UEPS. Os dados obtidos nesta questão e representados na Figura 115 indicam que 50% da turma, ou seja, oito alunos responderam corretamente esta questão.

Figura 115 - Respostas da décima primeira questão do Simulado 402 EJA.



Disponível em: <<https://docs.google.com/forms/>>.

Acesso em: 24/01/2019.

Questão 12: (UFRGS-RS) Considere as afirmações a seguir:

I - As ondas luminosas são constituídas pelas oscilações de um campo elétrico e de um campo magnético.

II - As ondas sonoras precisam de um meio material para se propagar.

III - As ondas eletromagnéticas não precisam de um meio material para se propagar.

Quais delas são corretas?

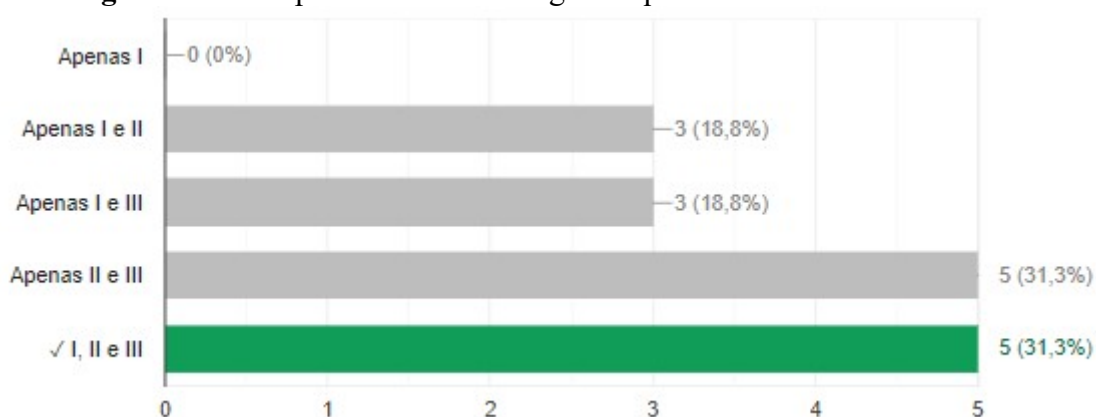
a) Apenas I

b) Apenas I e II

- c) Apenas I e III
- d) Apenas II e III
- e) I, II e III

O enfoque desta questão reside na distinção entre ondas mecânicas e ondas eletromagnéticas, aborda na terceira etapa investigativa. Os dados gráficos da Figura 116 indicam 31,3% da turma, ou seja, cinco alunos respondentes acertam esta questão.

Figura 116 - Respostas da décima segunda questão do Simulado 402 EJA.



Disponível em: <<https://docs.google.com/forms/>>.
Acesso em: 24/01/2019.

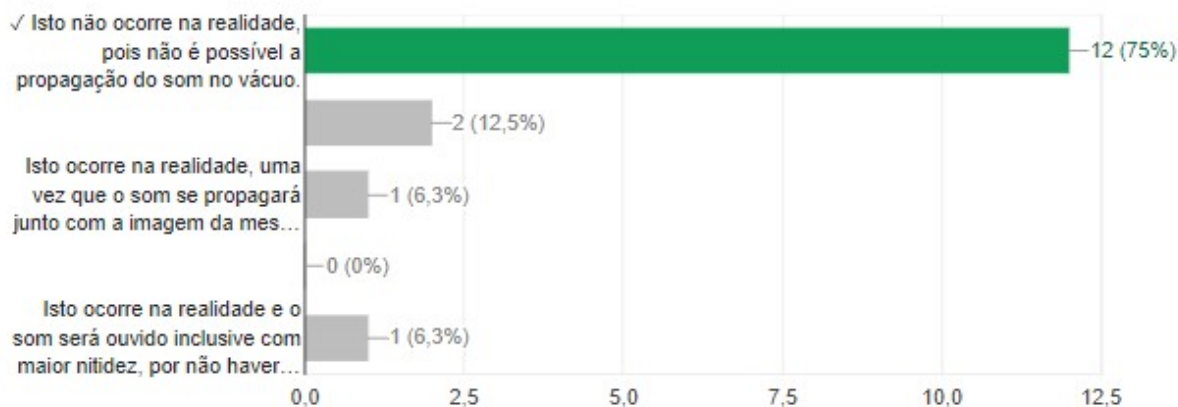
Questão 13: (UFV-MG) Em alguns filmes de ficção científica a explosão de uma nave espacial é ouvida em outra nave, mesmo estando ambas no vácuo do espaço sideral. Em relação a este fato é CORRETO afirmar que:

- a) Isto não ocorre na realidade, pois não é possível a propagação do som no vácuo.
- b) Isto ocorre na realidade, pois sendo a nave tripulada, possui em seu interior preenchido por gases.
- c) Isto ocorre na realidade, uma vez que o som se propagará junto com a imagem da mesma.
- d) Isto ocorre na realidade, pois as condições de propagação do som no espaço sideral são diferentes daquelas daqui da Terra.
- e) Isto ocorre na realidade e o som será ouvido inclusive com maior nitidez, por não haver meio material no espaço sideral.

A questão retrata o fato de uma onda sonora não se propagar no vácuo. Este assunto foi discutido com os estudantes no encontro da terceira etapa investigativa. Na Figura 117, os

dados obtidos apontam que 75% da turma, ou seja, doze alunos assinalaram a alternativa correta para a questão apresentada.

Figura 117 - Respostas da décima terceira questão do Simulado 402 EJA.



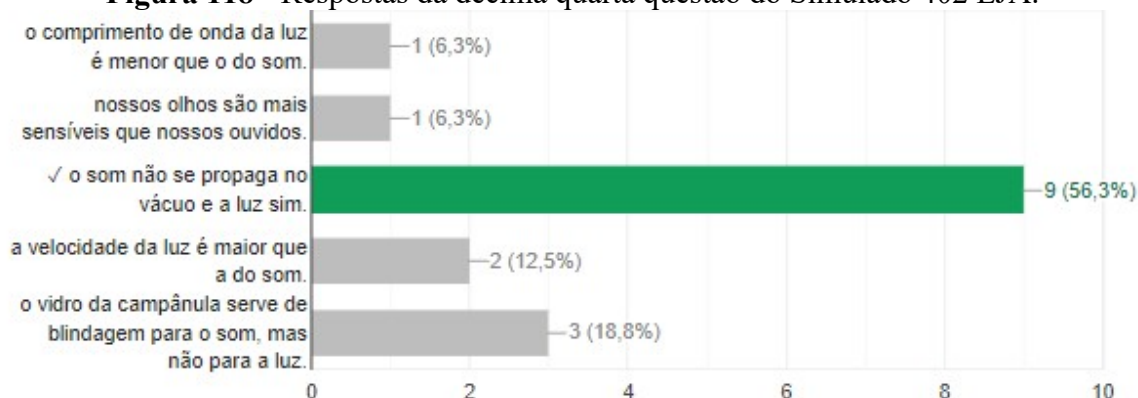
Disponível em: <<https://docs.google.com/forms/>>.

Acesso em: 24/01/2019.

Questão 14: (Vunesp-SP) Numa experiência clássica, coloca-se dentro de uma campânula de vidro onde se faz o vácuo, uma lanterna acesa e um despertador que está despertando. A luz da lanterna é vista, mas o som do despertador não é ouvido. Isso acontece porque:

- o comprimento de onda da luz é menor que o do som.
- nossos olhos são mais sensíveis que nossos ouvidos.
- o som não se propaga no vácuo e a luz sim.
- a velocidade da luz é maior que a do som.
- o vidro da campânula serve de blindagem para o som, mas não para a luz.

O objetivo desta questão está centrado no fato de a luz, por ser uma onda eletromagnética, se propagar no vácuo e o som, uma onda mecânica, não. Este assunto foi discutido ao longo da aplicação da UEPS. Os dados gráficos da Figura 118 indicam que 56,3% da turma, o que corresponde a nove alunos, forneceram a resposta correta para esta questão.

Figura 118 - Respostas da décima quarta questão do Simulado 402 EJA.

Disponível em: <<https://docs.google.com/forms/>>.

Acesso em: 24/01/2019.

Questão 15: (Vunesp-SP) Pesquisadores da UNESP, investigando os possíveis efeitos do som no desenvolvimento de mudas de feijão, verificaram que sons agudos podem prejudicar o crescimento dessas plantas, enquanto que os sons mais graves, aparentemente, não interferem no processo.

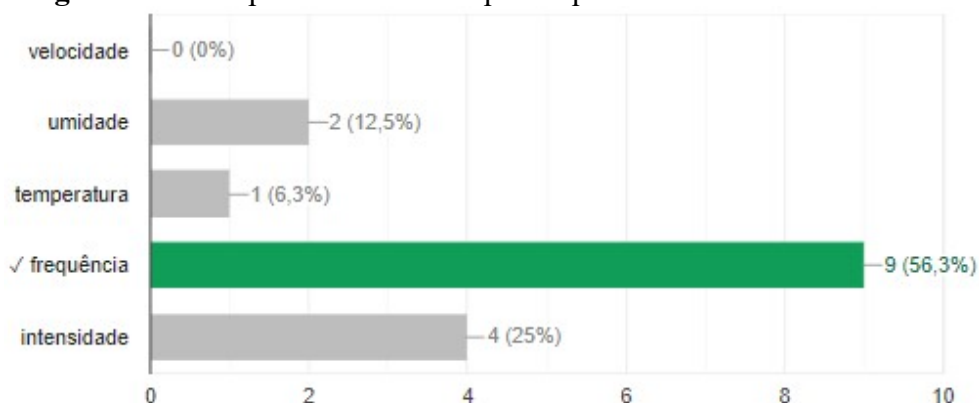
CIÊNCIA E CULTURA, 42 (7) supl: 180-1, Julho 1990.

Nesse experimento o interesse dos pesquisadores fixou-se principalmente na variável física:

- a) velocidade
- b) umidade
- c) temperatura
- d) frequência
- e) intensidade

O gráfico da Figura 119 aponta que dez alunos, ou seja, 62,5% da turma responderam corretamente a questão.

Figura 119 - Respostas da décima quinta questão do Simulado 402 EJA.



Disponível em: <<https://docs.google.com/forms/>>.

Acesso em: 24/01/2019.

De uma forma geral, foi possível observar que os alunos que realizaram esta avaliação somativa individual tiveram um bom desempenho nas questões relacionadas ao tema da UEPS, selecionadas de provas de Enem e de vestibular. Na análise das quinze questões apresentadas, verificou-se que em apenas duas delas a porcentagem de respostas incorretas foi superior à porcentagem de respostas corretas.

5.9.2. Análise do questionário sobre a avaliação da UEPS

A avaliação das etapas investigativas da UEPS visou verificar a opinião dos alunos acerca do conteúdo trabalhado, das atividades realizadas, além de sugestões sobre a aplicação da UEPS.

Figura 120 - Print screen da página inicial do Google Forms com a avaliação da UEPS.

Avaliação da UEPS

PERGUNTAS RESPOSTAS

Seção 1 de 6

AVALIAÇÃO DAS ETAPAS INVESTIGATIVAS DA UEPS

Não se esqueça: sua opinião é muito importante para este trabalho!

Nome *

Texto de resposta curta

Após a seção 1 Continuar para a próxima seção

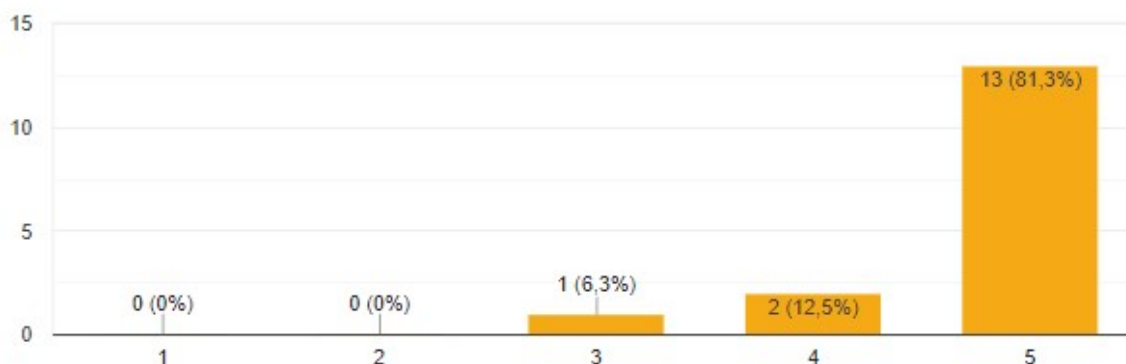
Disponível em: <<https://docs.google.com/forms/>>.

Acesso em: 24/01/2019.

Questão 1: Utilizando uma escala de 1 a 5, na qual 5 quer dizer muito interessante e 1 que dizer irrelevante, o que você achou do tema “luz na identificação de elementos químicos” trabalhado neste bimestre?

No gráfico da Figura 121, é possível verificar a opinião dos discentes sobre o tema trabalhado. A análise gráfica aponta que mais de 80% da turma, ou seja, treze alunos consideraram o tema abordado ao longo do bimestre muito interessante. Dois alunos acharam o tema interessante e um aluno atribuiu uma nota 3 em uma escala de 1 a 5.

Figura 121 - Opinião dos alunos sobre o tema luz na identificação de elementos químicos.



Disponível em: <<https://docs.google.com/forms/>>.
Acesso em: 24/01/2019.

Questão 2: Como você avalia nossos encontros para realização dos trabalhos?

O gráfico da Figura 122 indica que 100% dos discentes, isto é, dezesseis alunos avaliaram os encontros do bimestre como sendo muito satisfatórios.

Figura 122 - Opinião dos alunos sobre os encontros realizados.

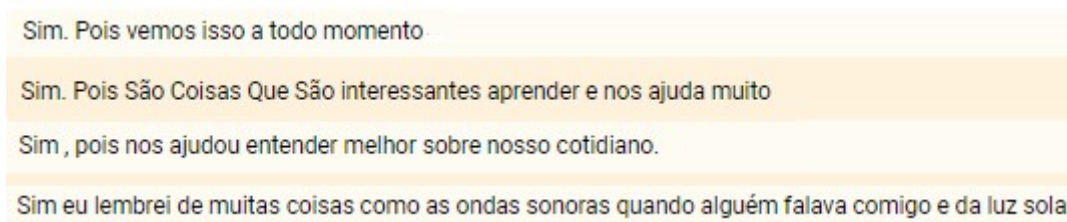


Disponível em: <<https://docs.google.com/forms/>>.
Acesso em: 24/01/2019.

Questão 3: Você visualizou nas atividades realizadas e nas aulas dadas que o assunto trabalhado tinha relação com o cotidiano? Exemplifique.

O intuito desta questão era identificar se os alunos notaram alguma relação entre as atividades realizadas e as aulas dadas com o cotidiano. Alguns comentários encontram-se destacados na Figura 123.

Figura 123 - Comentários dos alunos sobre a relação entre as atividades realizadas e as aulas dadas com o cotidiano.



Disponível em: <<https://docs.google.com/forms/>>.

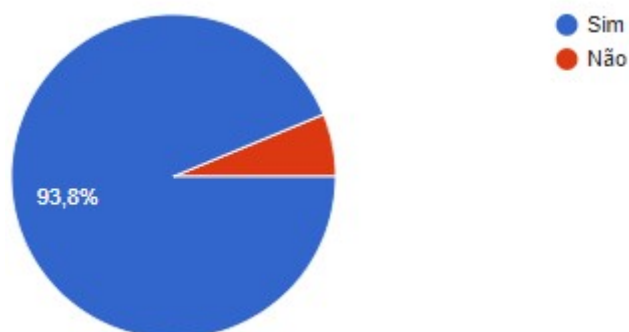
Acesso em: 24/01/2019.

Os comentários dados pelos alunos indicaram que houve uma relação dos conteúdos abordados em aula com o cotidiano dos mesmos. A contextualização dos conteúdos incentiva a aprendizagem, uma vez que instiga os alunos a pensar criticamente sobre o mundo que os cerca.

Questão 4: Ao longo das aulas você notou que houve retomada aos conteúdos abordados nas aulas anteriores?

O objetivo desta questão se refere à reconciliação integradora dos conteúdos à medida que as etapas da UEPS se concretizavam. O resultado desta questão mostrado na Figura 124 aponta que 93,8% da turma, ou seja, quinze alunos notaram a presença da retomada aos conteúdos abordados nas aulas anteriores. Um aluno indicou que não notou esta retomada aos conteúdos já trabalhados.

Figura 124 - Opinião dos alunos sobre a retomada aos conteúdos já abordados.



Disponível em: <<https://docs.google.com/forms/>>.

Acesso em: 24/01/2019.

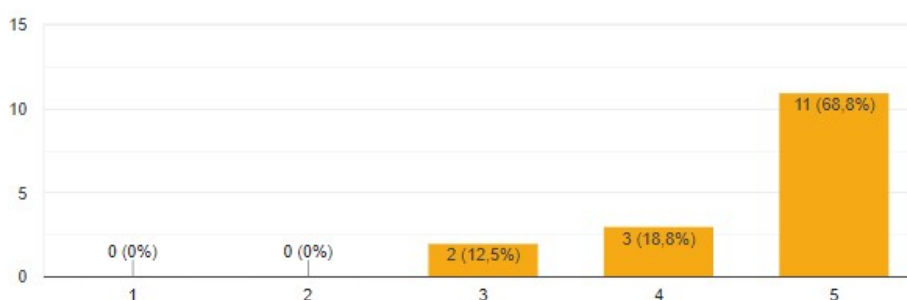
Questão 5: Das atividades relacionadas a seguir indique utilizando uma escala de 1 a 5, na qual 5 quer dizer mais gostei e 1 que dizer menos gostei, qual(is) dela(s) você mais gostou?

A opinião dos alunos com relação a cada uma das atividades realizadas no decorrer da aplicação das etapas investigativas da UEPS encontra-se devidamente indicada nos dados gráficos da Figura 125 até a Figura 134.

Figura 125 - Opinião dos alunos com relação ao estudo de caso Descobrindo os “ingredientes” que compõe o Sol.

Estudo de caso: Descobrindo os "ingredientes" que compõe o Sol 📄

16 respostas

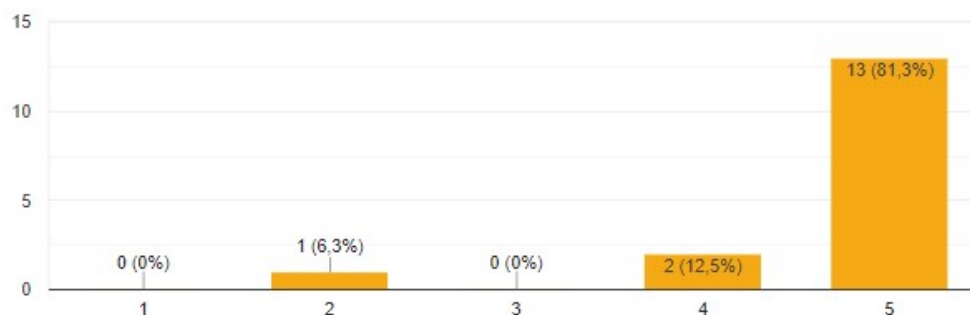


Disponível em: <<https://docs.google.com/forms/>>.

Acesso em: 24/01/2019.

Figura 126 - Opinião dos alunos com relação ao experimento Enxergando o invisível.
Experimento “Enxergando o invisível” (com o controle remoto)

16 respostas

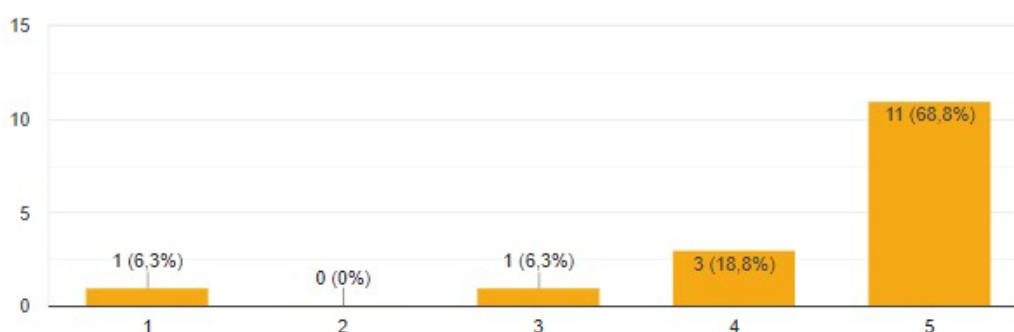


Disponível em: <<https://docs.google.com/forms/>>.
Acesso em: 24/01/2019.

Figura 127 - Opinião dos alunos com relação ao questionário com utilização do aplicativo *online Plickers*.

Questionário com utilização do aplicativo online Plickers

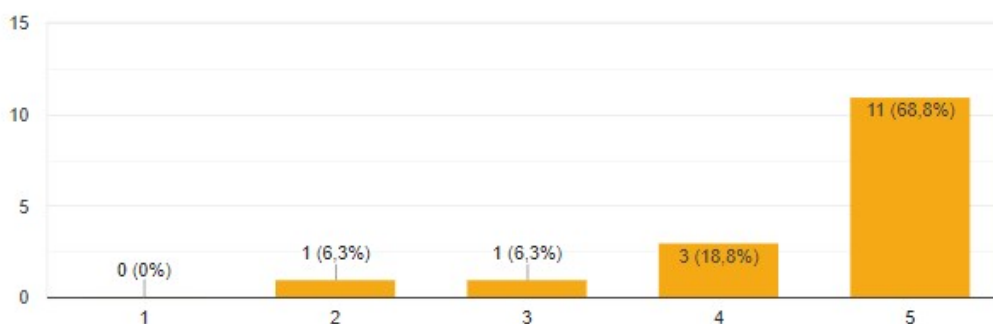
16 respostas



Disponível em: <<https://docs.google.com/forms/>>.
Acesso em: 24/01/2019.

Figura 128 - Opinião dos alunos com relação ao experimento disco de Newton.
Disco de Newton

16 respostas

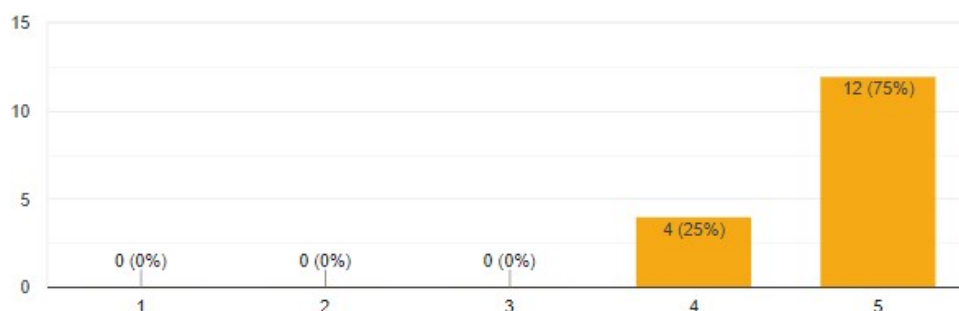


Disponível em: <<https://docs.google.com/forms/>>.
Acesso em: 24/01/2019.

Figura 129 - Opinião dos alunos com relação aos exercícios sobre a lei de Stefan e a lei de deslocamento de Wien.

Exercícios sobre a lei de Stefan e a lei de deslocamento de Wien

16 respostas

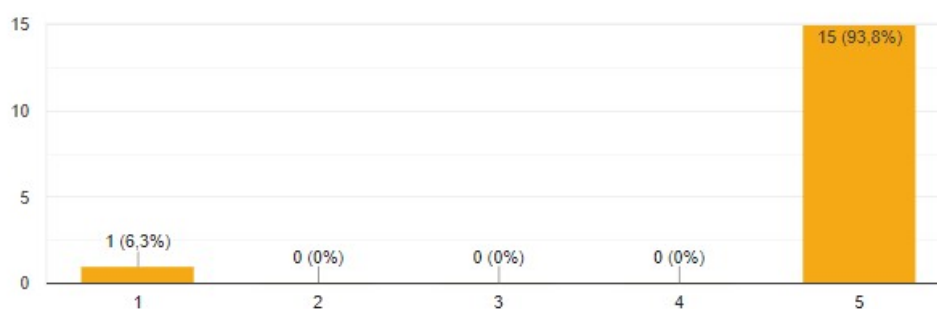


Disponível em: <<https://docs.google.com/forms/>>.

Acesso em: 24/01/2019.

Figura 130 - Opinião dos alunos com relação ao experimento teste da chama.
Experimento "Teste da chama"

16 respostas



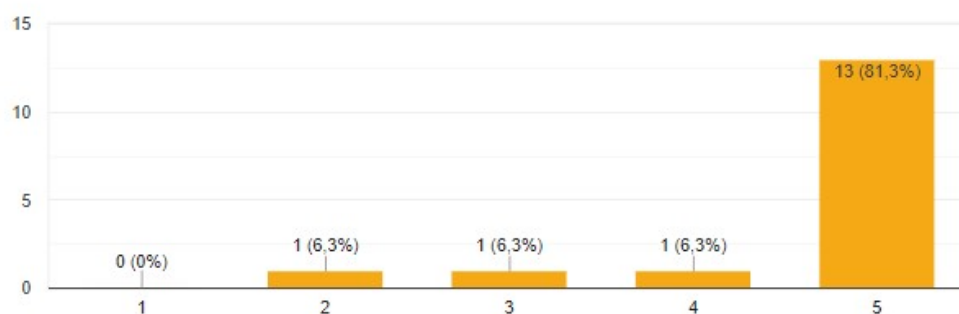
Disponível em: <<https://docs.google.com/forms/>>.

Acesso em: 24/01/2019.

Figura 131 - Opinião dos alunos com relação à simulação do *PhET* da sessão Hora da revisão!.

Simulação do PhET (gráfico da radiação térmica) da sessão "Hora da revisão"

16 respostas

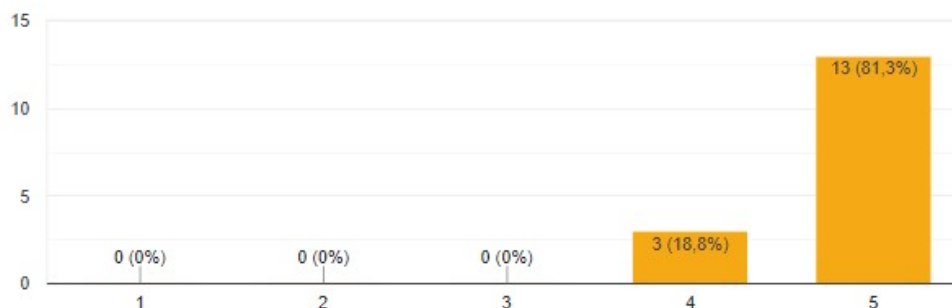


Disponível em: <<https://docs.google.com/forms/>>.

Acesso em: 24/01/2019.

Figura 132 - Opinião dos alunos com relação à atividade Escrito nas estrelas.
Atividade "Escrito nas estrelas" (identificação de elementos químicos nas estrelas)

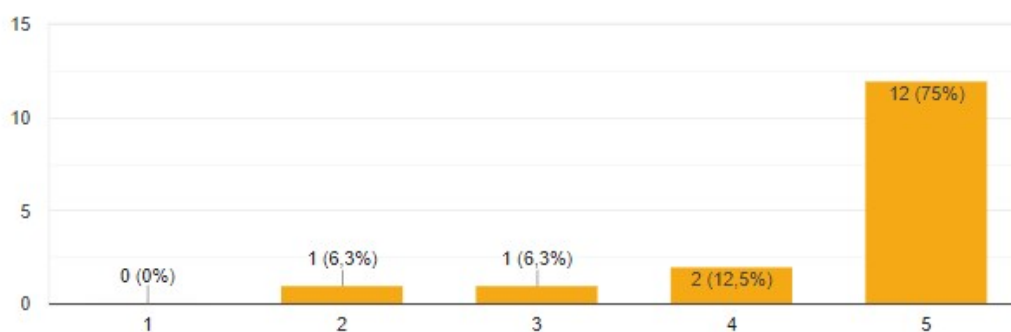
16 respostas



Disponível em: <<https://docs.google.com/forms/>>.
Acesso em: 24/01/2019.

Figura 133 - Opinião dos alunos com relação à observação dos espectros das lâmpadas.
Observação dos espectros das lâmpadas

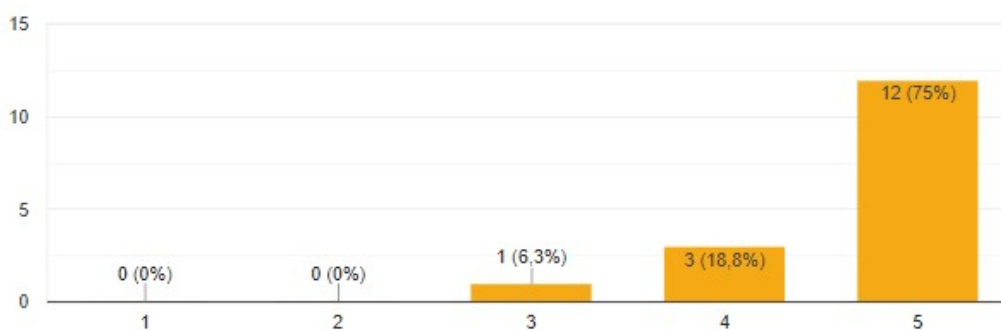
16 respostas



Disponível em: <<https://docs.google.com/forms/>>.
Acesso em: 24/01/2019.

Figura 134 - Opinião dos alunos com relação ao mapa conceitual.
Mapa conceitual

16 respostas



Disponível em: <<https://docs.google.com/forms/>>.
Acesso em: 24/01/2019.

De modo geral, a análise dos gráficos anteriores indica que os alunos gostaram bastante de todas as atividades propostas na UEPS. A atividade que eles mais gostaram, de acordo com a Figura 130, foi o teste da chama, para o qual foram atribuídas quinze notas 5, que é a pontuação máxima.

Questão 6: Qual das atividades elencadas na questão anterior, você acredita que mais lhe ajudou em seu aprendizado? Justifique.

Conforme os comentários dos discentes apresentados na Figura 135, as atividades que mais os auxiliaram em seu aprendizado foram: teste da chama, disco de Newton, enxergando o invisível e a observação dos espectros das lâmpadas. Dois alunos citaram que todas as atividades foram relevantes para a aprendizagem dos conteúdos abordados ao longo da aplicação das etapas investigativas da UEPS. Acredita-se que atividades diferenciadas, como as atividades desenvolvidas ao longo da UEPS, que fujam da forma tradicional de se ensinar Física, favorecem a aprendizagem significativa dos conteúdos em detrimento da aprendizagem mecânica.

Figura 135 - Atividades que na opinião dos alunos mais os auxiliaram em seu aprendizado.

Disco de Newton. Acredito que ajudou bastante aprender sobre as cores.
O disco de newton, quando todas as cores misturadas se transforma no branco, MT interessante
Teste da Chama
Enxergando o invisível
Experimentos com fogo
Enxergando o invisível
Todas.
O disco de newton
Teste da Chama
Enxergando o invisível
Teste da Chama
Espectros das lâmpadas, porque é uma coisa qui eu gosto
Teste da Chama
O disco de newton
Todas

Disponível em: <<https://docs.google.com/forms/>>.
Acesso em: 24/01/2019.

Questão 7: Na sua opinião, os conteúdos aprendidos foram relevantes para sua formação? Comente.

Os comentários dos alunos destacados na Figura 136 foram muito positivos quanto à relevância dos conteúdos aprendidos. Todos os alunos da turma consideraram que os conteúdos trabalhados nas aulas foram relevantes para sua formação.

Figura 136 - Opinião dos alunos sobre os conteúdos aprendidos.

Sim
Sim, muito !
Sim. Saímos de lá aprendendo muitas coisas, sobre o sol, as cores.
Sim por que aprendeu muitas coisas bacanas em sala de aula.
Sim. Aprendi Bastante coisa Que Ainda Irei usar no meu dia a dia
Sim , bastante.
Sim.
Claro, com certeza, nunca eu vou esquecer dessas aulas, foi muito importante para mim, vou até sentir saudade, no meu dia a dia eu lembro das aulas
Sim.
Sim, fica o aprendizado para sempre.
Sim
Sim, porque eles foi passado da melhor maneira
Sim aprendi mais
Sim pois tudo será posto em prática

Disponível em: <<https://docs.google.com/forms/>>.

Acesso em: 24/01/2019.

Questão 8: A maneira como as atividades foram realizadas facilitou sua compreensão dos conteúdos estudados? Justifique sua resposta.

Os comentários dos alunos a esta questão apresentados na Figura 137 indicam que os alunos se sentiram satisfeitos com a maneira como as atividades foram realizadas, facilitando, desta forma, a compreensão dos conteúdos estudados. Um dos alunos aponta que a forma como as atividades foram desenvolvidas aproximou a turma da docente, posto que houve uma maior interação entre os alunos e a professora, além de uma maior participação dos discentes

nas aulas. Também é possível visualizar nos comentários alguns elogios no que se refere ao modo como a docente explicou os conteúdos.

Figura 137 - Opinião dos alunos sobre a maneira como as atividades foram realizadas.

Sim
Sim !
Sim. Pois foi uma forma mais fácil e mais divertida de estudar.
Foi bom , porque só passou coisas que nunca tinha visto!
Sim. Pois A turma interagiu muito mais com a professoras e fizemos muito mais perguntas pra tirar nossas dúvidas
Sim, para que possamos entender de uma maneira melhor.
Sim, na prática foi aonde realmente vemos os acontecimentos.
Sim !
Sim.
Sim, porquê a minha professora explica muito bem, várias atividades bem explicadas facilitou bastante mas não foi facil
Sim por que eu aprendi mais.
Sim por que foi muito bem explicadas
Sim, porque a professora explicou tudo.
Otima professora
Sim.. a professora e bem desenvolta .

Disponível em: <<https://docs.google.com/forms/>>.
Acesso em: 24/01/2019.

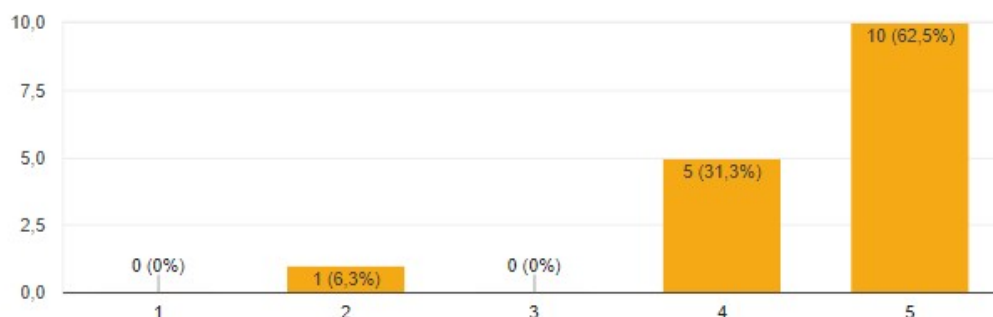
Questão 9: Utilizando uma escala de 1 a 5, onde 1 quer dizer tive muita dificuldade em aprender e 5 quer dizer compreendi muito bem, como você avalia sua compreensão dos conteúdos listados abaixo:

De uma forma geral, os alunos compreenderam satisfatoriamente os conteúdos abordados na aplicação da UEPS, conforme é possível visualizar nos gráficos da Figura 138 até a Figura 147. O conteúdo que teve o maior índice de nota máxima com valor 5, que quer dizer compreendi muito bem, foi luz visível, cores e o fenômeno da reflexão.

Figura 138 - Compreensão do conceito de onda e principais características das ondas pelos alunos.

Conceito de onda e principais características das ondas

16 respostas



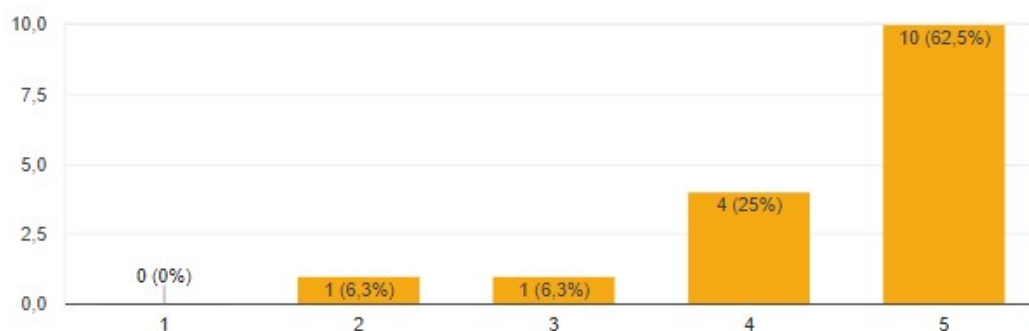
Disponível em: <<https://docs.google.com/forms/>>.

Acesso em: 24/01/2019.

Figura 139 - Compreensão sobre ondas mecânicas e eletromagnéticas pelos alunos.

Ondas mecânicas e eletromagnéticas

16 respostas



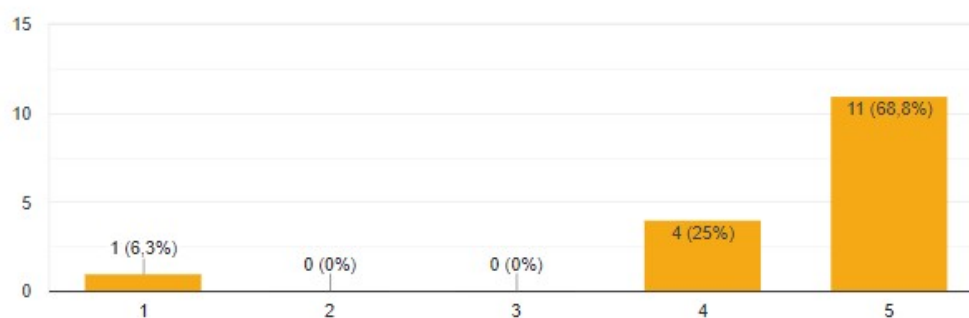
Disponível em: <<https://docs.google.com/forms/>>.

Acesso em: 24/01/2019.

Figura 140 - Compreensão do espectro eletromagnético e sua divisão pelos alunos.

Espectro eletromagnético e sua divisão (ondas de rádio, microondas, infravermelho, luz visível, ultravioleta, raios-X e raios gama)

16 respostas

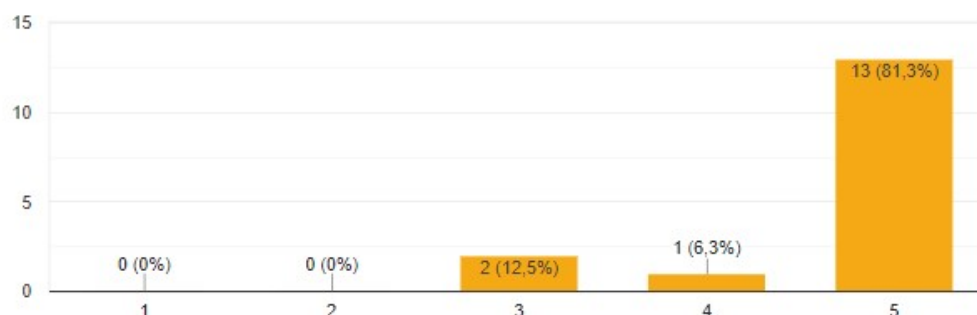


Disponível em: <<https://docs.google.com/forms/>>.

Acesso em: 24/01/2019.

Figura 141 - Compreensão sobre luz visível, cores e o fenômeno da reflexão pelos alunos.
Luz visível, cores e o fenômeno da reflexão

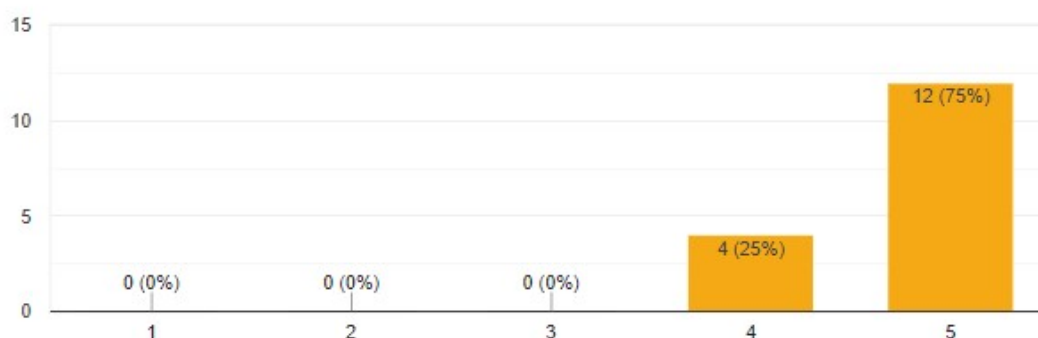
16 respostas



Disponível em: <<https://docs.google.com/forms/>>.
Acesso em: 24/01/2019.

Figura 142 - Compreensão da relação entre cor e temperatura pelos alunos.
Relação cor e temperatura (conceito de radiação térmica, corpos negros)

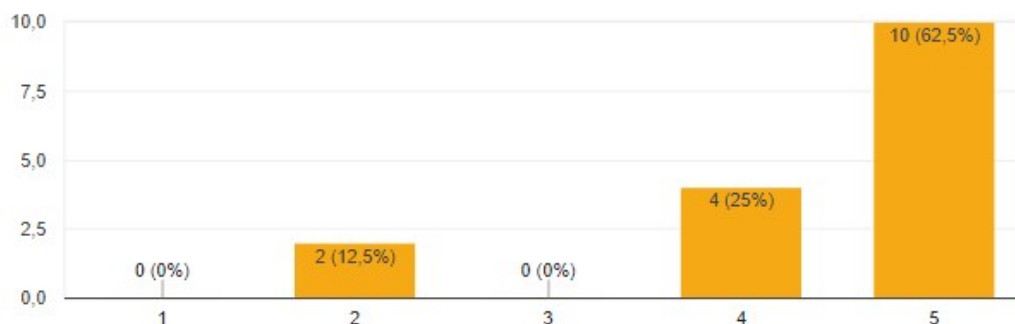
16 respostas



Disponível em: <<https://docs.google.com/forms/>>.
Acesso em: 24/01/2019.

Figura 143 - Compreensão das curvas espectrais da radiação térmica pelos alunos.
Curvas espectrais da radiação térmica

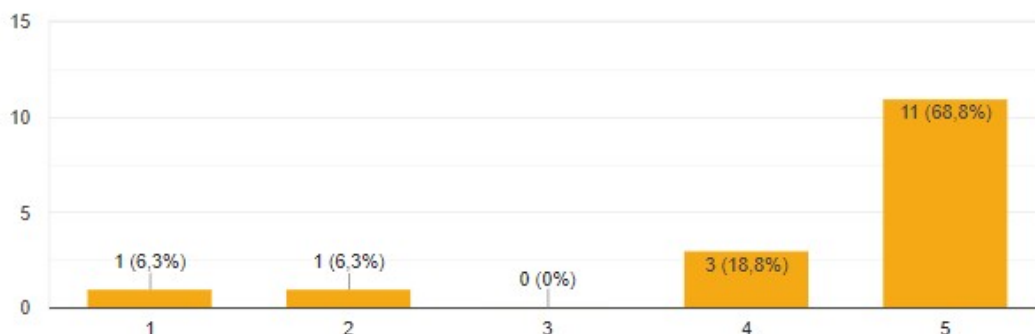
16 respostas



Disponível em: <<https://docs.google.com/forms/>>.
Acesso em: 24/01/2019.

Figura 144 - Compreensão da lei do deslocamento de Wien pelos alunos.
Lei do deslocamento de Wien

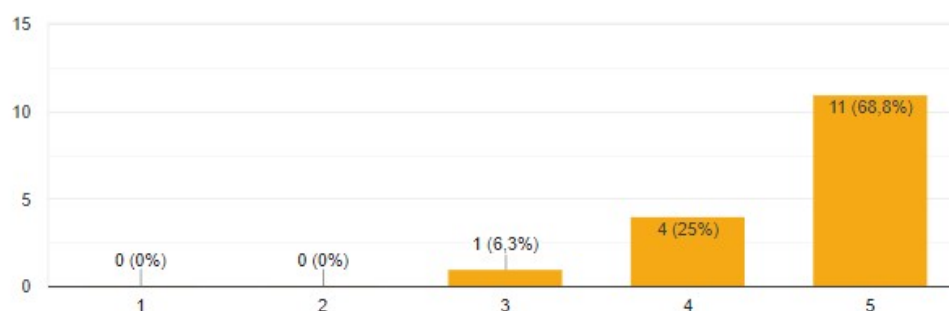
16 respostas



Disponível em: <<https://docs.google.com/forms/>>.
Acesso em: 24/01/2019.

Figura 145 - Compreensão da lei de Stefan pelos alunos.
Lei de Stefan

16 respostas

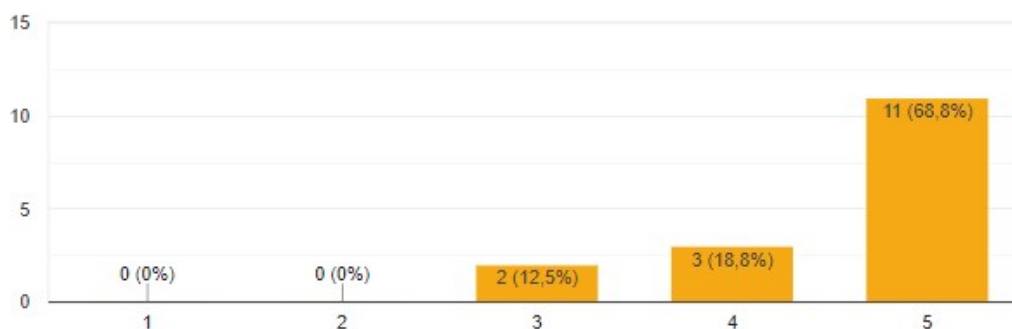


Disponível em: <<https://docs.google.com/forms/>>.
Acesso em: 24/01/2019.

Figura 146 - Compreensão dos espectros atômicos e da diferença entre espectros de emissão e de absorção pelos alunos.

Espectros atômicos e diferença entre espectros de emissão e absorção

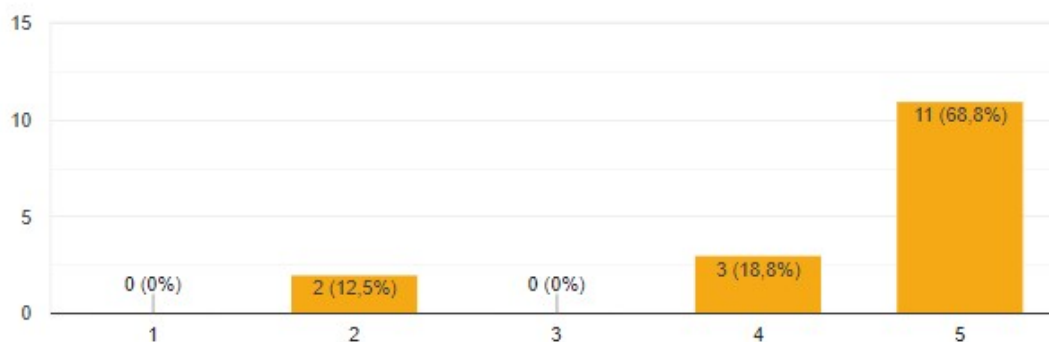
16 respostas



Disponível em: <<https://docs.google.com/forms/>>.
Acesso em: 24/01/2019.

Figura 147 - Compreensão do modelo atômico de Niels Bohr pelos alunos.
Modelo atômico de Niels Bohr

16 respostas



Disponível em: <<https://docs.google.com/forms/>>.
Acesso em: 24/01/2019.

Questão 10: O que você acredita que poderia ter melhorado ao longo das aulas? Registre aqui alguma sugestão ou comentário sobre as aulas e as atividades desenvolvidas neste bimestre.

A Figura 148 apresenta alguns comentários e sugestões sobre as aulas e as atividades desenvolvidas ao longo do bimestre.

Figura 148 - Sugestões/comentários dos alunos sobre as aulas e as atividades desenvolvidas no bimestre.

Nada, excelente aula ❤️

Foi tudo muito bom. Gostei bastante da forma em que aprendemos com as aulas.

Foi bom pra todos porque nesse bimestre nem escrevemos muito foi só em slayd em fim foi ótimo esse bimestre!

Pode por mais coisas pra chamar mais a Atenção Do Aluno tanto para o Slide Quanto para a explicação

Bom , foi tudo muito perfeito, aprendi muito sobre elementos químicos.

Nada, és a melhor professora. ❤️

Mais aulas

Poderia ser mais aulas pratica

O conteúdo é muito bom, estou muito satisfeito pois aprendi muitas coisas com essas aulas, agradeço muito a professora Rafaela por ter tido paciência pra ensinar todos nós.

Nada foi tudo ótimo.

Na minha opinião as aulas foram excelentes não mudaria nada, quando o professor(a) sabe explicar isso facilita e ajuda demais os alunos .

Nada

Os horários só

Acho q nada pois foi tudo muito bem explicado.

Ótimo

Mais tempo de aula

Disponível em: <<https://docs.google.com/forms/>>.

Acesso em: 24/01/2019.

Os comentários dos alunos sobre as aulas foram muito positivos, nos quais podem ser identificados alguns elogios no que se refere à forma como os conteúdos foram explicados pela professora/pesquisadora, facilitando a aprendizagem. Alguns alunos evidenciaram que não mudariam nada com relação às aulas dadas. Um aluno sugeriu que poderia haver mais aulas práticas. De um modo geral, a avaliação da UEPS feita pelos alunos foi bastante satisfatória.

Neste contexto, é possível inferir que a UEPS foi considerada exitosa e que o produto educacional desenvolvido neste trabalho pode ser considerado um material potencialmente significativo, devido aos bons resultados alcançados nas atividades aplicadas e aos indícios de aprendizagem significativa verificados na análise dos dados coletados.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste trabalho foi elaborado um produto educacional com enfoque interdisciplinar, estruturado como uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS), visando contribuir para a promoção da aprendizagem de conceitos de Física e de Química relacionados ao tema luz na identificação de elementos químicos.

A sequência didática foi construída sobre os pilares da Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel, considerando-se os princípios da diferenciação progressiva e da reconciliação integradora nas atividades desenvolvidas.

Além destes princípios, pode-se destacar a interdisciplinaridade como eixo norteador na programação dos conteúdos relacionados ao tema em questão, não apenas como uma proposta teórica, mas, sobretudo como uma prática (SANTOMÉ, 1998, p. 66).

Neste contexto, a elaboração deste material foi realizada de acordo com as habilidades e competências encontradas no Currículo Mínimo das disciplinas de Física e de Química do Estado do Rio de Janeiro voltado para o público da EJA, alinhadas com o tema em questão.

Na perspectiva humanista de Novak, também foram levadas em conta as especificidades e as características do público atendido pela modalidade de Educação de Jovens e Adultos (EJA), que por vezes é um público tão discriminado pelo sistema educacional brasileiro e até mesmo pela própria escola.

A escolha de se desenvolver um produto educacional voltado pelo público EJA deu-se pelo fato de a professora/pesquisadora já atuar nesta modalidade tanto na disciplina de Física quanto na disciplina de Química, além da escassez de trabalhos relacionados à EJA que auxiliem o professor em sua prática docente.

A sequência didática foi aplicada no segundo bimestre do ano letivo de 2018, em uma turma do módulo IV (turma 402) da modalidade EJA de ensino do período noturno do Colégio Estadual Benta Pereira, localizado no município de Campos dos Goytacazes/RJ.

Na aplicação da UEPS foram utilizadas diversas estratégias e ferramentas didáticas, dentre as quais se destacam: mapa conceitual, estudo de caso interdisciplinar, vídeos, atividades experimentais, aulas expositivas dialogadas, simulações computacionais interativas e aplicativos móveis.

No que se refere ao levantamento das concepções prévias dos discentes realizado de forma gradual e interativa na primeira etapa investigativa, foram detectadas ideias-âncora relevantes que direcionaram as ações posteriores da investigação. Na externalização dos

subsunçores, nenhum estudante indicou a relação entre a matéria e o átomo, apesar de um aluno citar a partícula subatômica elétron como um tipo de material. Além disso, os alunos associaram corretamente a presença de elementos químicos específicos à composição de alguns objetos utilizados em seu cotidiano, tais como: painéis, fios, ponte, dentre outros.

O estudo de caso interdisciplinar *Descobrimos os “ingredientes” que compõem o Sol* utilizado na segunda etapa investigativa se destacou como um eficaz organizador prévio, atuando como ponte cognitiva, em nível introdutório, entre os subsunçores dos discentes e os novos conceitos a serem aprendidos. Na retomada às situações-problema propostas no estudo de caso, ao longo da quarta etapa investigativa, verificou-se o desenvolvimento conceitual e o progresso dos grupos nas novas respostas dadas. No primeiro contato dos grupos com o estudo de caso, os alunos apontaram que a composição do Sol estava relacionada ao calor/luz/fogo e que era possível conhecê-la por meio de viagem espacial/pesquisa/sonda espacial. Nas novas respostas obtidas, todos os grupos mencionaram que o Sol é constituído de elementos químicos (principalmente hélio e hidrogênio) e destacaram a luz solar como informação por intermédio da qual se conhece sua composição.

No que concerne à avaliação da aprendizagem dos conceitos sobre a natureza das ondas com auxílio do aplicativo *online Plickers*, a turma 402 EJA obteve um rendimento total de 74%, havendo uma maior porcentagem de respostas corretas do que incorretas em todas as cinco questões apresentadas. O uso do *Plickers* proporcionou maior dinamicidade ao processo avaliativo, além de fornecer um *feedback* imediato das respostas. Outra vantagem do aplicativo é que, a partir dos dados obtidos, foi possível observar quais tópicos abordados tiveram um melhor entendimento pela turma e quais deveriam ser retomados com maior ênfase nas próximas aulas.

Outra ferramenta avaliativa utilizada foram os mapas conceituais que se configuraram como potenciais estratégias na busca de indícios de aprendizagem significativa, expressando a organização e diferenciação dos conceitos abordados na estrutura cognitiva dos estudantes. A forma cooperativa com que os mapas foram construídos instigou o interesse e a participação dos alunos na execução dos mesmos.

As atividades experimentais desenvolvidas no decorrer da aplicação da UEPS, tais como *Enxergando o invisível* (com a utilização de controle remoto), a confecção do disco de Newton, o *Teste da Chama* e a observação dos espectros de diferentes fontes de luz contribuíram significativamente para a compreensão e para a contextualização de conceitos

relativos à espectroscopia, além de evidenciarem a predisposição para aprender, que é uma das condições para a ocorrência da aprendizagem significativa (MOREIRA; MASINI, 2001).

A avaliação somativa individual contendo questões de Enem e de vestibular realizada na última etapa investigativa indicou uma boa compreensão por parte dos discentes dos conceitos relacionados ao tema luz na identificação de elementos químicos, posto que na análise das quinze questões apresentadas, verificou-se que em apenas duas delas a porcentagem de respostas incorretas foi superior à porcentagem de respostas corretas. Apesar de não haver uma preocupação com a preparação para o Enem e/ou vestibular, os alunos da turma 402 EJA mostraram engajamento na realização da atividade e um bom desempenho frente às questões previamente selecionadas.

A análise dos dados coletados ao longo da UEPS apresentou resultados positivos alcançados nas etapas investigativas aplicadas, possibilitando visualizar o maior interesse e participação dos discentes na realização das atividades. Os estudantes demonstraram boa receptividade frente à UEPS, além de predisposição para aprender os conteúdos, que é uma das condições para a ocorrência da aprendizagem significativa, facilitando, desta forma, a aquisição de significados de conceitos necessários à compreensão do tema abordado.

A partir dos resultados satisfatórios alcançados, pode-se inferir que a UEPS foi considerada exitosa e que o material didático desenvolvido neste trabalho pode ser considerado um material potencialmente significativo.

Finalmente, espera-se que o produto educacional desenvolvido seja utilizado por outros docentes, podendo ser adaptado, quando necessário, com a finalidade de atender às expectativas tanto dos alunos quanto do professor. Além disso, almeja-se que a aplicabilidade da UEPS com o tema luz na identificação de elementos químicos possa ser estendida a outras modalidades de ensino, como por exemplo, o nível médio regular, reforçando, assim, a potencialidade desta estratégia.

REFERÊNCIAS

ALLCHIN, D. *From Rhetoric to Resources: New Historical Problem-Based Case Studies for Nature of Science Education*. 1ª Conferencia Latino Americana do International History, Philosophy, and Science Teaching Group. Atas da Conferência Latino Americana do International History, Philosophy, and Science Teaching Group (Impresso), 2010.

ALMEIDA, F. C.; SOUZA, A. R.; URENDA, P. A. *Mapas conceituais: avaliando a compreensão dos alunos sobre o experimento do efeito fotoelétrico*. IV Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 2004.

ALVES, A. B. et al. *Ciências da natureza e suas tecnologias*. Módulo 4, volumes 1 e 2. Fundação CECIERJ, 2013. Disponível em: <<http://projetoeduc.cecierj.edu.br/eja.php>>. Acesso em 21 de fevereiro de 2018.

ALVES, A. J. *O planejamento de pesquisas qualitativas em educação*. Cad. Pesq., São Paulo (77): 53-61, maio 1991.

ANDRÉ, M. *O que é um estudo de caso qualitativo em educação*. Revista da FAEEBA – Educação e Contemporaneidade, Salvador, v. 22, n. 40, p. 95-103, jul./dez. 2013.

ARROYO, M. *Educação de Jovens e Adultos: um campo de direitos e de responsabilidade pública*. In: GIOVANETTI, M. A., GOMES, N. L.; SOARES, L. (Org.). *Diálogos na Educação de Jovens e Adultos*. Belo Horizonte, MG: Autêntica, 2006, p.19-50.

AUSUBEL, D. P. *Educational psychology: a cognitive view*. New York: Holt, Rinehart and Winston, 1968.

_____. *The psychology of meaningful verbal learning*. New York: Grune and Stratton, 1963.

AUSUBEL, D. P.; NOVAK, J. D.; HANESIAN, H. *Psicología educativa: un punto de vista cognoscitivo*. México, DF: Trillas. Traducción de la segunda edición de Educational psychology: A cognitive view, 1983. In: MOREIRA, M. A. *Subsídios teóricos para o professor pesquisador em ensino de ciências: Comportamentalismo, Construtivismo e Humanismo*. Porto Alegre, 2009b.

BARDIN, L. *Análise de Conteúdo*. 5. ed. Lisboa: edições 70, 2009.

BEANE, J. A. *Integração curricular: a essência de uma escola democrática*. Currículo sem Fronteiras, v. 3, n. 2, 2003.

BERELSON, B. *Content analysis in communication research*. Nova Iorque, Univ. Press, 1952, Hafner Publ. Co., 1971.

BOCCHI, N.; FERRACIN, L. C.; BIAGGIO, S. R. *Pilhas e baterias: funcionamento e impacto ambiental*. Química Nova na Escola, nº 11, maio 2000.

BRASIL. Congresso Nacional. Ministério da Educação e Cultura (MEC) – Secretaria de Educação Básica. *Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio*. Brasília: DF, 2002.

_____. *Constituição Federal de 1988*. Promulgada em 5 de outubro de 1988. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm>. Acesso em: 21 de fevereiro de 2018.

_____. Lei nº. 5.692, de 11 de agosto de 1971. *Fixa Diretrizes e Bases para o ensino de 1º e 2º graus, e dá outras providências*. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 12 ago. 1971.

_____. Lei nº. 9.394, de 20 de dezembro de 1996. *Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional*. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 23 dez. 1996.

_____. Ministério da Saúde. Lei nº 1944, de 14 de agosto de 1953. *Torna obrigatória a iodetação do sal de cozinha destinado a consumo alimentar nas regiões bocígenas do país*. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 20 ago. 1953.

_____. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. *Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio (PCNEM)*. Brasília: MEC, 2000.

BUZAN, T.; BUZAN, B. *The mind map book*. New York: Dutton Books, 1994.

CALDAS, R. L. *A utilização de mapas conceituais no estudo de física no ensino médio: uma proposta de implementação*. Dissertação (Mestrado Profissionalizante em Ensino de Ciências) – Instituto de Física, Universidade de Brasília, 2006.

CAMPOS, E. L. F.; OLIVEIRA, D. A. *A infrequência dos alunos adultos trabalhadores, em processo de alfabetização, na Universidade Federal de Minas Gerais*. Dissertação (Mestrado

em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2003.

CARVALHO, W. P. *Campos depois do Centenário*. 1. ed. Campos dos Goytacazes: Damandá Artes Gráficas, 1991.

CHASSOT, A. I. *A ciência através dos tempos*. São Paulo: Moderna, 1995.

CODATO, A. N. *O golpe de 1964: luta de classes no Brasil – a propósito de “Jango”, de Silvio Tendler*. Revista Espaço Acadêmico, Maringá, PR, n. 36, maio 2004.

CONSELHO NACIONAL DE EDUCAÇÃO. Câmara de Educação Básica. Parecer CNE/CEB nº. 11, de 10 de maio de 2000. *Diretrizes Curriculares para a Educação de Jovens e Adultos*. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 9 jun. 2000.

DI PIERRO, M. C.; JOIA, O. ; RIBEIRO, V. M. *Visões da educação de jovens e adultos no Brasil*. Caderno Cedes, Campinas, SP, n. 55, p. 58-77, 2001.

EISBERG, R.; RESNICK, R. *Física Quântica – Átomos, Moléculas, Sólidos, Núcleos e Partículas*. Rio de Janeiro: Campus, 1979.

FAZENDA, I. C. A. *A academia vai à escola*. Campinas: Papirus, 1994.

_____. *Integração e interdisciplinaridade no ensino brasileiro: efetividade ou ideologia?* São Paulo: Loyola, 1992.

_____. *O que é Interdisciplinaridade?* São Paulo: Editora Cortez, 2008.

FELTRE, R. *Química Geral*. São Paulo: Moderna, v. 1, 6 ed., 2004.

FERRARI, S. C; AMARAL, S. *O aluno de EJA: jovem ou adolescente Alfabetização Solidária*, São Paulo, v. 5, n. 5, p. 7-14, 2005.

FILGUEIRAS, C. A. L. *A espectroscopia e a Química: da descoberta de novos elementos ao limiar da teoria quântica*. Revista Química Nova na Escola, nº 3, maio de 1996.

FOUREZ, G. *Crise no Ensino de Ciências?* Investigações em Ensino de Ciências, v. 8, n. 2, p. 109-123, 2003.

FRIEDRICH, et al. *Trajetória da escolarização de jovens e adultos no Brasil: de plataformas de governo a propostas pedagógicas esvaziadas*. Ensaio: aval. pol. públ. Educ., Rio de Janeiro, v. 18, n. 67, p. 389-410, abr./jun. 2010.

GADOTTI, M.; ROMÃO, J. E. *Educação de jovens e adultos: teoria prática e proposta*. São Paulo: Cortez, 8 ed., 2006.

GALLO, S. *Conhecimento, Transversalidade e Currículo*. Revista de Educação. n. 1, Campinas: SINPRO, 2000.

GARCIA, J. *Interdisciplinaridade, tempo e currículo*. São Paulo: PUC, tese de doutorado, 2000.

HALLIDAY, D.; RESNICK, R.; WALKER, J. *Fundamentos da Física: Gravitação, Ondas e Termodinâmica*. Rio de Janeiro: LTC – Livros Técnicos e Científicos Editora S.A., 8ª ed., v. 2, 2009.

_____. *Fundamentos da Física: Óptica e Física Moderna*. Rio de Janeiro: LTC – Livros Técnicos e Científicos Editora S.A., 8ª ed., v. 4, 2009.

HERREID, C. F. *What makes a good case?* Journal of College Science Teaching, v. 27, n. 3, p. 163-169, 1998.

HILGER, T. R.; GRIEBELER, A. *Uma proposta de Unidade de Ensino Potencialmente Significativo utilizando mapas conceituais*. Investigações em Ensino de Ciências – V18(1), pp. 199-213, 2013.

JAPIASSÚ, H. *A atitude interdisciplinar no sistema de ensino*. Rio de Janeiro: Tempo Brasileiro, v. 108, 1992.

_____. *A questão da interdisciplinaridade*. Revista Paixão de Aprender, n. 8, 1994.

_____. *Interdisciplinaridade e patologia do saber*. Rio de Janeiro: Imago, 1976.

KNOBEL, M.; MEDEIROS-NETO; G. *Moléstias associadas à carência crônica de iodo*. Arq. Bras. Endocrinol. Metab., v. 48, n. 1, fev. 2004.

KRASILCHIK, M. O professor e o currículo das ciências. São Paulo: EPU, 1987. In: SANTOS, P. O., et al. *O ensino de Ciências Naturais e Cidadania sob a ótica de professores inseridos no programa de aceleração de aprendizagem da EJA - Educação de Jovens e Adultos*. Ciência & Educação, v. 11, n. 3, p. 411-426, 2005.

KRASILCHIK, M. *Reformas e realidade: o caso do ensino das ciências*. São Paulo em Perspectiva, São Paulo, v. 14, n. 1, p. 85-93, mar. 2000.

LEITE, D. de O.; PRADO, R. J. *Espectroscopia no infravermelho: uma apresentação para o Ensino Médio*. Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 34, n. 2, 2504, 2012.

LINHARES, M. P.; REIS, E. M. *Educando Jovens e Adultos para a Ciência com Tecnologias Estudos de caso como estratégia de ensino na formação de professores de física*. Ciência e Educação, v.14, n.3, p. 555-74, 2008.

LOPEZ, F. L.; MENEZES, N. A. *Reprovação, Avanço e Evasão Escolar no Brasil*. Pesquisa e Planejamento Econômico, v. 32, n. 3, 2002.

LÜCK, H. *Pedagogia interdisciplinar: fundamentos teórico-metodológicos*. Petrópolis: Vozes, 1995.

MACHADO, M. A.; OSTERMANN, F. *Unidades didáticas para formação de docentes das séries iniciais do ensino fundamental*. Porto Alegre: UFRGS, Instituto de Física, Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física, 2006.

MALDANER, O.; ZANON, L. B. Situação de Estudo: uma organização do ensino que extrapola a formação disciplinar em Ciências. In: MORAES, R. & MANCUSO, R. *Educação em ciências: produção de currículos e formação de professores*. Ijuí: Editora Unijuí, 2004.

MASTERS, G. M. *Introduction to enviromental engineering and science*. 2nd. ed. New Jersey: Prentice-Hall, 1997.

MINAYO, M. C. de S. *Pesquisa social: teoria método e criatividade*. Petrópolis, RJ: Vozes, 17ª ed., 1994.

MOREIRA, M. A. *Aprendizagem significativa em mapas conceituais*. Porto Alegre: UFRGS, Instituto de Física, 2013.

_____. *Unidades de Enseñanza Potencialmente Significativas – UEPS*. *Aprendizagem Significativa em Revista/Meaningful Learning Review*, 1(2), 43-63, 2011.

_____. *Mapas conceituais e aprendizagem significativa*. *Cadernos de Aplicação*, Porto Alegre, v. 11, n.2, p. 143-156, 1998.

_____. *Subsídios metodológicos para o professor pesquisador em ensino de ciências – Pesquisa em Ensino: Aspectos Metodológicos*. Porto Alegre, 2009a.

_____. *Subsídios teóricos para o professor pesquisador em ensino de ciências: Comportamentalismo, Construtivismo e Humanismo*. Porto Alegre, 2009b.

_____. *Subsídios teóricos para o professor pesquisador em ensino de ciências: A Teoria da Aprendizagem Significativa*. Porto Alegre, 2009c.

_____. *O que é afinal aprendizagem significativa?* Aula Inaugural do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Naturais, Instituto de Física, Universidade Federal do Mato Grosso, Cuiabá, MT, 23 de abril de 2002.

MOREIRA, M. A.; BUCHWEITZ, B. *Novas estratégias de ensino e aprendizagem: os mapas conceituais e o Vê epistemológico*. Lisboa: Plátano Edições Técnicas, 1993.

MOREIRA, M. A.; MASINI, E. F. S. *Aprendizagem significativa: a teoria de David Ausubel*. São Paulo: Centauro, 2001.

MOREIRA, M. A., CABALLERO, M. C. e RODRÍGUEZ, M. L. *Aprendizagem significativa: um conceito subjacente*. *Actas del Encuentro Internacional sobre el Aprendizaje Significativo*. Burgos, España. pp. 19-44, 1997.

MORIN, E. *A cabeça bem-feita: repensar a reforma, reformar o pensamento*. 7 ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2002.

MOTA, R. da S. *Aprendizagem do Adulto e Correspondentes Metodologias*. Trabalho de conclusão de curso (especialização em Educação de Jovens e Adultos). Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Educação, 2009.

NEWTON, I. *A letter of Mr. Isaac Newton, professor of the Mathematicks in the University of Cambridge; containing his new theory about light and colours; sent by the author to the publisher from Cambridge, Febr. 6. 1671/72; in order to be communicated to the R. Society*, Philosophical Transactions of the Royal Society, v.6, n.80, p. 3075-3087, 1672.

NOVAK, J. D.; GOWIN, D. B. *Aprender a Aprender*. Lisboa: Plátano Edições Técnicas, 1996.

_____. *Learning how to learn*. New York: Cambridge University Press, 1989.

NOVAK, J. D. *Uma teoria de educação*. Tradução de Marco Antonio Moreira e apresentação de Ralph Tyler. São Paulo: Pioneira, 1981.

_____. *The learning theory of David Ausubel as na alternative framework for organizing the teaching of Language and Literature*. Dissertação de mestrado não publicada. Ithaca: Cornell University, 1977.

NUSSENZVEIG, H. M. *Curso de Física Básica*. São Paulo: Editora Blucher, vol. 4, 1ª ed., 1998.

OLIVEIRA, R. A. de; SILVA, A. P. B. da. *William Herschel, os raios invisíveis e as primeiras ideias sobre radiação infravermelha*. Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 36, n. 4, 4603, 2014.

ONTORIA, A., DE LUQUE, A.; GÓMEZ, J. P. R. *Aprender com mapas mentais*. São Paulo: Madras, 2004.

ORNELLAS, L. H. *Técnica dietética: seleção e preparo de alimentos*. 7. ed. São Paulo: Editora Metha, 2001.

OSTERMANN, F.; MOREIRA, M. A. *Atualização do currículo de Física na escola de nível médio: um estudo dessa problemática na perspectiva de uma experiência em sala de aula e da formação inicial de professores*. Caderno Catarinense de Ensino de Física, v. 18, n. 2: p. 135-151, ago. 2001.

_____. *Física contemporânea em la escuela secundaria: una experiencia en el aula involucrando formación de profesores*. Enseñanza de las ciencias, v. 18, n. 3., p. 391-404, Barcelona: 2000.

PAIVA, V. *Educação popular e educação de adultos*. São Paulo: Loyola, v. 1, 1973.

PETRAGLIA, I. C. *Interdisciplinaridade o cultivo do professor*. São Paulo: Pioneira, 1993.

POUBEL, C. M. de S.; PINHO, L. G.; CARMO, G. T. do. *Uma arena de tensões: a história da EJA ao PROEJA*. Cadernos de História da Educação, v. 16, n. 1, p. 125-140, jan-abr. 2017.

P.P.P. (Projeto Político Pedagógico) do Colégio Estadual Benta Pereira do ano de 2018.

RIO DE JANEIRO. *Currículo Mínimo do estado do Rio de Janeiro – EJA (Educação de Jovens e Adultos)*. Disciplina de Física. SEEDUC-RJ: 2013. Disponível em: <[http://www.rj.gov.br/web/seeduc/exibeconteudo?article-id= 5687863](http://www.rj.gov.br/web/seeduc/exibeconteudo?article-id=5687863)> acesso em 19 de fevereiro de 2018.

_____. *Currículo Mínimo do estado do Rio de Janeiro – EJA (Educação de Jovens e Adultos)*. Disciplina de Química. SEEDUC-RJ: 2013. Disponível em: <[http://www.rj.gov.br/web/seeduc/exibeconteudo?article-id= 5687863](http://www.rj.gov.br/web/seeduc/exibeconteudo?article-id=5687863)> acesso em 19 de fevereiro de 2018.

_____. *Manual de Orientações da Nova EJA*. SEEDUC-RJ: 2013. Disponível em: <<http://projetoeduc.cecierj.edu.br/eja.php>>. Acesso em 20 de fevereiro de 2018.

ROCHA, J. F. M. *Origens e evolução das ideias da física*. Salvador: EDUFBA, 2002.

SÁ, L. P. et al. *Estudos de Caso em Química*. Quim. Nova, v. 30, n. 3, 731-739, 2007.

SÁ, L. P.; QUEIROZ, S. L. *Estudo de Casos no Ensino de Química*. São Paulo: Editora Átomo, 2009.

SACRISTÁN, J. G. *O currículo: uma reflexão sobre a prática*. Porto Alegre: Artmed, 2000.

SANTOMÉ, J. T. *Globalização e Interdisciplinaridade: o currículo integrado*. Porto Alegre: Artes Médicas, 1998.

SANTOS, P. O., et al. *O ensino de Ciências Naturais e Cidadania sob a ótica de professores inseridos no programa de aceleração de aprendizagem da EJA - Educação de Jovens e Adultos*. Ciência & Educação, v. 11, n. 3, p. 411-426, 2005.

SANTOS, V. S. dos. *O açaí e a bioquímica: unidade de ensino potencialmente significativa utilizando uma fruta regional para abordar conceitos de bioquímica na Educação de Jovens e Adultos – EJA*. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências Naturais e

Matemática) – Centro de Ciências Exatas e da Terra, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2016.

SCHITTLER, D.; MOREIRA, M. A. *Laser de Rubi: uma abordagem em Unidades de Ensino Potencialmente Significativas (UEPS)*. Latin American Journal of Physics Education, v. 8, p. 263-273, 2014.

SCORTEGAGNA, P. A.; OLIVEIRA, R. de C. da S. *Educação de Jovens e Adultos no Brasil: Uma Análise Histórico-Crítica*. Revista Eletrônica de Ciências da Educação, Campo Largo, v. 5, n. 2, Nov. 2006.

SIEPIERSKI, P. *Interdisciplinaridade e cientificidade*. Campina Grande: Universidade Estadual da Paraíba, 1998.

SILVA, C. C.; MARTINS, R. A. A. *Nova teoria sobre luz e cores de Isaac Newton: uma tradução comentada*. Revista Brasileira de Ensino de Física, v.18, p. 313- 27, 1996.

STAKE, R. E. The art of case study research. London: SAGE Publications, 1995. In: ANDRÉ, M. *O que é um estudo de caso qualitativo em educação*. Revista da FAEEBA – Educação e Contemporaneidade, Salvador, v. 22, n. 40, p. 95-103, jul./dez. 2013.

TAVARES, M. *Aprendendo sobre o Sol*. Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 22, n.1, mar. 2000.

TERRAZAN, E. A. *Física Moderna e Contemporânea no Segundo Grau*. In: Abordagens de Física Moderna e Contemporânea no 2º grau: Por quê? Como? Niterói: Instituto de Física, UFF/CAPES/FAPERJ, 1996.

_____. *Perspectivas para a inserção da Física Moderna na escola média*. Tese de Doutorado, Universidade de São Paulo (USP), São Paulo, 1994.

TIPLER, P. A.; MOSCA, G. *Física para cientistas e engenheiros*. Rio de Janeiro: LTC – Livros Técnicos e Científicos Editora Ltda., 6ª ed., v. 1, 2009.

TORTORA, G. J; DERRICKSON, B. *Princípios de anatomia e fisiologia*. 14.ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2016.

VALADARES, E. C.; MOREIRA, A. M. *Ensinando física moderna no segundo grau: efeito fotoelétrico, laser e emissão de corpo negro*. Caderno Catarinense de Ensino de Física, Florianópolis, v. 15, n. 2, ago. 1998.

VERGNAUD, G. *La théorie des champs conceptuels*. Recherches en Didactique des Mathématiques. 10 (23): 133-170, 1990.

_____. A classification of cognitive tasks and operations of thought involved in addition and subtraction problems. In: CARPENTER, T.; MOSER, J.; ROMBERG, T. *Addition and subtraction. A cognitive perspective*. Hillsdale: N. J.: Lawrence Erlbaum, 1982.

VIEIRA, J. E. *Desenvolvimento de metodologia de ensino para abordagem de tópicos de conversão de energia elétrica na educação básica fundamentada na aprendizagem significativa colaborativa*. Dissertação (mestrado profissional) – Universidade Federal de Santa Catarina, Campus Araranguá. Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física, Araranguá, SC, 2016.

APÊNDICE A

Questionário *Conhecendo o público da EJA*

APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO: “CONHECENDO O PÚBLICO DA EJA”

1) **Sexo:**

- a) () Masculino b) () Feminino

2) **Idade:** _____

3) **Estado civil:**

- a) () solteiro(a)
b) () casado(a)
c) () separado(a) / divorciado(a) / desquitado(a).
d) () viúvo(a)
e) () união estável

4) **Você desenvolve alguma atividade profissional?**

- a) () Sim b) () Não

Em caso afirmativo, qual? _____

5) **Qual sua carga horária diária de trabalho (caso trabalhe em regime de escala, especifique)?** _____

6) **Quantas pessoas residem em sua casa?** _____

7) **Você possui filhos?**

- a) () Sim b) () Não

Em caso afirmativo, quantos? _____

8) **Qual sua faixa de renda familiar mensal?**

- a) () Menos de um salário mínimo.
b) () Entre 1 e 3 salários mínimos.
c) () Entre 4 e 6 salários mínimos.
d) () Acima de 6 salários mínimos.

- d) () Não dar importância aos estudos
- e) () Necessidade de cuidar dos filhos
- f) () Problemas familiares
- g) () Doença
- h) () Outros: _____

16) Você já foi reprovado alguma vez?

- a) () Não.
- b) () Sim, uma vez.
- c) () Sim, duas vezes.
- d) () Sim, três ou mais vezes.

17) Qual(is) o(s) motivo(s) que o levaram a retomar seus estudos na modalidade de Educação de Jovens e Adultos?

- a) () Obtenção de um diploma de nível médio.
- b) () Conseguir um emprego.
- c) () Realização pessoal.
- d) () Para poder ingressar em um curso de nível superior ou de nível técnico.
- e) () Outros: _____

18) Você pretende dar continuidade aos estudos após a conclusão do nível médio na modalidade EJA?

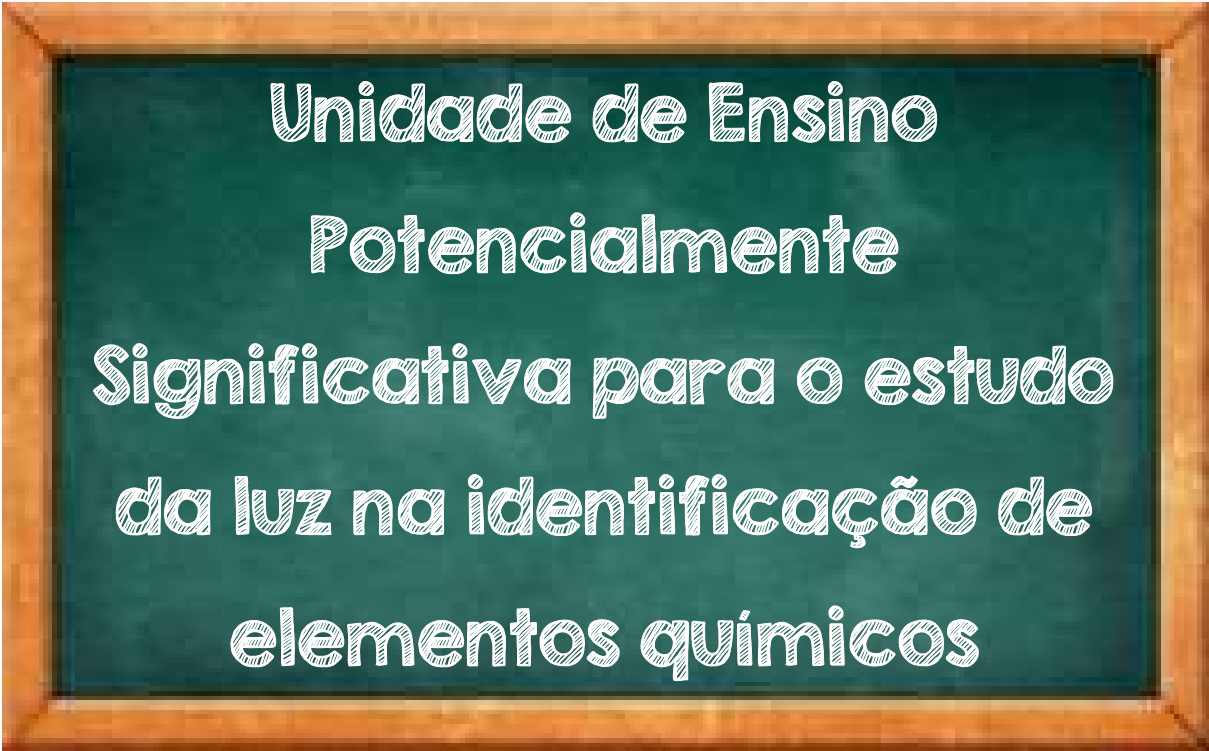
- a) () Sim
- b) () Não

19) Se a resposta da questão anterior for SIM, indique qual tipo de modalidade você pretende cursar (técnico, superior, profissionalizante, dentre outros)?

20) Você pretende realizar o ENEM (Exame Nacional do Ensino Médio) este ano?

- a) () Sim
- b) () Não

APÊNDICE B
Produto Educacional




**Unidade de Ensino
Potencialmente
Significativa para o estudo
da luz na identificação de
elementos químicos**



Material do Professor

Por: Rafaella Cruz Ferreira

Orientador: Wander Gomes Ney



Caro professor,


este material foi estruturado como uma sequência didática, com enfoque interdisciplinar entre as áreas da Química e da Física, ancorada numa Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS), com o intuito de subsidiar a aprendizagem de conceitos relativos à espectroscopia em nível médio na modalidade de Educação de Jovens e Adultos (EJA).

A UEPS aqui desenvolvida é composta por oito etapas investigativas e a sequência de atividades nela encontrada visa favorecer a utilização de diversas estratégias e ferramentas didáticas, dentre as quais se destacam: mapas conceituais, estudo de caso interdisciplinar, vídeos, atividades experimentais, aulas expositivas dialogadas, simulações computacionais interativas e aplicativos móveis.

A elaboração deste material foi realizada em comum acordo com as habilidades e competências encontradas no Currículo Mínimo das disciplinas de Química e de Física do Estado do Rio de Janeiro voltado para o público da EJA, alinhadas com o tema “luz na identificação de elementos químicos”. No entanto, considera-se que a sua aplicabilidade pode ser estendida a outras modalidades de ensino, como por exemplo, o nível médio regular.

Convém destacar que o produto didático aqui descrito fez parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física do curso de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF), polo 34 do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense (IFFluminense).

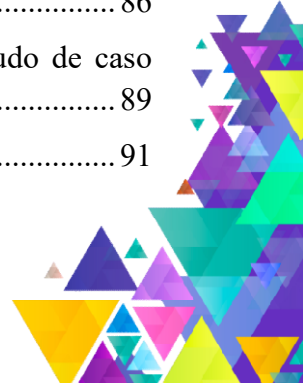
Rafaella Cruz Ferreira
Contato: rafaellacruzferreira@gmail.com







SUMÁRIO

Para início de conversa... O que é uma UEPS?.....	4
Proposta de UEPS para o estudo da luz na identificação de elementos químicos	7
1ª Etapa Investigativa: Questionário Inicial	11
Instruções de aplicação	12
Apêndice 1 – Questionário <i>Em busca dos subsunçores</i>	14
Apêndice 2 – <i>Slides</i> do questionário inicial.....	18
Apêndice 3 – Ficha Gabarito	21
2ª Etapa Investigativa: Estudo de Caso	24
Instruções de aplicação	26
Apêndice 4 – Estudo de caso <i>Descobrindo os “ingredientes” que compõe o Sol</i>	29
3ª Etapa Investigativa: Aula expositiva dialogada e utilização do aplicativo <i>Plickers</i>	31
Instruções de aplicação	32
Apêndice 5 – Texto introdutório sobre o Sol.....	34
Apêndice 6 – <i>Slides</i> da etapa investigativa 3	37
Apêndice 7 – Texto de apoio para o experimento <i>Enxergando o invisível</i>	42
Apêndice 8 – Tutorial do aplicativo <i>online Plickers</i>	44
Apêndice 9 – Sessão <i>Vamos exercitar a mente?</i>	61
4ª Etapa Investigativa: Aula expositiva dialogada e introdução à elaboração de mapas conceituais	63
Instruções de aplicação	65
Apêndice 10 – Breve introdução com vídeo sobre espectro eletromagnético	70
Apêndice 11 – <i>Slides</i> da etapa investigativa 4	72
Apêndice 12 – Texto de apoio para o aluno – etapa investigativa 4.....	76
Apêndice 13 – Moldes para o experimento <i>Disco de Newton</i>	86
Apêndice 14 – Gabarito das sessões <i>Agora é sua vez!</i> e das questões do estudo de caso interdisciplinar	89
Apêndice 15 – Texto de apoio para elaboração de mapas conceituais	91





5ª Etapa Investigativa: Aula experimental com roteiro avaliativo	94
Instruções de aplicação	95
Apêndice 16 – Roteiro experimental avaliativo do experimento <i>Teste da Chama</i>	97
6ª Etapa Investigativa: Aprofundando conhecimentos sobre espectros.....	100
Instruções de aplicação	101
Apêndice 17 – Atividade <i>Hora da revisão!</i>	104
Apêndice 18 – Gabarito da atividade <i>Hora da revisão!</i>	107
Apêndice 19 – <i>Slides</i> da etapa investigativa 6	110
Apêndice 20 – Texto de apoio para o aluno – etapa investigativa 6.....	113
Apêndice 21 – Espectros de emissão dos elementos químicos.....	120
Apêndice 22 – Espectros das estrelas fictícias.....	122
Apêndice 23 – Gabarito da atividade <i>Escrito nas estrelas</i>	124
7ª Etapa Investigativa: Aula expositiva dialogada e encerramento do conteúdo	126
Instruções de aplicação	127
Apêndice 24 – Atividade <i>Para Pensar...</i>	129
Apêndice 25 – <i>Slides</i> da etapa investigativa 7	131
Apêndice 26 – Texto de apoio para o aluno – etapa investigativa 7.....	134
8ª Etapa Investigativa: Elaboração de mapa conceitual e avaliação somativa individual online.....	140
Instruções de aplicação	141
Apêndice 27 – Texto de apoio para o aluno – etapa investigativa 8.....	143
Apêndice 28 – Avaliação somativa individual	145
Apêndice 29 – Avaliação das etapas investigativas das UEPS.....	155
Apêndice 30 – Gabarito da avaliação somativa individual.....	159
Apêndice 31 – Tutorial da ferramenta <i>online Google Forms</i>	161
Material do aluno	168
REFERÊNCIAS	226

Para início de conversa... O que é uma UEPS?

Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS) é uma sequência didática fundamentada, composta por etapas, que busca a promoção da aprendizagem significativa (MOREIRA, 2011¹³). Os princípios norteadores para construção de uma UEPS estão indicados no Quadro 1.

Quadro 1: princípios norteadores para confecção de uma UEPS.

O conhecimento prévio, ou subsunçor, é a variável isolada que mais influencia a aprendizagem significativa;
São as situações-problema que dão sentido a novos conhecimentos;
Organizadores prévios apontam para como é possível relacionar novos conhecimentos aos subsunçores;
Situações-problema também podem funcionar como organizadores prévios;
As situações-problema devem ser propostas em níveis crescentes de complexidade;
A diferenciação progressiva, a reconciliação integradora e a consolidação devem ser consideradas na organização do ensino, na proposição de situações-problema e na avaliação;
A avaliação da aprendizagem significativa deve ser feita em termos de buscas de evidências;
O papel do professor é o de provedor de situações-problema, cuidadosamente selecionadas, de organizador do ensino e mediador da captação de significados de parte do aluno;
Um episódio de ensino envolve uma relação triádica entre aluno, professor e materiais educativos, cujo objetivo é levar o aluno a captar e compartilhar significados que são aceitos no contexto da matéria de ensino;
A aprendizagem deve ser significativa e crítica, não mecânica;
A aprendizagem crítica é estimulada pela busca de respostas (questionamento) ao invés de memorização de respostas conhecidas, pelo uso da diversidade de materiais e estratégias instrucionais e pelo abandono de narrativa em favor de um ensino centrado no aluno.

Fonte: HILGER; GRIEBELER, 2013.

De acordo com Moreira (2011, p. 3-5), uma UEPS deve ser construída levando-se em conta os seguintes aspectos sequenciais (passos) previamente estabelecidos:

- **1º passo:** definição do tópico a ser trabalhado, identificando aspectos declarativos e procedimentais;

¹³ MOREIRA, M. A. *Unidades de Enseñanza Potencialmente Significativas – UEPS*. Aprendizagem Significativa em Revista/Meaningful Learning Review, 1(2), 43-63, 2011.

- 2º passo: criação/proposição de situações que auxiliem o aluno na externalização de seu conhecimento prévio supostamente relevante para aprendizagem significativa do conteúdo a ser trabalhado. Nesta etapa, por exemplo, podem ser utilizados questionários e mapas mentais (BUZAN; BUZAN, 1994; ONTORIA *et al.*, 2004);
- 3º passo: proposição de situações-problema que considerem o conhecimento prévio do aluno. Ainda que introdutórias, devem envolver, desde já, o tópico a ser ensinado, podendo ser propostas por meio de: simulações computacionais, demonstrações, vídeos, problemas do cotidiano, representações veiculadas pela mídia, problemas clássicos da matéria de ensino, etc., mas sempre de modo acessível e problemático, isto é, não como exercício de aplicação rotineira de algum algoritmo;
- 4º passo: apresentação do conhecimento a ser ensinado/aprendido, levando em conta a diferenciação progressiva, isto é, começando com aspectos mais gerais e inclusivos, proporcionando uma visão inicial do todo e do que é mais importante na unidade de ensino, mas logo exemplificando, abordando aspectos específicos. Neste momento a estratégia adotada pode ser, por exemplo, uma breve exposição seguida por atividade colaborativa em pequenos grupos e, em seguida, uma atividade de apresentação ou discussão em grande grupo;
- 5º passo: retomada dos aspectos mais gerais e estruturantes do conteúdo, em uma nova apresentação, com nível mais alto de complexidade em relação à primeira apresentação. O intuito desta etapa é promover a reconciliação integradora;
- 6º passo: concluindo a unidade, deve-se dar continuidade ao processo de diferenciação progressiva, retomando as características mais relevantes, porém numa perspectiva integradora, ou seja, buscando a reconciliação integradora;
- 7º passo: a avaliação da aprendizagem através da UEPS deve ser feita ao longo de sua implementação, registrando tudo que possa ser considerado evidência de aprendizagem significativa do conteúdo trabalhado; além disso, deve haver uma avaliação somativa individual após o sexto passo, na qual deverão ser propostas questões/situações que impliquem compreensão, que evidenciem captação de significados e, idealmente, alguma capacidade de transferência;
- 8º passo: a UEPS somente será considerada exitosa se a avaliação do desempenho dos alunos fornecer evidências de aprendizagem significativa. A aprendizagem

significativa é progressiva, o domínio de um campo conceitual é progressivo; por isso, a ênfase em evidências, não em comportamentos finais.

Considerando-se os passos apresentados, o processo de validação da UEPS com o tema “Luz na identificação de elementos químicos” envolveu oito etapas investigativas descritas no Quadro 2, com seus respectivos objetivos e atividades realizadas. Cada etapa teve duração de 2 horas/aula de 50 minutos cada, totalizando 16 horas/aula.

Quadro 2 - Etapas investigativas da UEPS e seus respectivos objetivos e duração.

ETAPAS INVESTIGATIVAS DA UEPS		
ETAPAS INVESTIGATIVAS	OBJETIVOS	ATIVIDADES REALIZADAS
1ª Etapa Questionário inicial	<ul style="list-style-type: none"> ★ Identificar concepções prévias relevantes; ★ Incitar a curiosidade dos discentes acerca do tema espectroscopia. 	<ul style="list-style-type: none"> ★ Questionário inicial.
2ª Etapa Estudo de Caso	<ul style="list-style-type: none"> ★ Promover a interdisciplinaridade entre a Química e a Física; ★ Instigar os discentes a encontrarem soluções para uma situação-problema envolvendo a possibilidade de identificação da composição solar. 	<ul style="list-style-type: none"> ★ Estudo de caso interdisciplinar.
3ª Etapa Aula expositiva dialogada e uso do aplicativo <i>Plickers</i>	<ul style="list-style-type: none"> ★ Apresentar conteúdos introdutórios referentes ao tema espectroscopia (ondas, elementos de uma onda e espectro eletromagnético); ★ Realizar uma avaliação interativa individual dos conceitos abordados com o auxílio do aplicativo <i>Plickers</i>, proporcionando maior dinamicidade ao processo avaliativo. 	<ul style="list-style-type: none"> ★ Experimento: “Enxergando o invisível”; ★ Avaliação com uso do <i>Plickers</i>.
4ª Etapa Aula expositiva dialogada com elaboração de mapas conceituais	<ul style="list-style-type: none"> ★ Reconhecer as interações da radiação com a matéria; ★ Identificar a relação entre intensidade da radiação e temperatura pela lei de Stefan e a relação entre temperatura e frequência de maior emissão da radiação pela lei de deslocamento de Wien. 	<ul style="list-style-type: none"> ★ Exercícios sobre as leis de Stefan e de deslocamento de Wien; ★ Disco de Newton; ★ Retomada ao estudo de caso; ★ Mapa conceitual.
5ª Etapa Aula experimental com roteiro avaliativo	<ul style="list-style-type: none"> ★ Reconhecer a possibilidade de identificação de elementos químicos por meio do experimento conhecido como “teste da chama”; ★ Relacionar os resultados verificados com aplicações do cotidiano dos discentes, tais como fogos de artifício e lâmpadas fluorescentes. 	<ul style="list-style-type: none"> ★ Experimento: “Teste da chama”; ★ Roteiro avaliativo.
6ª Etapa	<ul style="list-style-type: none"> ★ Distinguir espectros contínuos e discretos, 	<ul style="list-style-type: none"> ★ Atividade: “Hora

Aprofundando conhecimentos sobre espectros	além de espectros de emissão e absorção; ★ Destacar algumas importantes contribuições para a espectroscopia; ★ Identificar a composição química das estrelas, por meio da análise comparativa entre as linhas espectrais das estrelas e os espectros de emissão dos elementos químicos.	da revisão”; ★ Atividade: “Escrito nas estrelas”.
7ª Etapa Aula expositiva dialogada e encerramento do conteúdo	★ Compreender a importância histórica das investigações do espectro atômico do hidrogênio; ★ Reconhecer a solução dada por Niels Bohr e os seus postulados para explicar os espectros atômicos.	★ Atividade: “Para pensar”.
8ª Etapa Encontro Final Integrador	★ Identificar evidências que apontem para a ocorrência da aprendizagem significativa; ★ Realizar uma avaliação somativa individual e de uma avaliação sobre as etapas investigativas da UEPS com auxílio do formulário <i>online Google Forms</i> .	★ Mapa conceitual; ★ Avaliação somativa individual; ★ Avaliação da UEPS.

Fonte: elaboração própria.

PROPOSTA DE UEPS PARA O ESTUDO DA LUZ NA IDENTIFICAÇÃO DE ELEMENTOS QUÍMICOS

Objetivo: facilitar a aquisição de significados de conceitos necessários à compreensão da espectroscopia como um método que possibilita a identificação de elementos químicos por intermédio da luz.

Sequência (resumo)

- Situação inicial (2 horas/aula):** os alunos serão incentivados a responder individualmente e de maneira gradual às perguntas presentes no questionário inicial intitulado *Em busca dos subsunçores*. À medida que as questões forem lidas sequencialmente pelo docente com o auxílio de *slides*, o aluno receberá uma ficha gabarito referente à questão com o intuito de registrar sua resposta, que será entregue ao término do registro. Convém destacar que a opção de se realizar um questionário interativo e gradativo deu-se pelo fato de que algumas questões poderiam influenciar respostas de questões anteriores, podendo induzir o aluno a modificar alguma resposta já feita, mascarando, assim, a identificação de suas concepções prévias. Esta atividade


tem como finalidade identificar concepções prévias relevantes dos discentes e incitar a curiosidade dos mesmos acerca do tema em questão.

- 2. Situações-problema (2 horas/aula):** a turma será dividida em grupos de três a quatro integrantes para leitura e discussão do estudo de caso interdisciplinar denominado *Descobrimos os “ingredientes” que compõe o Sol*. Com a finalidade de fornecer significado a novos conhecimentos, o estudo de caso funcionará como um organizador prévio com o intuito de ancorar uma nova aprendizagem e levar ao desenvolvimento de conceitos subsunçores, facilitando, deste modo, a aprendizagem subsequente. Após a leitura do estudo de caso, os discentes serão instigados a encontrar uma solução para as seguintes situações-problema:

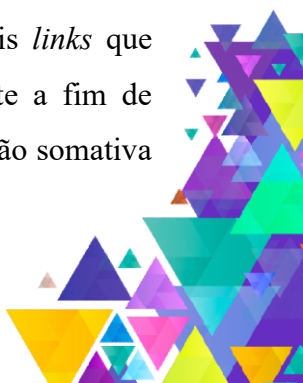
- Qual é a composição do Sol, ou seja, do que o Sol é feito?
- Como podemos descobrir a sua composição?


Ao final do debate em torno destas questões, o grupo deverá registrar suas respostas por escrito, entregando-as, posteriormente, ao professor.

- 3. Introduzindo conceitos fundamentais (2 horas/aula):** apresentação de um breve vídeo sobre o Sol da série ABC da Astronomia, com um intuito de retomar a discussão realizada em grupos sobre as questões do estudo de caso apresentado na aula anterior. Após este debate inicial, haverá exposição de alguns conteúdos introdutórios referentes ao tema *luz na identificação de elementos químicos* (tais como: ondas, elementos de uma onda e espectro eletromagnético) e apresentação do experimento *Enxergando o invisível*, com o auxílio de um controle remoto. Ao final desta etapa, será realizada uma avaliação interativa individual dos conceitos abordados com o auxílio do aplicativo *online Plickers*, a fim de proporcionar mais dinamicidade ao processo avaliativo.
- 4. Diferenciação progressiva (2 horas/aula):** com o intuito de propiciar a reconciliação integradora e reforçar os conceitos trabalhados na etapa anterior, a aula se iniciará com a apresentação de um vídeo sobre espectro eletromagnético. Posteriormente, serão abordados conteúdos mais específicos do tema em questão por meio de uma aula expositiva dialogada, na qual serão destacadas: as interações da radiação com a matéria, a relação entre intensidade da radiação e temperatura pela lei de Stefan e a relação entre temperatura e frequência de maior emissão da radiação pela lei de deslocamento de Wien. Após a exposição dos conteúdos mais específicos, haverá retomada ao estudo de caso trabalhado na segunda etapa investigativa, possibilitando



aos grupos a reformulação das respostas dadas anteriormente. Finalmente, a turma será instigada a elaborar em conjunto um mapa conceitual sobre os conceitos trabalhados até então, que deverá ser entregue ao docente.


5. **Novas situações (2 horas/aula):** realização de um experimento, conhecido como “teste da chama”, a fim de evidenciar as cores características de alguns elementos químicos quando aquecidos, relacionando esta atividade com o colorido dos fogos de artifício e com as lâmpadas utilizadas para iluminação pública. Além da observação crítica do experimento, o aluno receberá um roteiro avaliativo sobre o fenômeno para ser respondido no decorrer da aula e entregue ao final da mesma ao docente.
 6. **Aprofundando conhecimentos (2 horas/aula):** promover a reconciliação integradora por meio da atividade *Hora da revisão!*, com auxílio de uma simulação interativa do *software PhET* sobre radiação de corpo negro. Após este momento de revisão, será ministrada uma aula expositiva dialogada com o objetivo de aprofundar conhecimentos sobre espectros, enfocando-se: a distinção entre espectros contínuos e discretos e entre espectros de emissão e absorção, além de importantes contribuições para a espectroscopia. Ao final da aula, a turma será dividida em grupos para realização da atividade *Escrito nas Estrelas*, com o intuito de identificar a composição química de estrelas fictícias, por meio da análise comparativa entre as linhas espectrais das estrelas e os espectros de emissão de alguns elementos químicos.
 7. **Encerramento do conteúdo (2 horas/aula):** observação do espectro de diferentes fontes de luz na realização da atividade *Para pensar...*, favorecendo relações com os conteúdos vistos nas aulas anteriores e instigando os discentes a formular hipóteses para uma nova situação-problema. Após a realização desta atividade, o professor deverá encerrar o conteúdo trabalhado, por meio de uma aula expositiva sobre a solução dada por Niels Bohr e os seus postulados para explicar os espectros atômicos, destacando a importância histórica das investigações do espectro atômico do hidrogênio.
 8. **Encontro final integrador (2 horas/aula):** nesta etapa, os alunos serão instigados a elaborar um mapa conceitual cooperativo retomando os conceitos abordados ao longo das aulas, com o intuito de identificar evidências que apontem para a ocorrência da aprendizagem significativa. Ao final desta aula, os alunos receberão dois *links* que deverão ser acessados dentro de um prazo determinado pelo docente a fim de responderem dois questionários *online*: um para realização de uma avaliação somativa
- 



individual (com questões de Enem e de provas de vestibular) e outro para avaliação das etapas investigativas da UEPS. Vale destacar que os formulários *online* foram elaborados com auxílio da ferramenta *Google Forms*.

Duração da aplicação da UEPS: 16 horas/aula de 50 minutos cada.

Cada etapa investigativa presente resumidamente nesta sequência será apresentada detalhadamente a seguir com as devidas instruções de aplicação, objetivos da aula e atividades relacionadas. Aproveite e bom trabalho!





QUESTIONÁRIO INICIAL

Objetivos:

- Identificar concepções prévias relevantes por intermédio da aplicação de um questionário;
- Incitar a curiosidade dos discentes acerca do tema luz na identificação de elementos químicos.

ETAPA INVESTIGATIVA



➤ 1ª ETAPA INVESTIGATIVA: QUESTIONÁRIO INICIAL

Neste questionário inicial, o importante é que o professor proporcione um ambiente favorável e confortável para externalização das concepções prévias de seus alunos.

Você deve estar se perguntando: qual o sentido de se identificar concepções prévias dos alunos, ao invés de começar a aula com conteúdo propriamente dito?

Bem, de acordo com a Teoria da Aprendizagem Significativa, desenvolvida na década de 60 por David Ausubel, “o mais importante fator isolado que influencia a aprendizagem é o que o aprendiz já sabe. Determine isto e ensine-o de acordo” (AUSUBEL *apud* NOVAK, 1981, p. 9).

Ou seja, a bagagem que o aluno traz consigo sobre um determinado conteúdo que será trabalhado é que irá direcionar como uma nova informação será compreendida por sua estrutura cognitiva, sendo armazenada, posteriormente, como conhecimento.

Este aspecto relevante preexistente na estrutura cognitiva do aprendiz é o que David Ausubel define como *subsunçor* ou ideia-âncora. Conforme a nova informação vai se ancorando em subsunçores relevantes, interagindo com os mesmos, ocorre a aprendizagem significativa.

✓ Instruções de aplicação

Com o intuito de identificar concepções prévias relevantes dos discentes e incitar a curiosidade dos mesmos acerca do tema *luz na identificação de elementos químicos*, os alunos deverão ser instigados a responder individualmente e de maneira gradual às perguntas presentes no questionário inicial intitulado *Em busca dos subsunçores* (Apêndice 1).

A fim de proporcionar maior dinamicidade nesta atividade inicial com a turma sugere-se que o questionário seja realizado de forma interativa e gradual com auxílio de projetor para uma apresentação em *slides* (Apêndice 2) das questões.

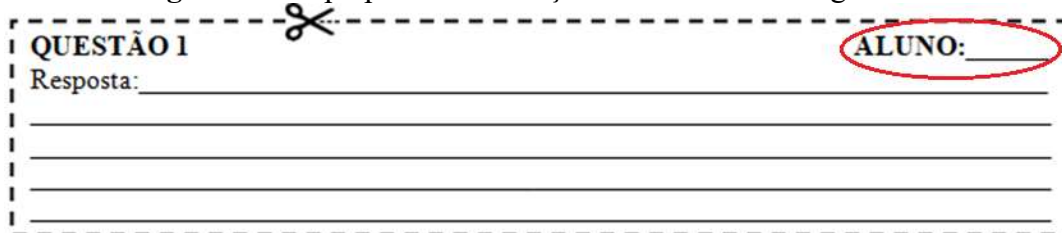
Acesse e confira os *slides* do questionário inicial por meio do *link* a seguir
<<http://bit.ly/2FWYxXJ>>
ou efetuando a leitura do QR Code apresentado ao lado!



Assim, à medida que as questões forem lidas sequencialmente pelo docente, este deverá entregar ao aluno uma ficha gabarito (Apêndice 3) referente à questão com o intuito de que o mesmo registre sua resposta, entregando-a ao término do registro.

Como o objetivo desta etapa é conhecer o que o aluno já sabe sobre o tema, é interessante que o professor, antes de iniciar a aplicação do questionário, sorteie um número aleatoriamente para identificação de cada aluno, a fim de que ele não se sinta intimidado a expor seus subsunçores. O número sorteado irá identificar cada um dos discentes que compõe a turma durante a aplicação do questionário e será anotado no campo aluno da ficha gabarito, conforme destacado na Figura 1:

Figura 1: campo para identificação do aluno na ficha gabarito.



QUESTÃO 1

Resposta: _____

ALUNO: _____

Fonte: elaboração própria.

Convém destacar que a opção de se realizar um questionário interativo e gradativo deu-se pelo fato de que algumas questões poderiam influenciar respostas de questões anteriores, podendo induzir o aluno a modificar alguma resposta já feita, mascarando, assim, a identificação de suas concepções prévias.



APÊNDICE 1

Questionário *Em busca dos subsunçores*

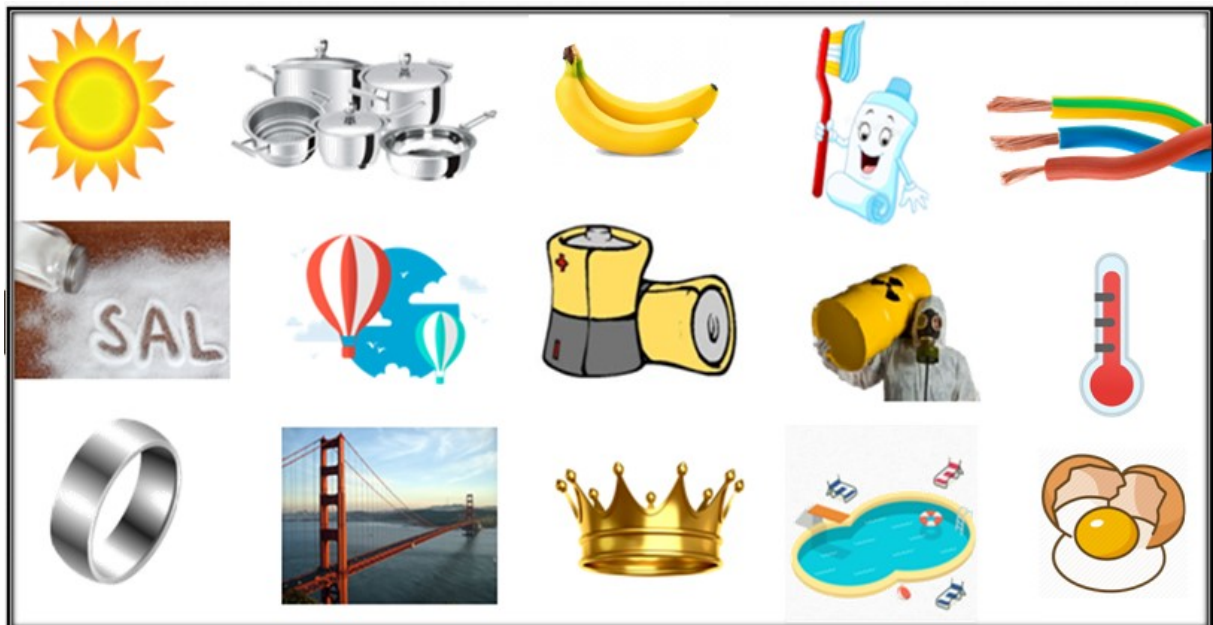
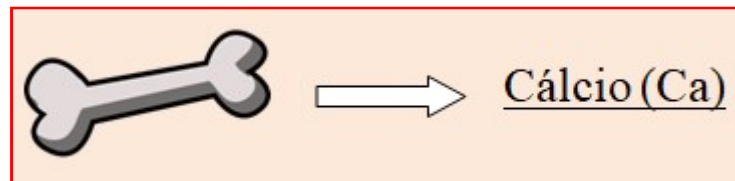


Questionário: “Em busca dos subsunçores”

1) Na sua opinião, de que todas as coisas são feitas?

2) Você acha que os átomos que existem no universo são todos iguais? Justifique.

3) Associe as imagens apresentadas com elementos químicos que podem estar presentes em sua composição, conforme mostrado no exemplo abaixo (dica: utilize sua tabela periódica para ajudar a encontrar os elementos que julgar necessário):



10) Com relação à energia do Sol:

- a) o Sol diminui sua energia enquanto brilha.
- b) o Sol aumenta sua energia enquanto brilha.
- c) o Sol não altera sua energia enquanto brilha, ou seja, sua energia se mantém constante.

11) Em sua opinião, a luz é constituída de:

- a) onda.
- b) partícula.
- c) onda e partícula.
- d) nenhuma das alternativas.
- e) não sei responder.

12) Você acredita que a luz é feita de:

- a) átomos.
- b) moléculas.
- c) pigmentos.
- d) campos elétricos e magnéticos.
- e) campo gravitacional.
- f) nenhuma das alternativas.

13) Quando enxergamos um objeto azul, significa que nossos olhos receberam:

- a) pigmentos azuis que nosso cérebro interpreta como cor azul.
- b) pigmentos brancos que nosso cérebro interpreta como cor azul.
- c) ondas com frequência correspondente ao azul que nosso cérebro interpreta como cor azul.
- d) nenhuma das alternativas.

14) Quando enxergamos um objeto verde, significa que nossos olhos receberam:

- a) pigmentos amarelos e azuis que nosso cérebro interpreta como cor verde.
- b) somente pigmentos verdes que nosso cérebro interpreta como cor verde.
- c) ondas com dois tipos de frequências (correspondentes ao azul e ao amarelo) que nosso cérebro interpreta como cor verde.
- d) ondas com frequência correspondente ao verde que nosso cérebro interpreta como cor verde.
- e) nenhuma das alternativas.



APÊNDICE 2

Slides do questionário inicial



QUESTIONÁRIO INICIAL

EM BUSCA DOS SUBSUNÇORES

Questão 1

Na sua opinião, de que todas as coisas são feitas?



Questão 2

Você acha que os átomos que existem no universo são todos iguais? Justifique.



Questão 3

Associe as imagens a seguir com elementos químicos que podem estar presentes em sua composição, conforme mostrado no exemplo abaixo:



Questão 4

Você acredita que os elementos químicos que conhecemos no planeta Terra existem em outros lugares do Universo?



Questão 5

Como você acha que é possível identificar elementos químicos em outros lugares fora da Terra?



Em todas as questões a seguir é possível (se necessário) marcar mais de uma alternativa.

Questão 6

Para você, o Sol é:

- a) uma estrela
- b) um planeta
- c) um asteróide
- d) um satélite
- e) um cometa



Questão 7

Com relação ao Sol, você acredita que ele é:

- a) () quente b) () frio



Questão 8

Para você, o Sol:

- a) sempre existiu
- b) surgiu em algum momento
- c) existirá para sempre
- d) em algum momento terá um fim



Questão 9

Você acha que o Sol emite:

- a) luz
- b) ondas invisíveis
- c) ondas visíveis
- d) átomos
- e) partículas invisíveis
- f) partículas visíveis



Questão 10



Com relação à energia do Sol:

- a) o Sol diminui sua energia enquanto brilha
- b) o Sol aumenta sua energia enquanto brilha
- c) o Sol não altera sua energia enquanto brilha, ou seja, sua energia se mantém constante

Questão 11

Em sua opinião, a luz é constituída de:

- a) onda
- b) partícula
- c) onda e partícula
- d) nenhuma das alternativas
- e) não sei responder



Questão 12

Você acredita que a luz é feita de:

- a) átomos
- b) moléculas
- c) pigmentos
- d) campos elétricos e magnéticos
- e) campo gravitacional
- f) nenhuma das alternativas



Questão 13



Quando enxergamos um objeto azul, significa que nossos olhos receberam:

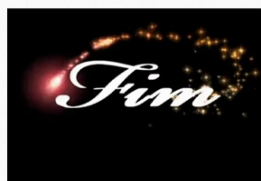
- a) pigmentos azuis que nosso cérebro interpreta como cor azul
- b) pigmentos brancos que nosso cérebro interpreta como cor azul
- c) ondas com frequência correspondente ao azul que nosso cérebro interpreta como cor azul
- d) nenhuma das alternativas

Questão 14



Quando enxergamos um objeto verde, significa que nossos olhos receberam:

- a) pigmentos amarelos e azuis que nosso cérebro interpreta com cor azul
- b) somente pigmentos verdes que nosso cérebro interpreta com cor verde
- c) ondas com dois tipos de frequências (correspondentes ao azul e ao amarelo) que nosso cérebro interpreta como cor verde
- d) ondas com frequência correspondente ao verde que nosso cérebro interpreta como cor verde
- e) nenhuma das alternativas








APÊNDICE 3
Ficha Gabarito





FICHA GABARITO INDIVIDUAL

QUESTÃO 1  **ALUNO:** _____
Resposta: _____

QUESTÃO 2  **ALUNO:** _____
Resposta: _____

QUESTÃO 3  **ALUNO:** _____
Resposta: _____

QUESTÃO 4  **ALUNO:** _____
Resposta: _____


QUESTÃO 5  **ALUNO:** _____
Resposta: _____


Em todas as questões a seguir é possível (se necessário) marcar mais de uma alternativa:


QUESTÃO 6  **ALUNO: _____**
Resposta: A B C D E


QUESTÃO 7  **ALUNO: _____**
Resposta: A B


QUESTÃO 8  **ALUNO: _____**
Resposta: A B C D


QUESTÃO 9  **ALUNO: _____**
Resposta: A B C D E F

QUESTÃO 10  **ALUNO: _____**
Resposta: A B C

QUESTÃO 11  **ALUNO: _____**
Resposta: A B C D E

QUESTÃO 12  **ALUNO: _____**
Resposta: A B C D E F

QUESTÃO 13  **ALUNO: _____**
Resposta: A B C D

QUESTÃO 14  **ALUNO: _____**
Resposta: A B C D E



ESTUDO DE CASO

Objetivos:

- Promover a interdisciplinaridade entre a Química e a Física;
- Instigar os discentes a encontrarem soluções para uma situação-problema envolvendo a possibilidade de identificação da composição solar.

ETAPA INVESTIGATIVA



➤ 2ª ETAPA INVESTIGATIVA: ESTUDO DE CASO INTERDISCIPLINAR

O método de estudo de caso constitui-se em uma estratégia didática diferenciada focada no aluno e na construção de seu próprio conhecimento (SÁ; QUEIROZ, 2009).

O uso deste método baseia-se na instrução pelo uso de narrativas por meio do qual os discentes serão instigados a buscar escolhas para uma posterior tomada de decisões para um problema, sendo levados a se familiarizar com os personagens e a compreender o contexto no qual o caso foi desenvolvido (SILVA et al., 2011).

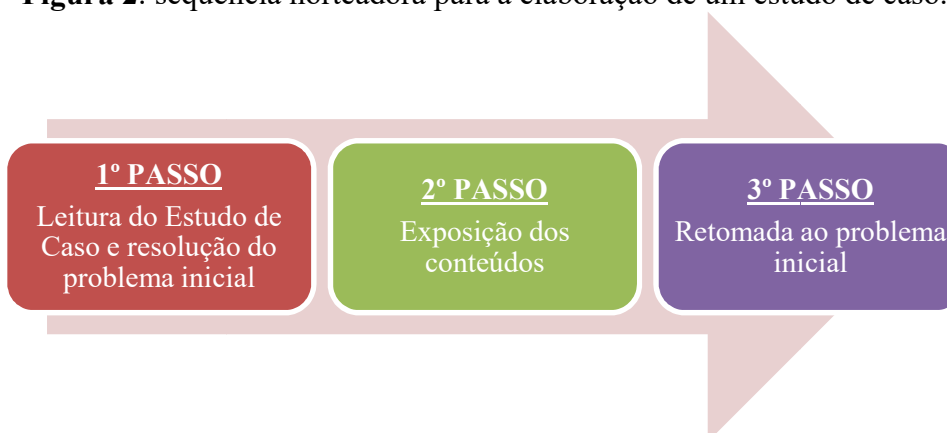
Uma justificativa para a utilização do estudo de caso reside no fato de se colocar o aluno em contato com problemas existentes no contexto real de sua área de estudo, instigando seu pensamento ativo e crítico e estimulando sua capacidade de tomada de decisões (SÁ; QUEIROZ, 2009).

Assim, para elaboração de um estudo de caso é importante que o docente esteja a par das etapas necessárias para formulá-lo, que conforme Sá e Queiroz (2009) constituem-se em:

- Selecionar devidamente o assunto central que será destacado no caso;
- Elaborar uma relação de conceitos abordados no decorrer da aplicação do caso;
- Confeccionar uma lista com os prováveis personagens do caso;
- Selecionar questões que serão discutidas em aula.

Linhares e Reis (2008) também destacam os aspectos sequenciais que direcionam um estudo de caso, conforme mostrado na Figura 2.

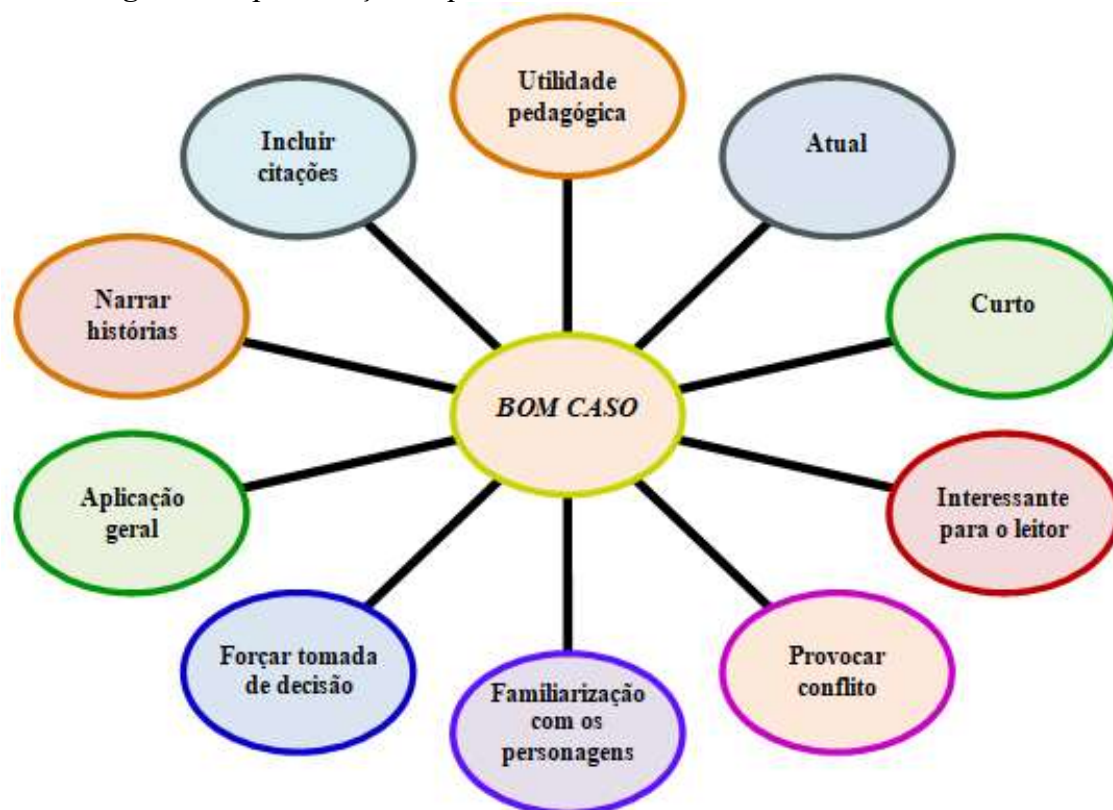
Figura 2: sequência norteadora para a elaboração de um estudo de caso.



Fonte: elaboração própria.

Além das etapas para elaboração de um estudo de caso, o docente deve estar atento às características necessárias para uma boa execução deste, como indicado na Figura 3 (HERREID, 1998):

Figura 3: representação esquemática das características de um bom caso.



Fonte: elaboração própria.

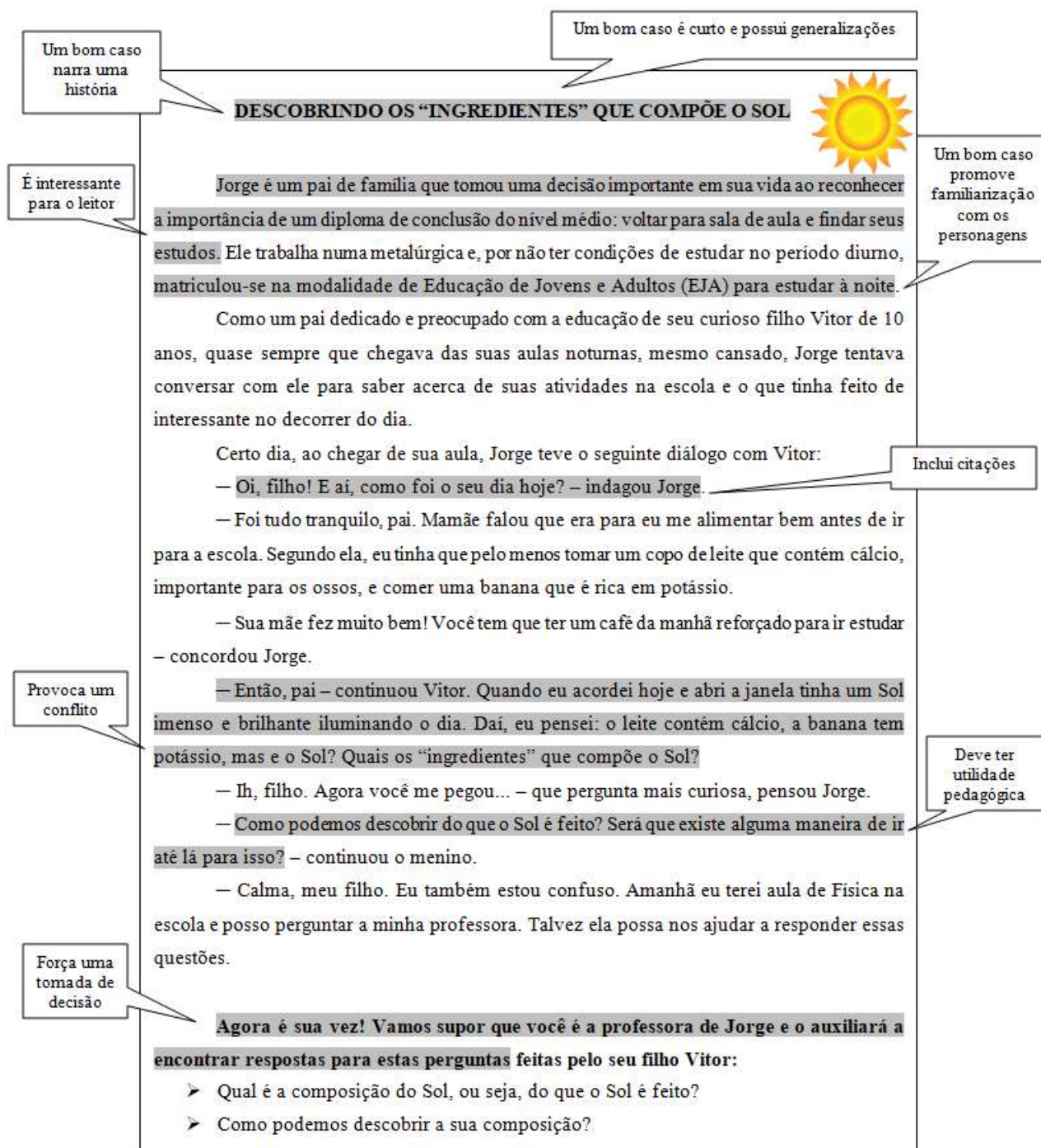
De acordo com Sá e Queiroz (2009), existem duas tipologias de classificação para estudos de caso: estudo de caso de caráter científico e sócio-científico. Contudo, atualmente, outra modalidade tem se destacado e expandido nos últimos anos: estudos de caso históricos (ALLCHIN, 2010).

✓ Instruções de aplicação


Inicialmente, a turma será dividida em grupos de três a quatro integrantes para leitura e discussão do estudo de caso interdisciplinar denominado *Descobrendo os “ingredientes” que compõe o Sol* (Apêndice 4), no qual o curioso menino Vitor indaga seu pai Jorge acerca da composição do Sol.

Vale destacar que o caso mencionado anteriormente, foi elaborado tomando-se como referência as características necessárias para uma boa execução deste, propostas por Herreid (1998), como pode ser observado na Figura 4:

Figura 4: características presentes no estudo de caso na perspectiva de Herreid (1998).



Fonte: elaboração própria.




Assim, com a finalidade de fornecer significado a novos conhecimentos, o estudo de caso funcionará como um organizador prévio com o intuito de ancorar uma nova aprendizagem e levar ao desenvolvimento de conceitos subsunçores, facilitando, deste modo, a aprendizagem subsequente. Conforme Ausubel, “a principal função de um organizador prévio é a de servir de ponte entre o que o aprendiz já sabe e o que precisaria saber para que pudesse aprender significativamente um determinado conhecimento” (MOREIRA, 2013, p, 15).

Após a leitura do estudo de caso, os discentes serão instigados a encontrar uma solução para as seguintes situações-problema:

- Qual é a composição do Sol, ou seja, do que o Sol é feito?
- Como podemos descobrir a sua composição?

Ao final do debate em torno destas questões, o grupo deverá registrar suas respostas por escrito, entregando-as, posteriormente, ao professor.

Espera-se que nas etapas investigativas 3 e 4, os alunos adquiram os subsídios teóricos necessários para que respondam adequadamente estas questões. Convém destacar que haverá retomada a essas questões na 4ª etapa investigativa, onde os alunos terão a possibilidade de fornecer novas resoluções para as situações-problema propostas.





APÊNDICE 4

Estudo de caso *Descobrimos os “ingredientes” que compõe o Sol*





DESCOBRINDO OS “INGREDIENTES” QUE COMPÕE O SOL

Jorge é um pai de família que tomou uma decisão importante em sua vida ao reconhecer a importância de um diploma de conclusão do nível médio: voltar para sala de aula e findar seus estudos. Ele trabalha numa metalúrgica e, por não ter condições de estudar no período diurno, matriculou-se na modalidade de Educação de Jovens e Adultos (EJA) para estudar à noite.

Como um pai dedicado e preocupado com a educação de seu curioso filho Vitor de 10 anos, quase sempre que chegava das suas aulas noturnas, mesmo cansado, Jorge tentava conversar com ele para saber acerca de suas atividades na escola e o que tinha feito de interessante no decorrer do dia.

Certo dia, ao chegar de sua aula, Jorge teve o seguinte diálogo com Vitor:

— Oi, filho! E aí, como foi o seu dia hoje? – indagou Jorge.

— Foi tudo tranquilo, pai. Mamãe falou que era para eu me alimentar bem antes de ir para a escola. Segundo ela, eu tinha que pelo menos tomar um copo de leite que contém cálcio, importante para os ossos, e comer uma banana que é rica em potássio.

— Sua mãe fez muito bem! Você tem que ter um café da manhã reforçado para ir estudar – concordou Jorge.

— Então, pai – continuou Vitor. Quando eu acordei hoje e abri a janela tinha um Sol imenso e brilhante iluminando o dia. Daí, eu pensei: o leite contém cálcio, a banana tem potássio, mas e o Sol? Quais os “ingredientes” que compõe o Sol?

— Ih, filho. Agora você me pegou... – que pergunta mais curiosa, pensou Jorge.

— Como podemos descobrir do que o Sol é feito? Será que existe alguma maneira de ir até lá para isso? – continuou o menino.

— Calma, meu filho. Eu também estou confuso. Amanhã eu terei aula de Física na escola e posso perguntar a minha professora. Talvez ela possa nos ajudar a responder essas questões.

Agora é sua vez! Vamos supor que você é a professora de Jorge e o auxiliará a encontrar respostas para estas perguntas feitas pelo seu filho Vitor:

- Qual é a composição do Sol, ou seja, do que o Sol é feito?
- Como podemos descobrir a sua composição?



AULA EXPOSITIVA DIALOGADA E UTILIZAÇÃO DO APLICATIVO *PLICKERS*

Objetivos:

- Apresentar conteúdos introdutórios referentes ao tema luz na identificação de elementos químicos (ondas, elementos de uma onda e espectro eletromagnético);
- Realizar uma avaliação interativa individual dos conceitos abordados com o auxílio do aplicativo *Plickers*, proporcionando maior dinamicidade ao processo avaliativo.

ETAPA INVESTIGATIVA

➤ 3ª ETAPA INVESTIGATIVA: AULA EXPOSITIVA DIALOGADA E UTILIZAÇÃO DO APLICATIVO *PLICKERS*

O objetivo desta etapa é apresentar conteúdos introdutórios referentes ao tema luz na identificação de elementos químicos (ondas, elementos de uma onda e espectro eletromagnético) por meio de uma aula expositiva dialogada.

É válido destacar que a programação de um conteúdo e a elaboração de um material potencialmente significativo deve considerar dois princípios fundamentais propostos pela teoria de David Ausubel: o princípio da diferenciação progressiva e o princípio da reconciliação integradora.

Diferenciação progressiva é o princípio pelo qual o assunto deve ser programado de forma que as ideias mais gerais e inclusivas da disciplina sejam apresentadas antes e, progressivamente diferenciadas, introduzindo os detalhes específicos necessários. [...] *Reconciliação integradora* é o princípio pelo qual a programação do material instrucional deve ser feita para espurar relações entre ideias, apontar similaridades e diferenças significativas, reconciliando discrepâncias reais ou aparentes (MOREIRA; MASINI, 2001, p. 30).

Levando-se em conta estes princípios, é recomendado que os conteúdos sejam sempre programados de modo a considerar primeiramente o conceito mais geral para os mais específicos (diferenciação progressiva), a fim de que, posteriormente, o aluno possa relacionar em sua estrutura cognitiva um conceito específico a um mais abrangente previamente estudado (reconciliação integradora).

✓ **Instruções de aplicação**

Para iniciar esta aula, sugere-se uma leitura dinâmica com a turma do texto *O Sol* (Apêndice 5), no qual se encontra uma “Sessão Pipoca” para apresentação de um breve vídeo sobre a estrela central de nosso sistema planetário – da série ABC da Astronomia, que retrata o princípio de funcionamento e a composição química do Sol.

A intenção dessa introdução sobre o Sol com a turma é retomar a discussão realizada em grupos sobre as questões do estudo de caso apresentado na aula anterior, além de ser um pontapé inicial para explorar o conceito de luz.

Após este debate inicial, haverá exposição de alguns conteúdos introdutórios referentes ao tema *luz na identificação de elementos químicos* (tais como: ondas, elementos

de uma onda e espectro eletromagnético), com auxílio de projetor para uma apresentação em *slides* (Apêndice 6) dos conteúdos.

Acesse e confira esta aula por meio do *link* a seguir <<http://bit.ly/2R5XhnE>> ou efetuando a leitura do QR Code apresentado ao lado!



Ao finalizar a exposição dos conteúdos, o professor poderá entregar à turma um texto de apoio (Apêndice 7) para a realização de um experimento simples e rápido intitulado *Enxergando o invisível*, com o auxílio de um controle remoto.

Finalmente, será realizada uma avaliação interativa individual dos conceitos abordados nesta etapa com o auxílio do aplicativo *online Plickers* (ver tutorial no Apêndice 8), a fim de proporcionar mais dinamicidade ao processo avaliativo. A utilização do aplicativo *Plickers* fica a critério do professor, podendo o mesmo realizar esta avaliação individual da forma que achar conveniente. De qualquer forma, as questões utilizadas para esta avaliação podem ser encontradas com seus respectivos gabaritos na sessão *Vamos exercitar a mente?*, localizada no Apêndice 9.



APÊNDICE 5

Texto introdutório sobre o Sol



O SOL

Você já deve ter notado que é a estrela Sol que anuncia o despertar de um novo dia! Estamos tão acostumados com este fato que raramente paramos para questionar, assim como Vitor, filho de Jorge, se perguntou: afinal, do que é feito o Sol? E como podemos identificar sua composição?

Antes de qualquer coisa, precisamos conhecer um pouco mais sobre o Sol. Para isso, acompanhe o episódio a seguir da série ABC da Astronomia.

O SOL

Duração: 00:04:12

Série: ABC DA ASTRONOMIA

Etapa de ensino: Ensino Médio



Sinopse

Conhecer o Sol não é nada fácil. É possível olhar pra ele apenas com o uso de filtros especiais. E pousar nele, nem pensar! Ele é o maior astro das nossas imediações e concentra 99,8% da massa de todo o sistema solar. Mas uma coisa é importante lembrar: ele não é uma bola de fogo. Com a evolução da tecnologia e das ferramentas de observação, nós estamos chegando mais perto com sondas e já conhecemos bem mais da nossa maior fonte de energia. O Sol produz a luz que a Terra usa para a fotossíntese, o calor que equilibra nossa temperatura planetária. Neste programa, você aprende a composição e entende como é o funcionamento do astro-rei.

Figura 5: *print screen* do vídeo sobre o Sol da série ABC da Astronomia.



Disponível em: <<https://tv.escola.org.br/tve/video/abc-da-astronomia-sol>>.

Acesso em: 08/09/2018.

O “astro-rei” Sol é a estrela central de nosso sistema planetário, sendo também o principal responsável pela manutenção da vida de todos os seres vivos na Terra.

Atualmente, sabemos que o Sol é composto principalmente por 74% de hidrogênio e 25% de hélio, além de 1% de outros elementos, como: ferro, níquel, oxigênio, silício, carbono, nitrogênio, enxofre, dentre outros.

Então, será que alguém já foi até lá e coletou algumas amostras para análise da composição solar?

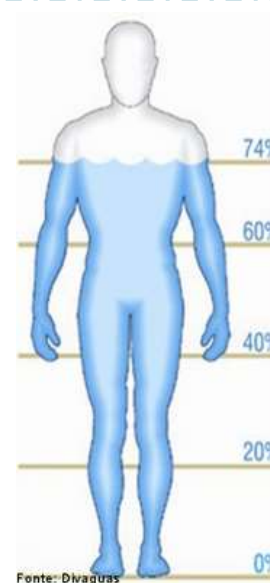
Na verdade, isso seria impossível! O Sol é tão quente que não conseguiríamos nem chegar perto dele. Para se ter uma idéia a sua superfície possui uma temperatura aproximada de 5700K ou 5427°C, tornando inviável qualquer possibilidade de receber uma visitinha humanóide! Só para se ter uma idéia, o organismo humano é constituído de aproximadamente 74% de água, que possui ponto de ebulição de 100°C. Assim, a água do nosso corpo evaporaria antes que conseguíssemos nos aproximar da superfície solar.

Mas, como ficamos sabendo sobre a composição do Sol, se não conseguimos chegar até ele?

A informação valiosa que recebemos e a partir da qual podemos compreender a composição de estrelas, como o Sol, por exemplo, é a luz. E não foi do dia para a noite que a humanidade conseguiu decodificar a informação trazida por intermédio da luz. Só que essa é uma história que você saberá mais adiante.

Por enquanto, vamos explorar nessa aula o que é a luz.

Figura 6: percentual de água no organismo humano.



Disponível em:
<<http://www.quimica.se.ed.pr.gov.br/modules/>>
Acesso em: 08/09/2018.

Acesse e confira esta aula por meio do *link* a seguir <<http://bit.ly/2R5XhnE>> ou efetuando a leitura do QR Code apresentado ao lado!





APÊNDICE 6

Slides da etapa investigativa 3



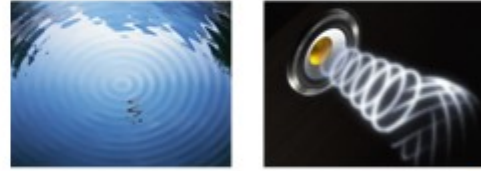
INTRODUÇÃO AO ESTUDO DAS ONDAS

Rafaela Ferreira



O QUE SÃO ONDAS?

- **Ondas** são perturbações que podem se propagar em um meio. *Exemplos:* ondas na superfície da água, o som, a luz, os raios X, dentre outros.



1

ELEMENTOS DE UMA ONDA

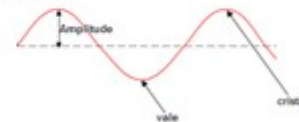
- As principais características de uma onda são:
 - Amplitude (A);
 - Comprimento de onda (λ);
 - Período (T);
 - Frequência (f);
 - Velocidade de propagação (v).



2

ELEMENTOS DE UMA ONDA

- **Amplitude (A):** a amplitude de uma onda está diretamente ligada à sua intensidade, e pode ser tomada da linha média à crista ou da linha média ao vale da onda.

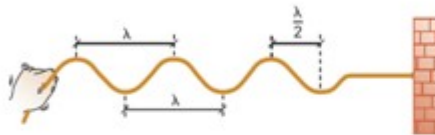


- Convém destacar que, a **crista** da onda é um dos pontos extremos de elevação; já o **vale** é um dos pontos extremos de depressão.

3

ELEMENTOS DE UMA ONDA

- **Comprimento de onda (λ):** corresponde à distância entre duas cristas consecutivas ou dois vales consecutivos. No Sistema Internacional de Medidas (S.I.) sua unidade de medida é o metro (m).



4

ELEMENTOS DE UMA ONDA

- **Período (T):** é definido como o tempo de duração de uma oscilação completa (ciclo), ou seja, é o tempo necessário para se obter uma repetição. No S.I. sua unidade de medida é o segundo (s).

- **Frequência (f):** corresponde ao número de repetições por segundo, medida em Hertz (Hz) ou s^{-1} . Pode ser calculada como o inverso do período T.

$$T = \frac{1}{f} \Rightarrow f = \frac{1}{T}$$

5

ELEMENTOS DE UMA ONDA

- Para uma melhor compreensão da relação entre frequência e período observe o exemplo a seguir:



Nesta figura, podemos observar 2 repetições por segundo. Logo, sua frequência é de 2 Hz. Para calcularmos o período utilizamos o cálculo do inverso da frequência:

$$T = \frac{1}{f} = \frac{1}{2} = 0,5s$$

6

ELEMENTOS DE UMA ONDA

- Vale destacar que, **quanto maior** é o período da onda, **menor** é a sua **frequência**.



Aumenta a **Frequência** →

7

ELEMENTOS DE UMA ONDA

- **Velocidade de propagação (v):** é uma medida da rapidez de propagação da onda num determinado meio, ou seja, *depende do meio de propagação da onda*. Calcula-se pelo quociente entre a distância percorrida e o intervalo de tempo que demora a percorrê-la. A unidade (S.I.) da velocidade de propagação é o metro por segundo (m/s).

Em um ciclo completo, temos que:

$$\Delta S = \lambda \quad e \quad \Delta t = T$$

$$v = \frac{\Delta S}{\Delta t} \Rightarrow v = \frac{\lambda}{T}$$

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

8

ELEMENTOS DE UMA ONDA

- **Velocidade de propagação (v)**

$$v = \lambda \cdot f$$

Velocidade de propagação [m/s] Comprimento de onda [m] Frequência [Hz]

9

NATUREZA DAS ONDAS

- Quanto à sua natureza, as **ondas** mais comuns podem ser classificadas em:

- Ondas mecânicas;
- Ondas eletromagnéticas.



10

NATUREZA DAS ONDAS

Ondas Mecânicas

- Necessitam de um meio material para se propagar. Exemplos: ondas numa corda ou na superfície da água, ondas sonoras.



Ondas Eletromagnéticas

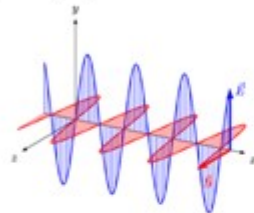
- Podem se propagar tanto no vácuo quanto em meios materiais. Exemplos: luz, microondas, ondas de rádio.



11

ONDAS ELETROMAGNÉTICAS

- **Ondas eletromagnéticas:** são formadas pela oscilação simultânea de um campo elétrico e de um campo magnético perpendiculares entre si.



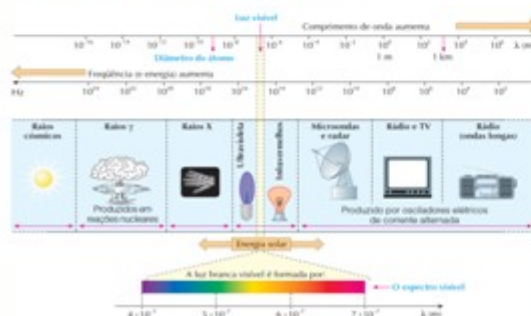
12

ESPECTRO ELETROMAGNÉTICO

- Atualmente, é conhecida uma variedade de ondas eletromagnéticas que compõem o **espectro eletromagnético**, tais como: a luz visível, as ondas de rádio, as microondas, o infravermelho e o ultravioleta, entre outras.
- Além disso, é importante destacar que o espectro eletromagnético geralmente apresenta-se organizado de acordo com as frequências e os comprimentos de onda.

13

ESPECTRO ELETROMAGNÉTICO



O SOL E SUAS RADIAÇÕES

- A **radiação solar** é a designação dada à energia radiante emitida pelo Sol, em particular aquela que é transmitida sob a forma de radiação eletromagnética;
- Cerca de metade desta energia é emitida como luz visível e o restante na faixa do infravermelho e como radiação ultravioleta.



14

O SOL E SUAS RADIAÇÕES

- **Luz visível:** apesar de englobar uma pequena região do espectro, a luz visível, é de suma importância para nós
- Na faixa do visível, há cores de luz que vão do vermelho ao violeta, sendo que cada cor possui um comprimento de onda e uma frequência específica.

Luz	Comprimento de onda (10 ⁻⁹ m)	Frequência (10 ¹⁴)
Violeta	4,0 x 4,5	6,7 x 7,5
Azul	4,5 x 5,0	6,0 x 6,7
Amarelo	5,0 x 5,5	5,5 x 6,0
Verde	5,5 x 6,0	5,0 x 5,5
Laranja	6,0 x 6,5	4,5 x 5,0
Amarelo-alaranjado	6,5 x 7,0	4,3 x 4,6
Vermelho	7,0 x 7,5	4,0 x 4,3

16

O SOL E SUAS RADIAÇÕES

- A sensação visual de cor que a luz visível provoca nos seres humanos está relacionada à frequência da radiação;
- Assim, ondas luminosas com comprimentos de onda diferentes provocam sensações visuais de cores diferentes (luz de menor frequência provoca a sensação visual do vermelho; já a luz com a maior frequência provoca a sensação visual do violeta).



17

O SOL E SUAS RADIAÇÕES

- **Radiação infravermelha (IV):** consiste em ondas eletromagnéticas com comprimentos de onda localizados na região invisível do espectro logo abaixo do vermelho;
- É originada da agitação térmica das partículas que constituem os corpos, geralmente associada ao calor.

18

O SOL E SUAS RADIAÇÕES

- Qualquer corpo com temperatura acima do zero absoluto (-273 °C) emite radiação infravermelha;
- Mesmo objetos incandescentes emitem normalmente mais infravermelho que luz visível;
- Cerca de 60% da radiação emitida pelo Sol, por exemplo, situa-se na faixa do infravermelho.

19

O SOL E SUAS RADIAÇÕES

- Podemos encontrar aplicações da radiação infravermelha na Astronomia, em campos militares e na espectroscopia, em fotografias térmicas, dentre outras.

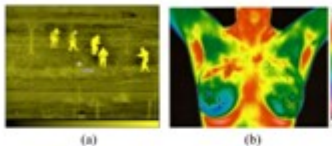


Figura 2 - Exemplos de aplicações da radiação infravermelha: (a) "visão noturna" de um campo de batalha [5] e (b) mapeamento das temperaturas de um corpo feminino para detecção de tumores na região mamária [6].

20

O SOL E SUAS RADIAÇÕES

- Atualmente temos contato diário com um equipamento que se utiliza da radiação infravermelha: os controles remotos de equipamentos eletrônicos
- Nessa aplicação, uma fonte de raios infravermelho localizada no controle remoto, envia uma série de flashes ao detector, localizado no aparelho que está sendo controlado, que decodifica o comando e executa a função por ele determinada.



21

O SOL E SUAS RADIAÇÕES

- **Radiação ultravioleta (UV):** tem comprimento de onda menor e frequência maior que da luz violeta, daí seu nome;
- De acordo com o comprimento de onda, a radiação ultravioleta é dividida em três faixas:
 - ◊ UVA;
 - ◊ UVB;
 - ◊ UVC.

22

O SOL E SUAS RADIAÇÕES

- **Radiação UVA:** faixa UV menos energética e que penetra profundamente na pele. Está associada ao bronzeamento, pois estimula a produção de um pigmento chamado *melanina*, responsável pelo escurecimento da pele. Por serem intensos durante todo o ano podem causar manchas, envelhecimento cutâneo e, a longo prazo, rugas, flacidez e câncer de pele pelo efeito acumulativo dos raios.

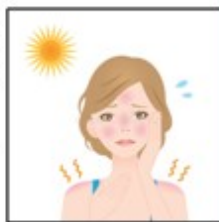


Desenvolvimento de erupções na pele por 20 anos e fica com uma aparência de 200 anos devido ao envelhecimento que a radiação UVA causa.

23

O SOL E SUAS RADIAÇÕES

- **Radiação UVB:** são mais intensa do que os raios UVA, porém por serem parcialmente absorvidos pela camada de ozônio, atingem a pele superficialmente. Possuem maior intensidade durante o verão, podendo causar vermelhidão e queimaduras.



24

O SOL E SUAS RADIAÇÕES

- **Radiação UVC:** é o tipo de radiação mais perigosa e de maior energia. Contudo os raios UVC não atingem a superfície terrestre, uma vez que são filtrados pela camada de ozônio.



25

BENEFÍCIOS DA EXPOSIÇÃO SOLAR

- A fim de evitar danos cumulativos e irreversíveis, é **recomendável** o uso de filtro solar e a exposição **moderada ao Sol**;
- Vale destacar que a **breve exposição aos raios ultravioletas** (aproximadamente de 10 a 15 minutos pelo menos duas vezes por semana) é suficiente para a **síntese de vitamina D**, cuja principal função é **facilitar a absorção de cálcio no organismo humano**.

26

O QUE SIGNIFICA O FPS

- O **filtro** ou **protetor solar** tem a função de absorver a radiação ultravioleta que incide em nossos corpos durante os banhos de Sol;
- O Fator de Proteção Solar (FPS) é dado pela seguinte relação:

$$\text{FPS} = \frac{\text{tempo de exposição mínima para a produção de vermelhidão na pele protegida}}{\text{tempo de exposição mínima para a produção de vermelhidão na pele desprotegida}}$$

- Assim, o FPS representa o tempo a mais que a pele fica protegida.

27

O QUE SIGNIFICA O FPS

- Por exemplo: se sua pele leva cinco minutos para sofrer os efeitos do Sol, ao passar um protetor com fator de proteção solar 15, a pele demora 15 vezes mais tempo (no caso, 75 minutos) para sofrer os mesmos efeitos sem uso do protetor;
- É importante destacar que os efeitos causados pela radiação solar dependem também da tonalidade da pele;
- Um protetor com FPS 60, a princípio, protegeria a pele contra a radiação solar por quatro vezes mais tempo!

28

REFERÊNCIAS

- FEITZE, E. *Química Geral*. São Paulo: Moderna, v. 1, 6 ed., 2004.
- HAJI IDAY, D.; RESNICK, R.; WAJEEB, J. *Fundamentos da Física: Gravitação, Ondas e Termodinâmica*. Rio de Janeiro: LTC – Livros Técnicos e Científicos Editora S.A., 8ª ed., v. 2, 2009.
- RAMALHO, F.; MICOJAU, G. F.; TOJEDO, P. A. *Os Fundamentos da Física*, 6ª edição, Vol. 2 e 3. São Paulo: Editora Moderna, 1997.
- TORTORA, G. J.; DERRICKSON, B. *Princípios de anatomia e fisiologia*, 14. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2016.

29

Obrigada pela
atenção!



APÊNDICE 7

Texto de apoio para o experimento *Enxergando o invisível*



ATIVIDADE EXPERIMENTAL: "ENXERGANDO O INVISÍVEL"

Não há nada melhor que chegarmos à nossa casa depois de um longo dia, nos jogar no sofá e, com a comodidade oferecida pelo mundo moderno, ligar a TV sem precisar ir até ela, acionando-a ao apertar um único botão do controle remoto.

O que você talvez ainda não saiba, é que até mesmo nesta trivial atividade diária a radiação eletromagnética encontra-se envolvida.

A tecnologia comumente utilizada nos controles remotos de televisores é o infravermelho. A luz infravermelha, localizada no controle remoto, envia sinais (representados por códigos binários específicos) ao detector, localizado no aparelho que está sendo controlado, que decodifica o comando e executa a função por ele determinada.

No entanto, a luz infravermelha está localizada fora da faixa visível do espectro eletromagnético, impossibilitando sua visualização pelo olho humano.

Então, que tal enxergar o invisível? Nesta experiência, será possível visualizar a luz infravermelha (invisível ao olho humano) por intermédio da câmera fotográfica do aparelho celular. Para isso, é só acionar a câmera fotográfica de seu celular e aproximá-la da luz infravermelha do controle remoto. Aperte qualquer botão do controle e seja capaz de "enxergar o invisível"!

Isso é possível, pois os sensores eletrônicos digitais possuem uma sensibilidade de amplo espectro, conseguindo detectar radiações invisíveis, como a infravermelha, imperceptíveis ao olho humano. Isso acontece, pois o aparelho celular transforma a radiação infravermelha, invisível para nós, em uma luz visível.

Figura 7: imagem ilustrativa de um controle remoto.



Disponível em:
<<https://portale7.blogspot.com>>
Acesso em: 14/09/2018.



APÊNDICE 8

Tutorial do aplicativo *online Plickers*



Tutorial Plickers

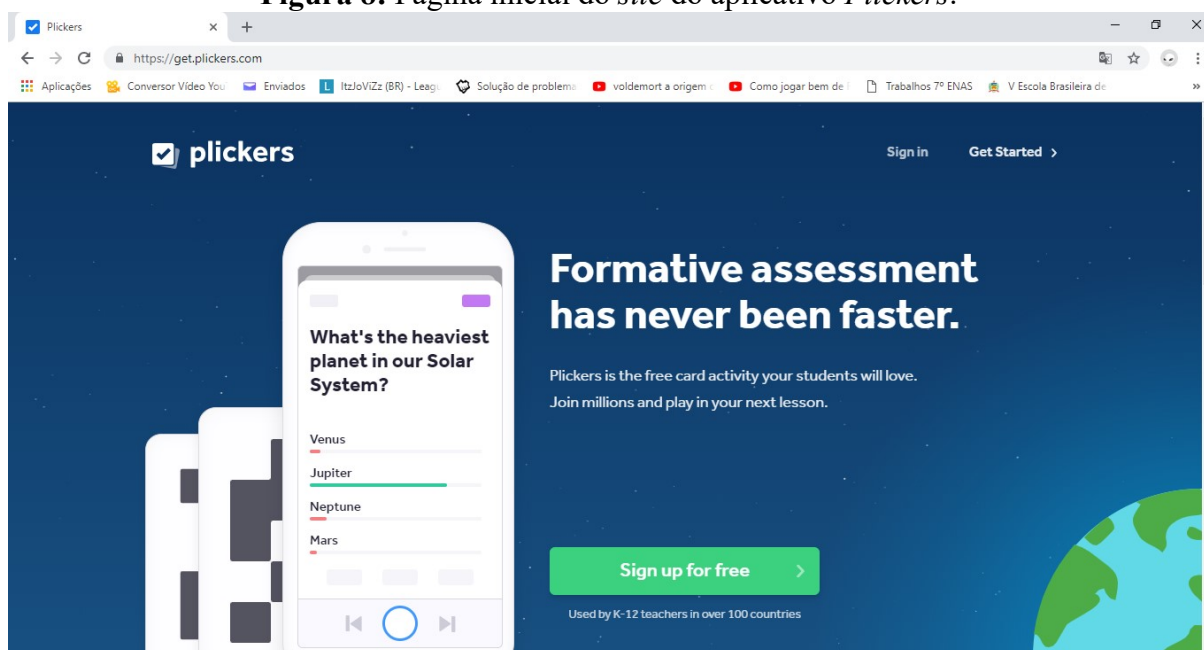
✓ Para início de conversa... O que é *Plickers*?

É um aplicativo móvel que permite a elaboração de questionários de múltipla escolha e possibilita a visualização rápida das respostas individuais fornecidas pelos alunos por intermédio de cartões individuais.

Em outras palavras, o *Plickers* pode ser uma ferramenta útil no processo avaliativo tornando-o mais dinâmico, além de possibilitar a visualização imediata das respostas dadas pelos alunos.

Para conhecer um pouco mais sobre o *Plickers*, basta acessar o endereço eletrônico <<https://www.plickers.com/>>.

Figura 8: Página inicial do *site* do aplicativo *Plickers*.



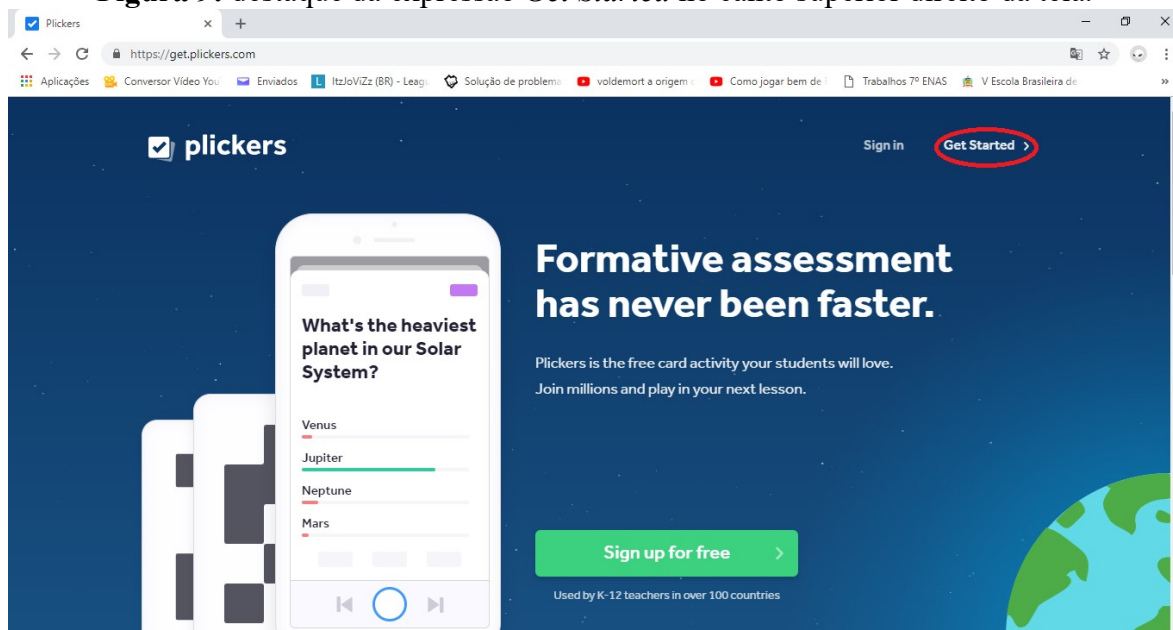
Disponível em: <<https://www.plickers.com/>>.
Acesso em: 18/09/2018.

✓ Como efetuar seu primeiro acesso?

Após acessar o endereço eletrônico do *Plickers* – <<https://www.plickers.com/>> – acompanhe o passo a passo a seguir para realizar o primeiro acesso ao *site*:

- 1º passo: clique no canto superior direito *Get Started*.

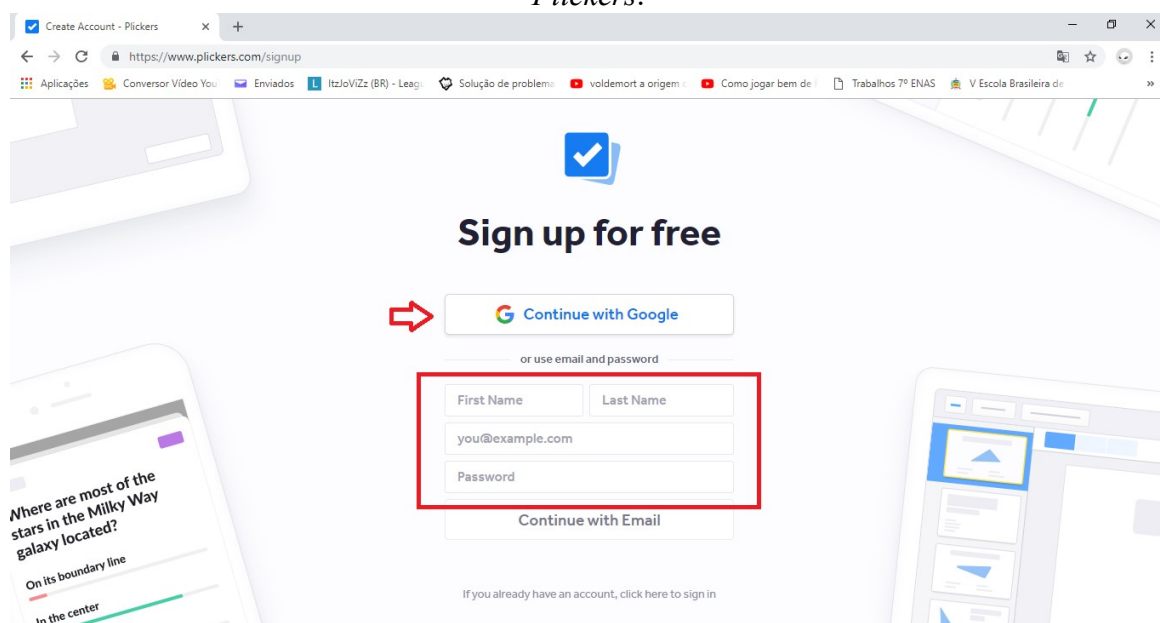
Figura 9: destaque da expressão *Get Started* no canto superior direito da tela.



Disponível em: <<https://www.plickers.com/>>.
Acesso em: 18/09/2018.

- 2º passo: o *site* oferece ao usuário dois modos de se inscrever gratuitamente no mesmo: ou utilizando uma conta *Google*; ou preenchendo os campos em branco na seguinte ordem: nome, sobrenome, email e senha.

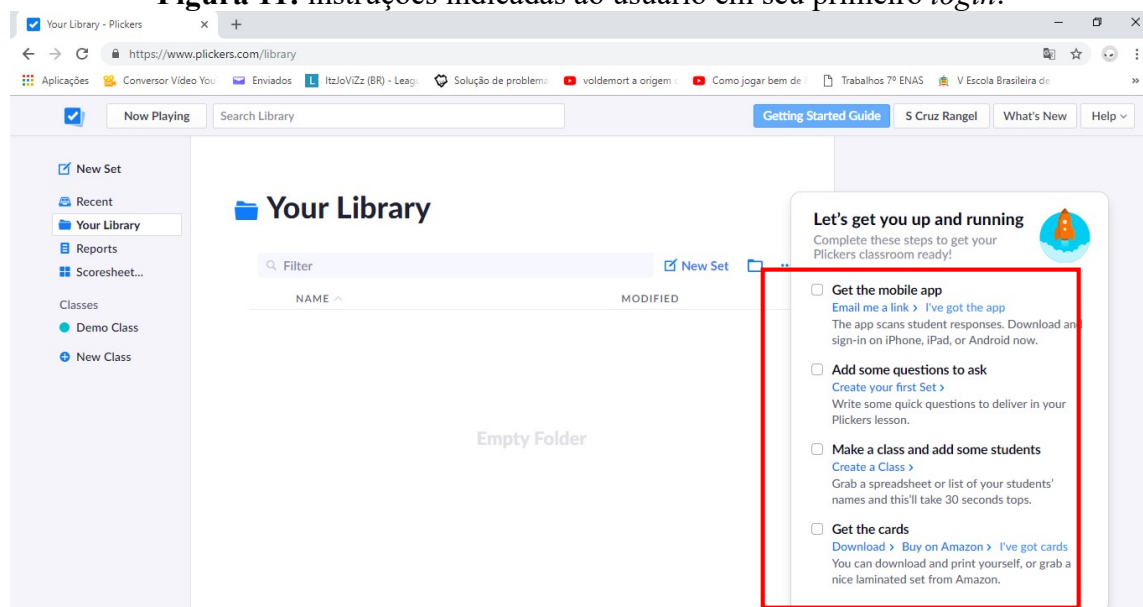
Figura 10: opções disponíveis ao usuário para inscrição gratuita no *site* do aplicativo *Plickers*.



Disponível em: <<https://www.plickers.com/>>.
Acesso em: 18/09/2018.

- **3º passo:** após efetuar seu *login*, aparecerá no lado direito da tela uma mensagem para o usuário completar as quatro etapas indicadas para preparar sua sala de aula *Plickers*.

Figura 11: instruções indicadas ao usuário em seu primeiro *login*.



Disponível em: <<https://www.plickers.com/>>.
Acesso em: 18/09/2018.

A primeira instrução dada pela mensagem é que o usuário obtenha o aplicativo para dispositivos móveis, pois o aplicativo instalado no celular será responsável por realizar a leitura das respostas dos alunos.

Na segunda instrução, a mensagem sugere que sejam criadas algumas questões com perguntas rápidas e pede para o usuário criar sua primeira lista de perguntas.

Posteriormente, é aconselhável que o usuário crie uma turma e adicione alguns alunos, podendo copiar seus nomes de uma planilha, por exemplo.

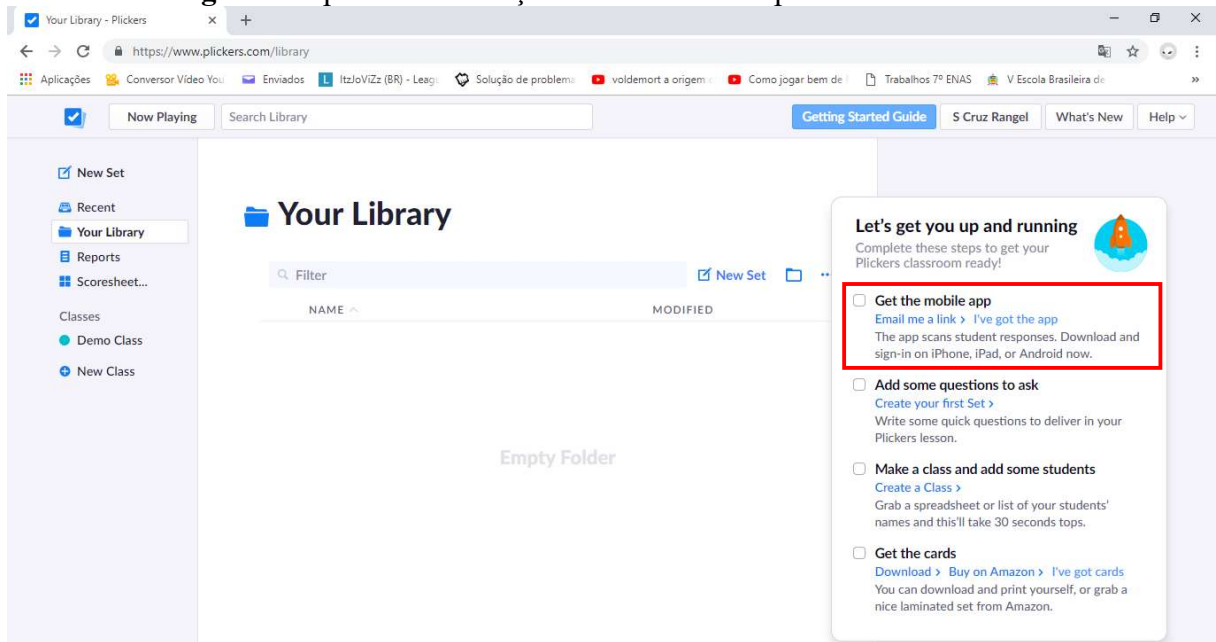
Finalmente, a mensagem recomenda que o usuário faça o *download* dos cartões individuais.

Vamos verificar separadamente cada uma dessas recomendações dadas?

✓ Instalação do aplicativo *Plickers* em seu dispositivo móvel

Para instalar o aplicativo no seu dispositivo móvel, você pode pedir que um email seja enviado para você (clcando em *Email me a link*) ou procurar em sua loja de aplicativos pelo *Plickers*.

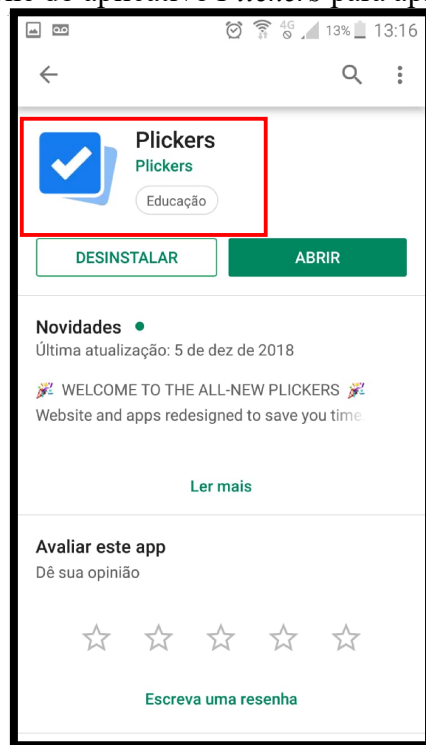
Figura 12: primeira instrução ao usuário dada pelo *site* do *Plickers*.



Disponível em: <<https://www.plickers.com/>>.
Acesso em: 18/09/2018.

O ícone do *Plickers* que deverá ser instalado em seu dispositivo móvel é mostrado na figura abaixo:

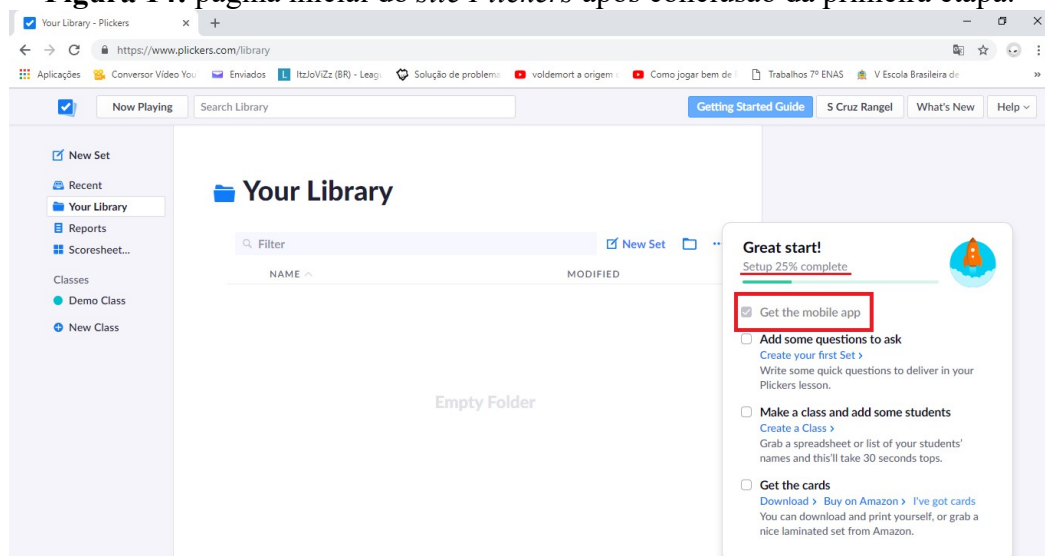
Figura 13: ícone do aplicativo *Plickers* para aplicativos móveis.



Fonte: elaboração própria.

Após a instalação do aplicativo em seu dispositivo móvel, automaticamente aparecerá que esta etapa se completou na página inicial do *Plickers*.

Figura 14: página inicial do *site Plickers* após conclusão da primeira etapa.

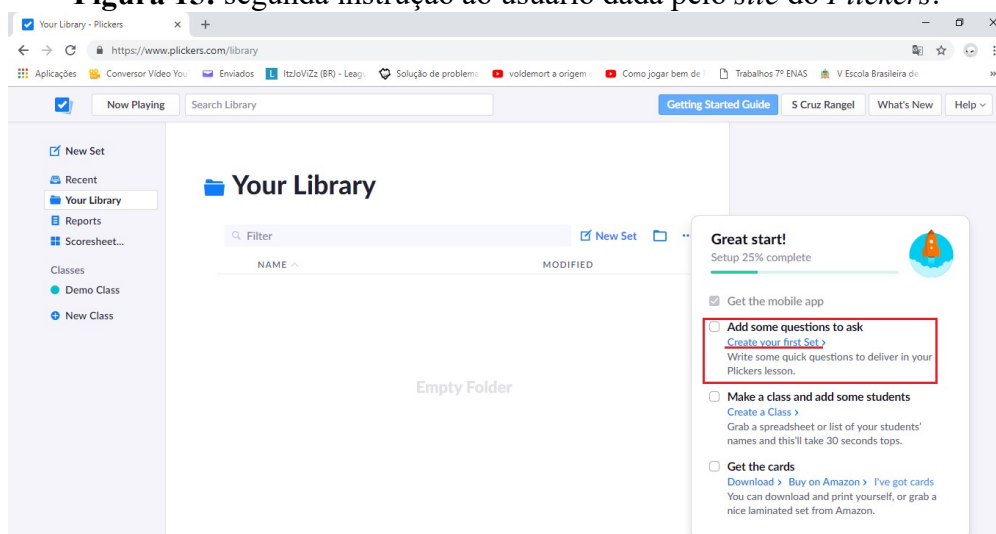


Disponível em: <<https://www.plickers.com/>>.
Acesso em: 18/09/2018.

✓ Inserção de perguntas

Está na hora de criar sua primeira lista de perguntas. Para isso, vá até a segunda instrução mostrada na mensagem e acompanhe o procedimento sugerido ao clicar no *link Create your first Set*.

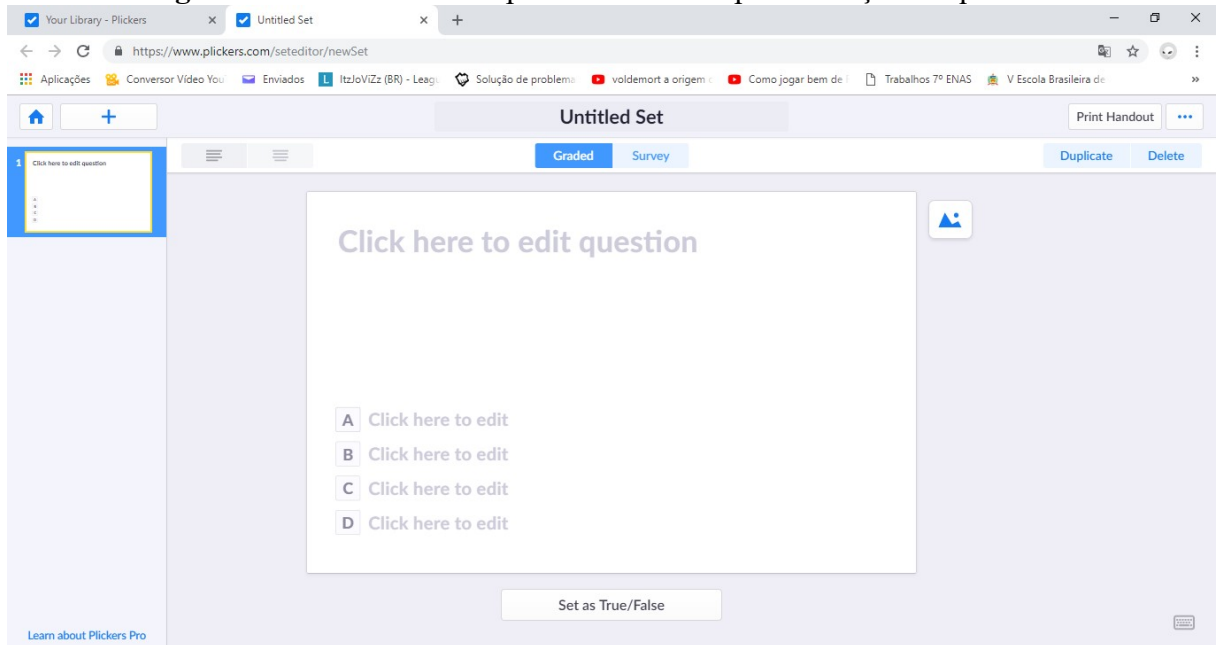
Figura 15: segunda instrução ao usuário dada pelo *site* do *Plickers*.



Disponível em: <<https://www.plickers.com/>>.
Acesso em: 18/09/2018.

Automaticamente, o *site* abrirá uma nova aba, indicada abaixo, onde será possível editar questões:

Figura 16: nova aba aberta pelo *site Plickers* para inserção de questões.

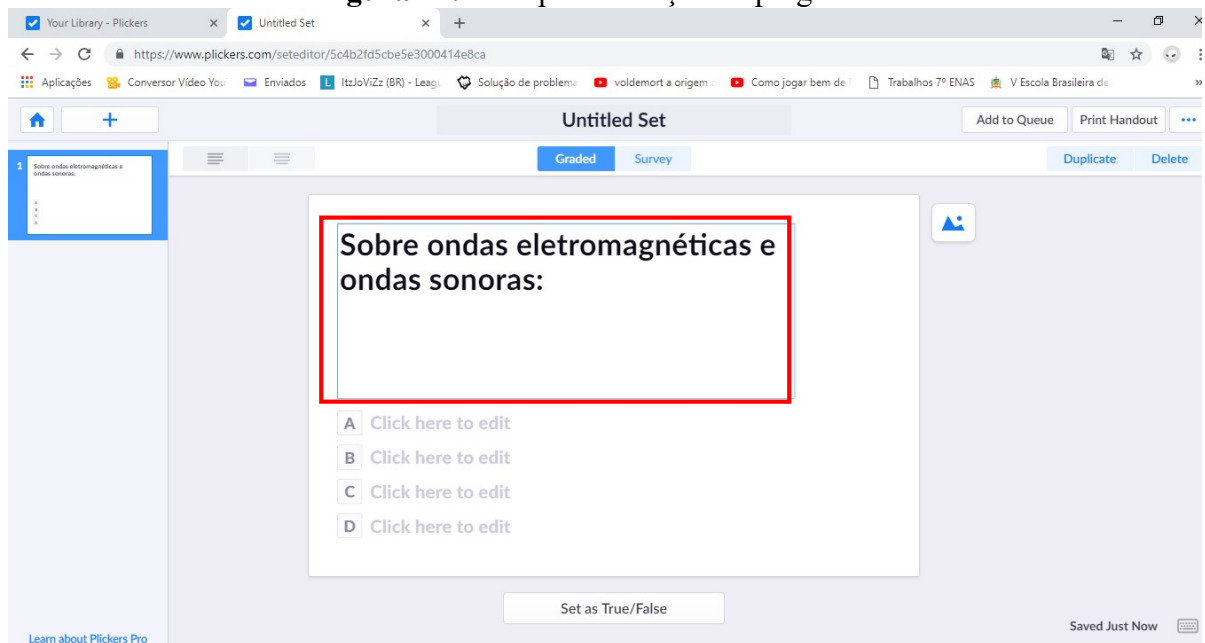


Disponível em: <<https://www.plickers.com/>>.

Acesso em: 18/09/2018.

Digite sua pergunta na caixa de texto fornecida, conforme exemplo a seguir.

Figura 17: exemplo de edição de perguntas.

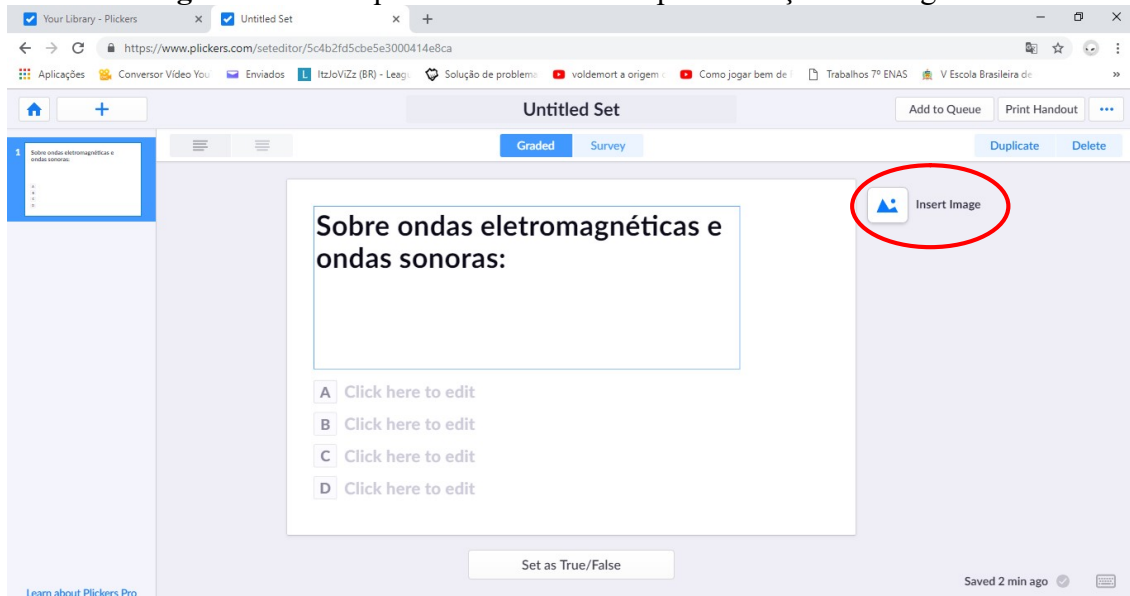


Disponível em: <<https://www.plickers.com/>>.

Acesso em: 18/09/2018.

Além da questão, você pode incluir imagens selecionando a opção *Insert Image* que aparece no canto superior direito da caixa de texto.

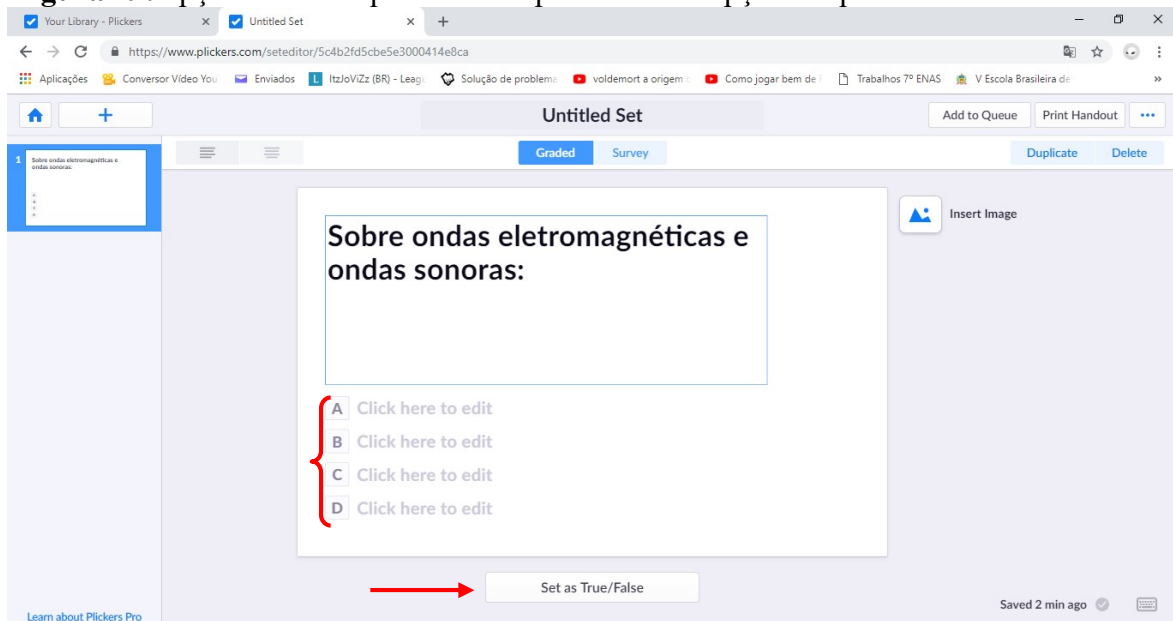
Figura 18: destaque do ícone utilizado para inserção de imagens.



Disponível em: <<https://www.plickers.com/>>.
Acesso em: 18/09/2018.

Após digitar sua pergunta, ela já vem com quatro opções de múltipla escolha para você editar, ou se preferir, crie uma pergunta de Verdadeiro/Falso, clicando na opção *Set as True/False*.

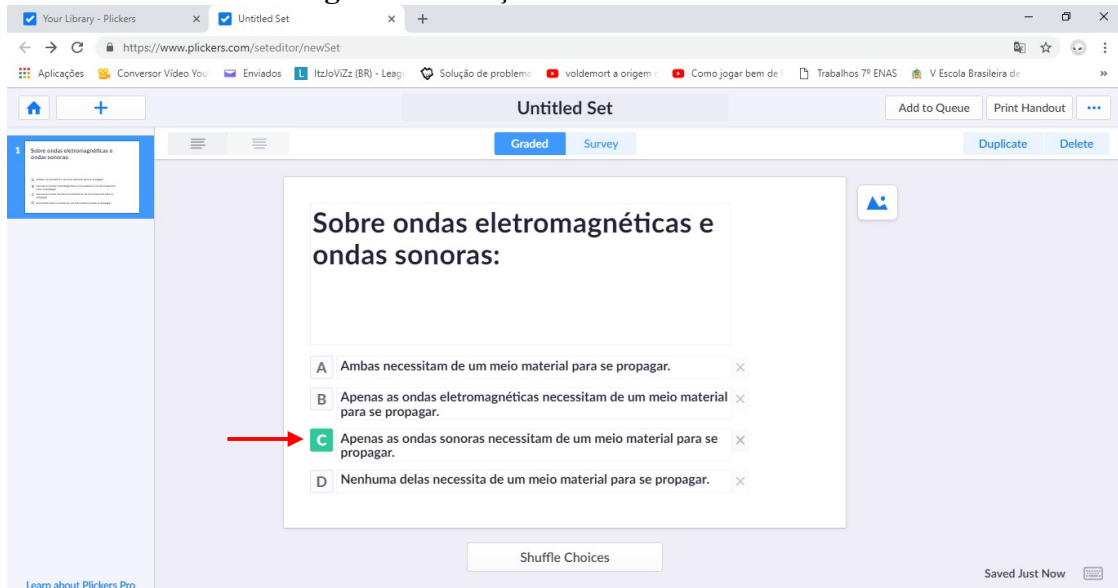
Figura 19: opções de uma questão múltipla escolha e opção de questão Verdadeiro/Falso.



Disponível em: <<https://www.plickers.com/>>.
Acesso em: 18/09/2018.

Não se esqueça de indicar a alternativa correta, que aparecerá na cor verde.

Figura 20: seleção de alternativa correta.

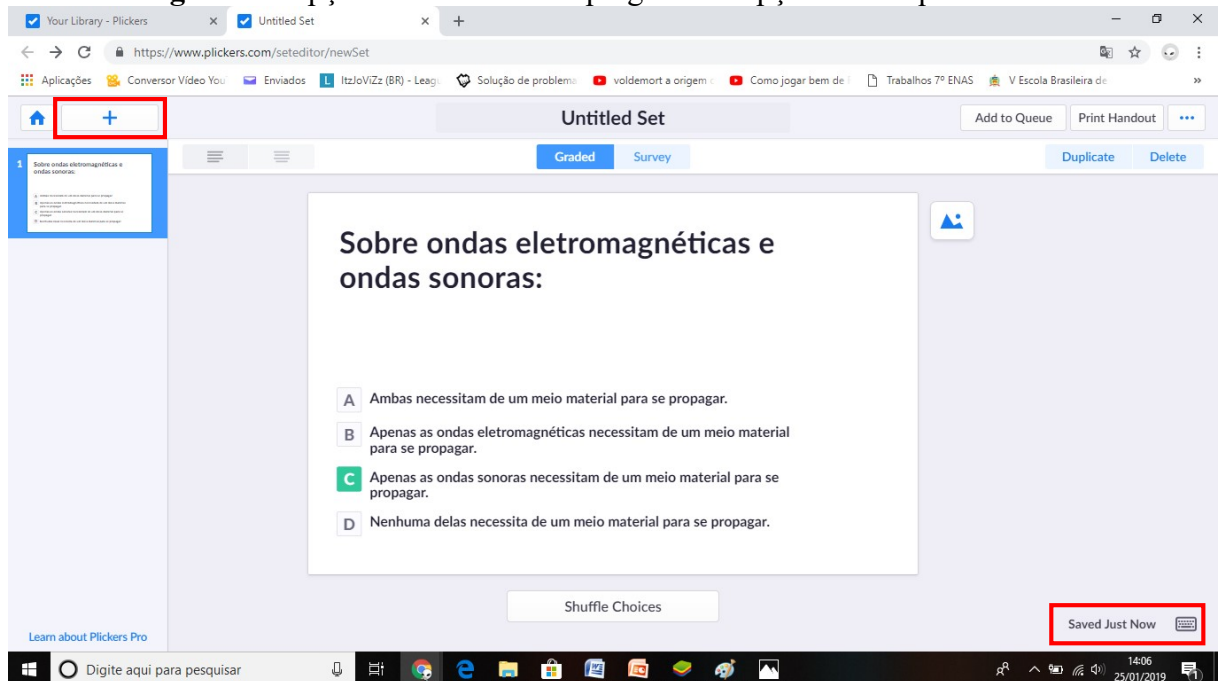


Disponível em: <<https://www.plickers.com/>>.

Acesso em: 18/09/2018.

Quando finalizar este procedimento, salve sua pergunta clicando na opção **Saved Just Now** (localizada no canto inferior direito) ou clique na opção **+** (localizada no canto superior esquerdo) para adicionar novas perguntas.

Figura 21: opção adicionar novas perguntas e opção salvar questionário.

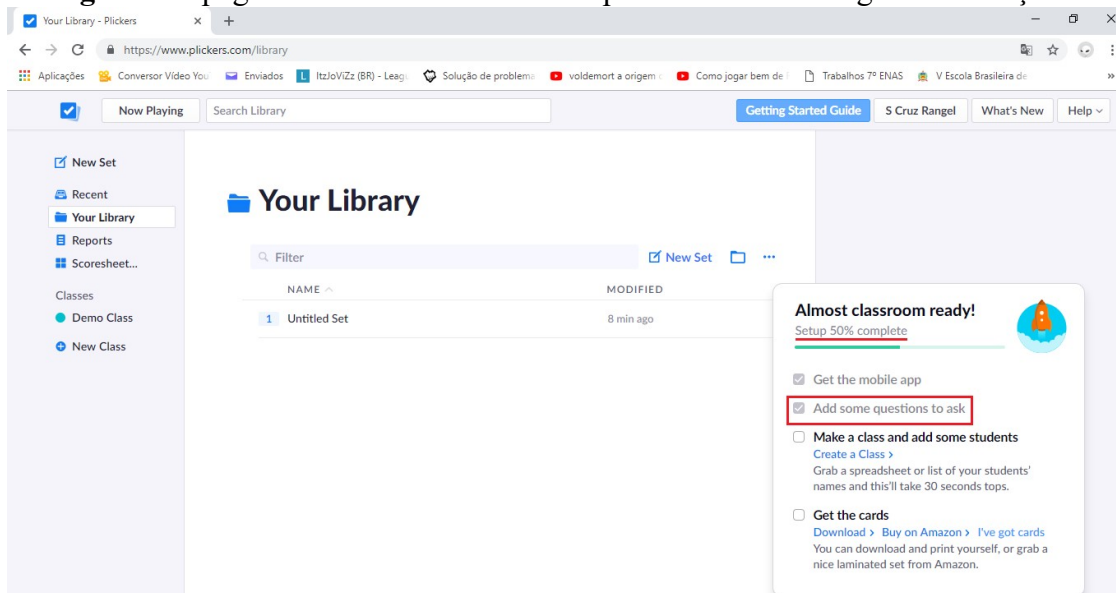


Disponível em: <<https://www.plickers.com/>>.

Acesso em: 18/09/2018.

Ao retornar à página inicial da sua conta *Plickers*, aparecerá que você já completou esta etapa e está quase pronto para aula. Sua barra de progresso terá aumentado para 50%.

Figura 22: página inicial do site *Plickers* após conclusão da segunda instrução.

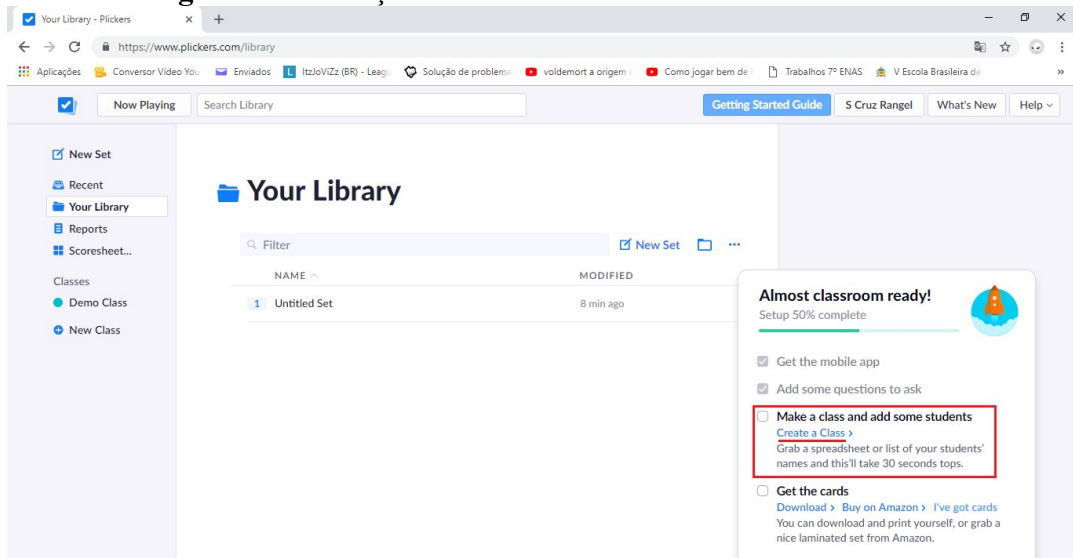


Disponível em: <<https://www.plickers.com/>>.
Acesso em: 18/09/2018.

✓ Criação de turmas

Crie sua turma e adicione alguns alunos, sendo possível copiar seus nomes de uma planilha, por exemplo. Para isso, vá até a opção *Create a Class*.

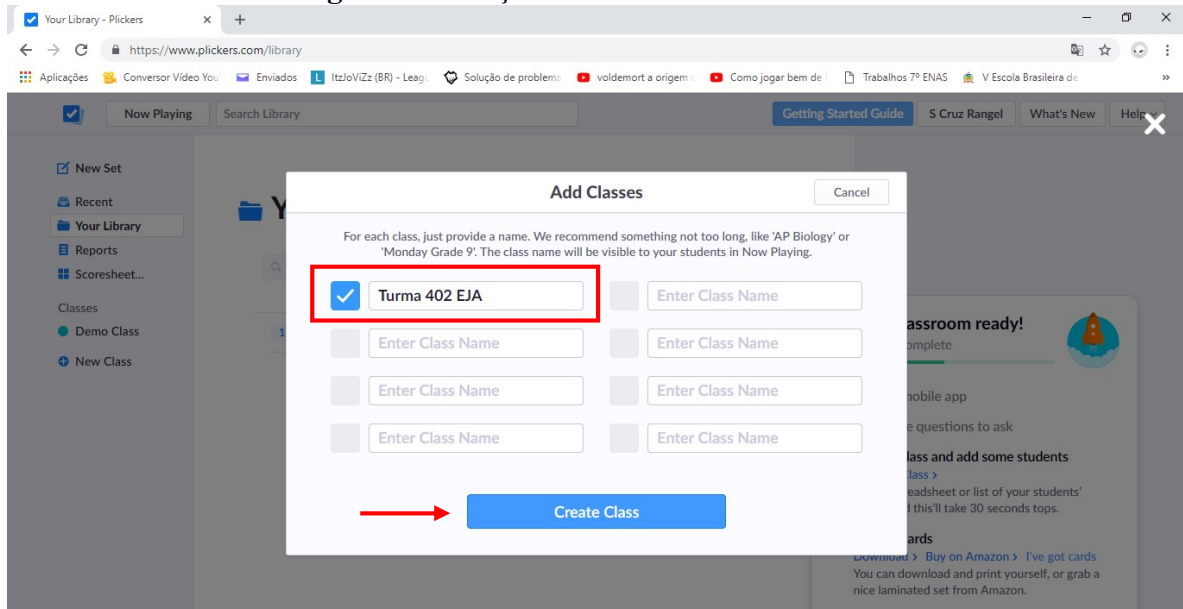
Figura 23: instrução de como criar turma e adicionar alunos.



Disponível em: <<https://www.plickers.com/>>.
Acesso em: 18/09/2018.

Ao selecionar a opção **Create a Class**, aparecerá na tela várias caixas de texto com a palavra *Enter Class Name*. Clique em uma delas, adicione o nome da turma que você deseja criar, como mostrado no exemplo abaixo, e selecione a opção **Create Class**.

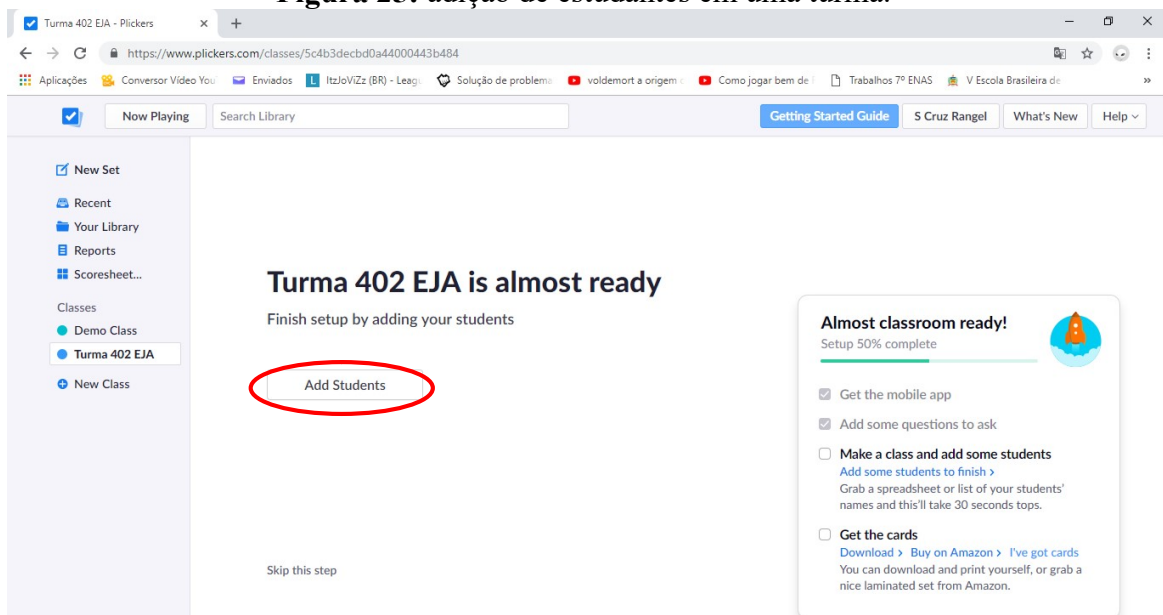
Figura 24: criação de turmas no site Plickers.



Disponível em: <<https://www.plickers.com/>>.
Acesso em: 18/09/2018.

Após a criação da turma, aparecerá a opção **Add Students**, para que os alunos sejam adicionados à turma.

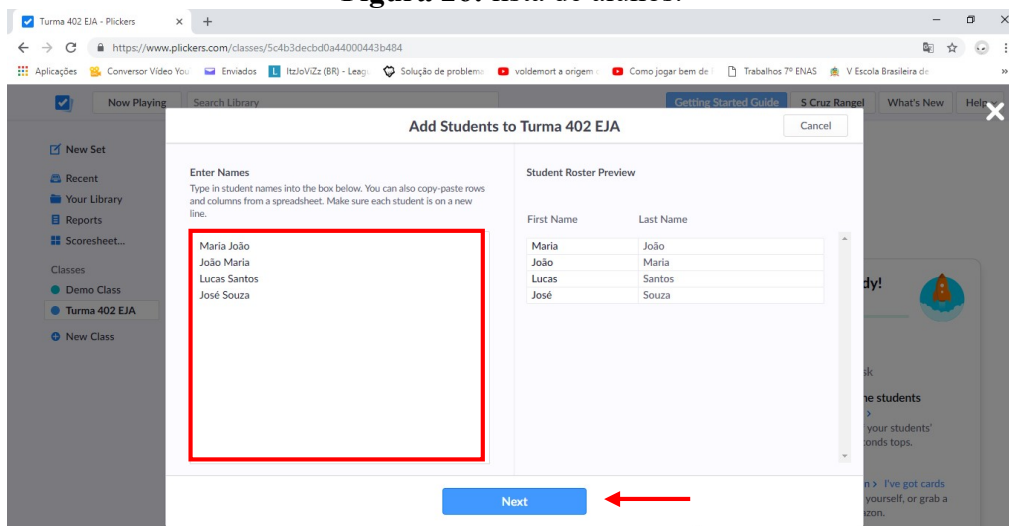
Figura 25: adição de estudantes em uma turma.



Disponível em: <<https://www.plickers.com/>>.
Acesso em: 18/09/2018.

Ao selecionar esta opção, aparecerá uma caixa de texto para que você possa digitar o nome dos alunos da classe. Fique atento para que o nome de cada um dos estudantes ocupe linhas diferentes. É possível copiar os nomes de todos os alunos de uma só vez, utilizando uma planilha que você tenha em seu computador, por exemplo. Ao finalizar a lista de alunos, clique na opção *Next*.

Figura 26: lista de alunos.

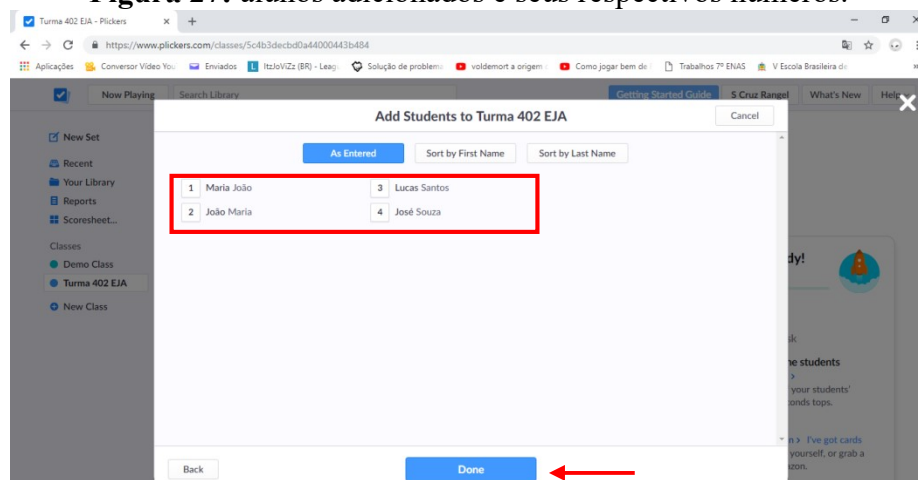


Disponível em: <<https://www.plickers.com/>>.

Acesso em: 18/09/2018.

Aparecerá para o usuário, uma nova janela onde para cada aluno é atribuído um número, que será útil mais à frente no que se refere ao seu cartão individual. Confira se os nomes estão corretos e se todos os alunos da turma encontram-se relacionados na lista. Ao finalizar, selecione a opção *Done*.

Figura 27: alunos adicionados e seus respectivos números.

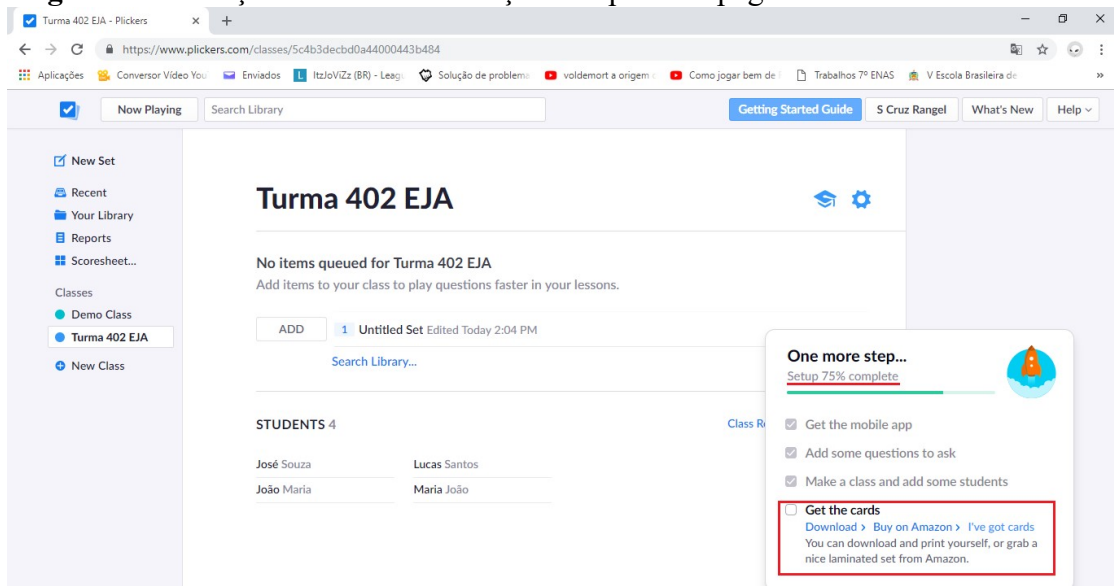


Disponível em: <<https://www.plickers.com/>>.

Acesso em: 18/09/2018.

Em sua tela inicial do *Plickers*, aparece que só há mais uma etapa para completar o tutorial e sua barra de progresso encontra-se agora em 75%.

Figura 28: exibição da terceira instrução completa na página inicial do *site Plickers*.

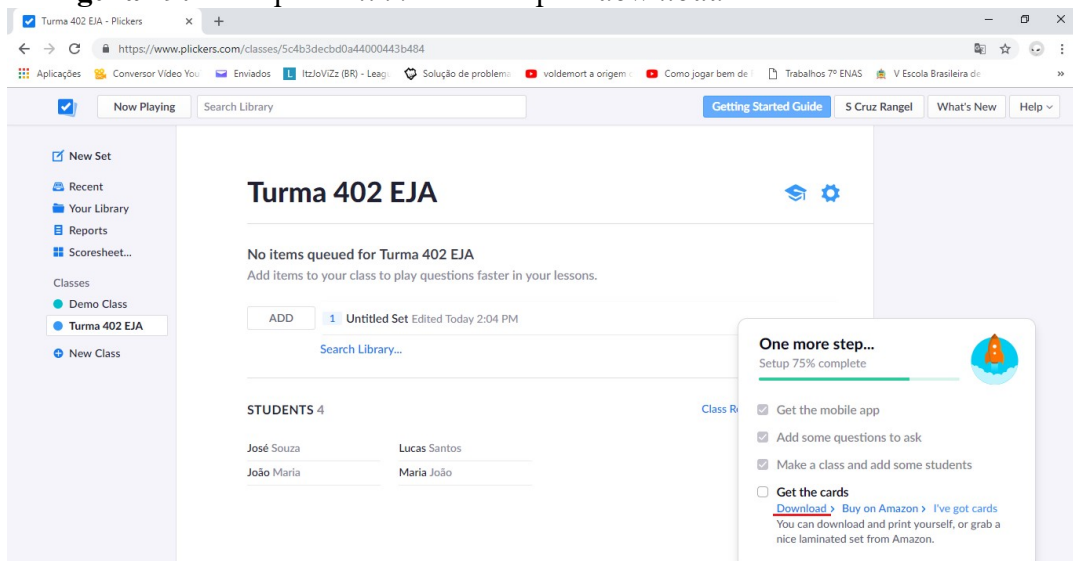


Disponível em: <<https://www.plickers.com/>>.
Acesso em: 18/09/2018.

✓ Obtenção dos cartões

Para obter e imprimir os cartões individuais que serão utilizados individualmente pelos alunos, durante a execução da aula, selecione a opção **Download**.

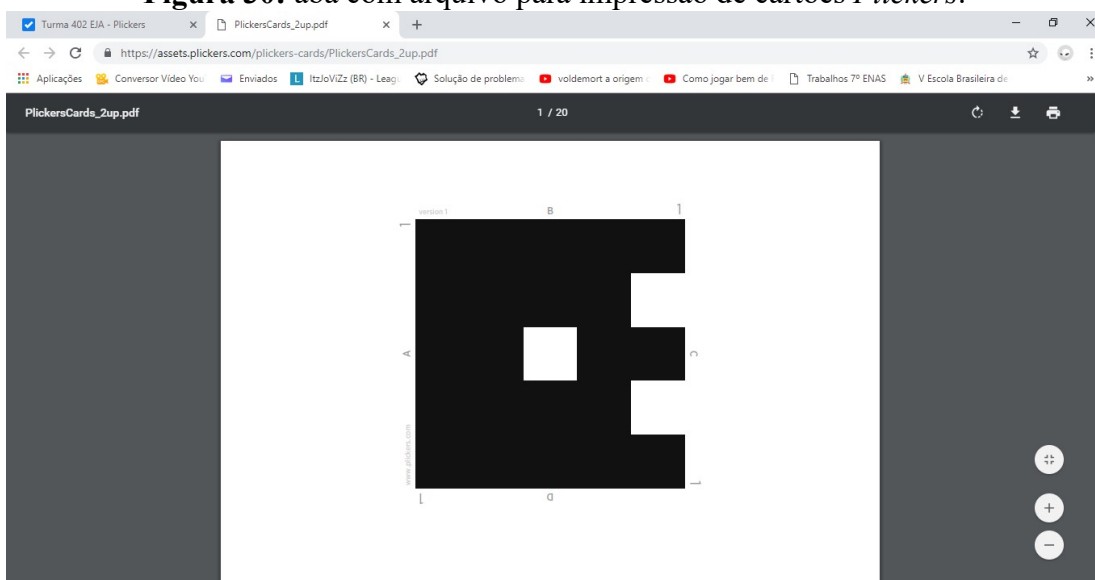
Figura 29: destaque do *link* utilizado para *download* dos cartões individuais.



Disponível em: <<https://www.plickers.com/>>.
Acesso em: 18/09/2018.

Ao clicar em **Download**, o *site* direciona o usuário para uma nova aba que possui um arquivo que pode ser impresso ou salvo na versão .pdf, contendo 40 cartões individuais indicados por números. Cada cartão possui quatro lados correspondentes às alternativas que podem ser selecionadas para as questões criadas.

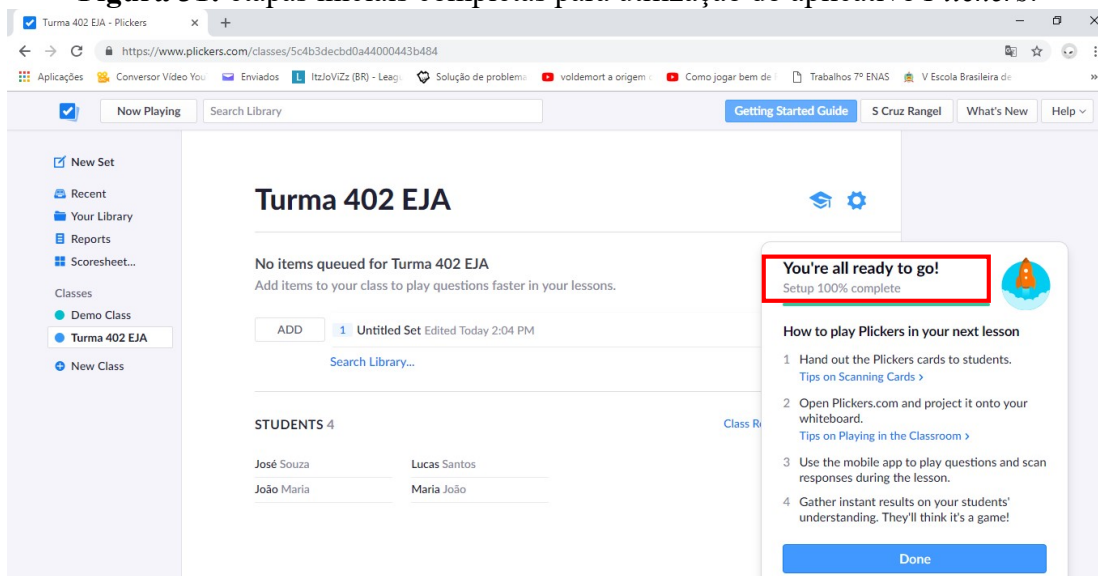
Figura 30: aba com arquivo para impressão de cartões *Plickers*.



Disponível em: <<https://www.plickers.com/>>.
Acesso em: 18/09/2018.

Ao retornar à página inicial, o usuário terá finalizado os passos iniciais, completando 100% da barra de progresso.

Figura 31: etapas iniciais completas para utilização do aplicativo *Plickers*.

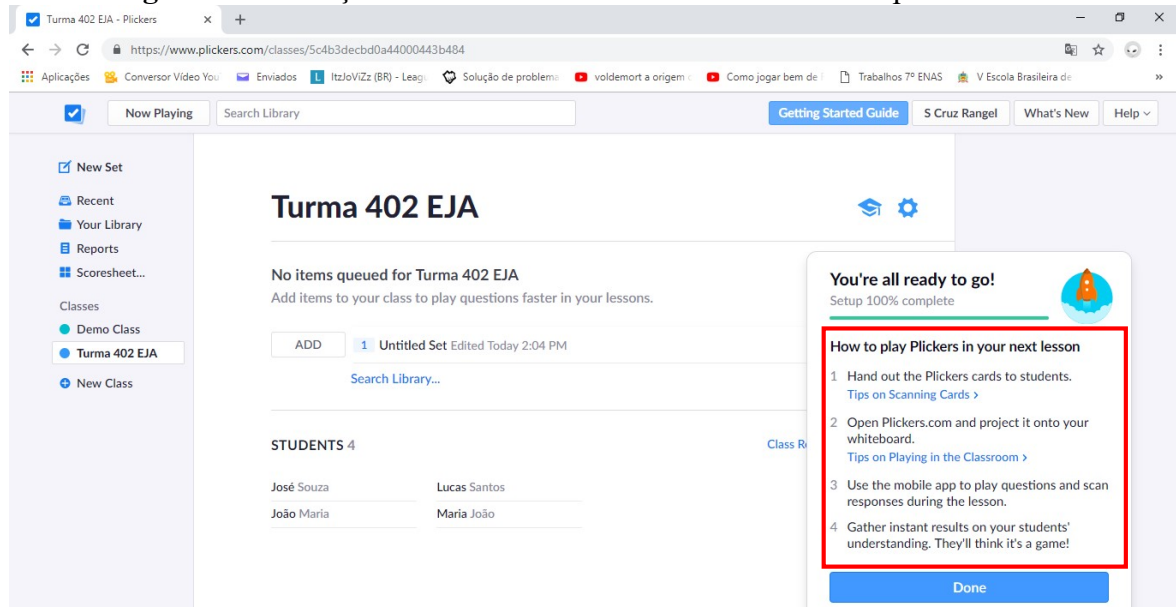


Disponível em: <<https://www.plickers.com/>>.
Acesso em: 18/09/2018.

✓ Mas como utilizar o aplicativo *Plickers* na aula?

Agora que você já aprendeu os procedimentos básicos do aplicativo *Plickers*, aparecerá uma mensagem com instruções de como utilizá-lo em sua próxima aula.

Figura 32: instruções sobre como utilizar o *Plickers* em sua próxima aula.



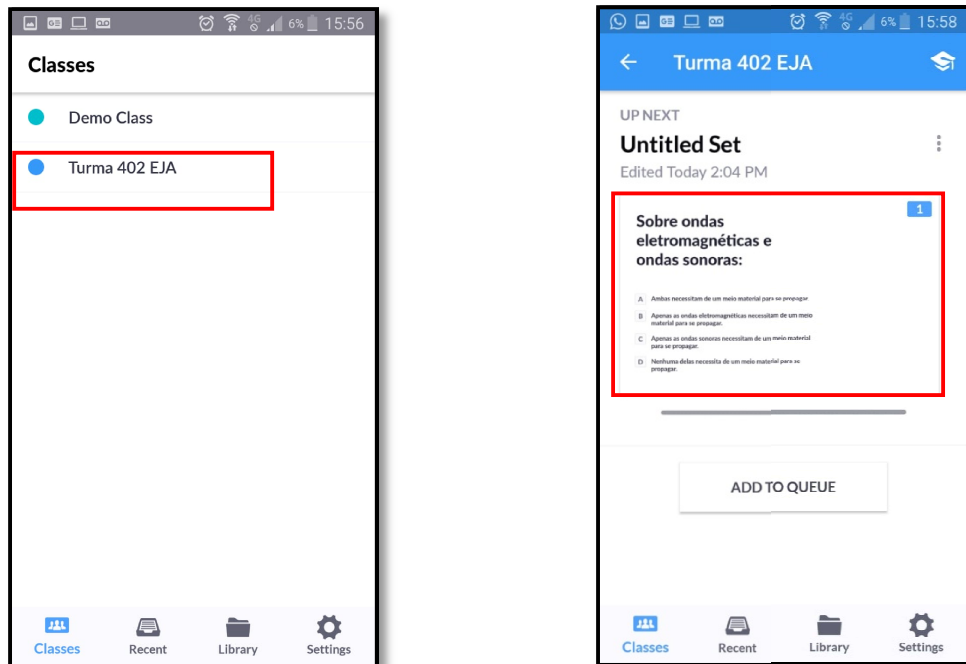
Disponível em: <<https://www.plickers.com/>>.
Acesso em: 18/09/2018.

- 1º) Com os cartões *Plickers* impressos, distribua-os para cada um dos alunos;
- 2º) Abra a página do *Plickers* e projete-a no seu quadro branco;
- 3º) Utilize o aplicativo *Plickers* para dispositivos móveis para reproduzir perguntas e verificar respostas durante a aula;
- 4º) Finalmente, obtenha resultados instantâneos a respeito da compreensão dos alunos sobre a aula.

✓ Dicas importantes para leitura dos cartões

- Para iniciar o processo de digitalização, você precisa selecionar a turma para qual irá realizar uma pergunta e, posteriormente, escolher a questão que você deseja usar no aplicativo móvel do *Plickers*;

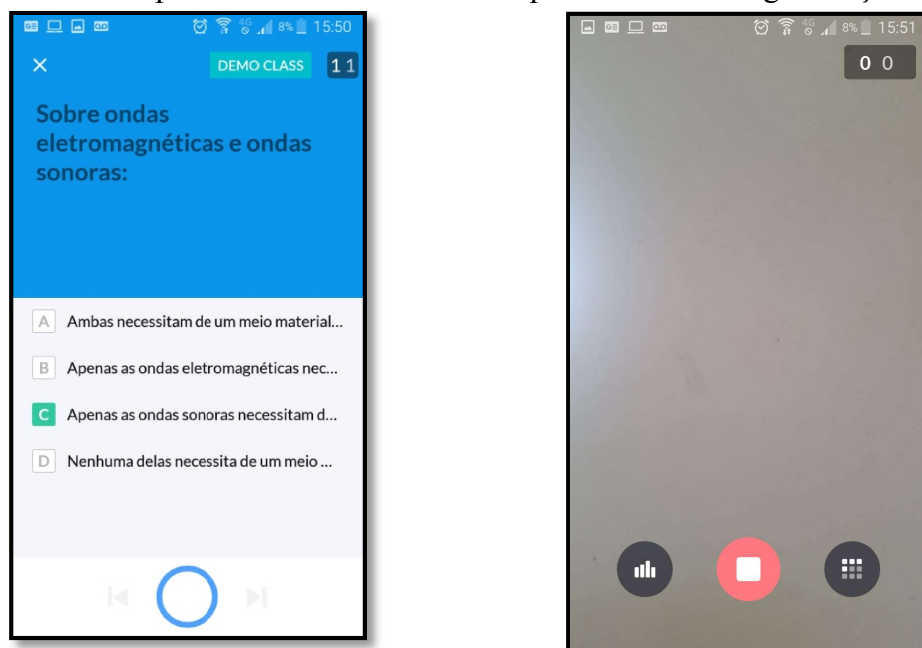
Figura 33: seleção da turma e da pergunta no dispositivo móvel para início do processo de digitalização.



Fonte: elaboração própria.

- Após clicar na pergunta desejada, selecione o círculo azul no centro inferior da tela de seu dispositivo móvel para iniciar a leitura dos cartões dos alunos. Ao digitalizá-los, você verá o número de cartões digitalizados com êxito na parte superior do seu dispositivo móvel. Depois de digitalizar todos os seus alunos, pressione o botão de círculo vermelho para interromper a digitalização. A tela do seu dispositivo móvel será atualizada automaticamente;

Figura 34: botão azul para início e botão vermelho para término da digitalização das respostas.



Fonte: elaboração própria.

- Na hora da realização da leitura dos cartões, repare que: verde indica respostas corretas, vermelho indica respostas incorretas, cinza escuro indica respostas inválidas e cinza claro indica que os alunos não foram digitalizados;
- Se você quiser apagar as respostas e digitalizar novamente, clique em "Limpar respostas do aluno" e você poderá verificar sua turma novamente;
- O *Plickers* funciona *offline*, para que você possa verificar as respostas dos alunos mesmo que não tenha uma conexão com a *internet*;
- Para ver os resultados da sua digitalização, clique em mostrar gráfico no seu dispositivo móvel. Você tem a opção de mostrar ou não a resposta correta ao exibir os resultados para seus alunos.

Agora que você já possui bastante informação sobre o aplicativo *Plickers*, que tal usá-lo em suas aulas, proporcionando maior dinamicidade e rapidez ao processo avaliativo? Aproveite e bom trabalho!

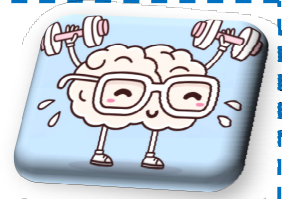


APÊNDICE 9

Sessão Vamos exercitar a mente?



Vamos exercitar a mente?



- 1) Sobre ondas eletromagnéticas e ondas sonoras:
 - a) Ambas necessitam de um meio material para se propagar.
 - b) Apenas as ondas eletromagnéticas necessitam de um meio material para se propagar.
 - c) Apenas as ondas sonoras necessitam de um meio material para se propagar.**
 - d) Nenhuma delas necessita de um meio material para se propagar.

- 2) Qual das opções abaixo não se enquadra como onda eletromagnética:
 - a) A luz visível que enxergamos.
 - b) O som de uma música.**
 - c) As microondas do aparelho eletrodoméstico.
 - d) Os raios X usados nos exames médicos.

- 3) Quando aumentamos o volume da TV, a característica da onda que está sendo alterada é:

a) Amplitude.	c) Amplitude e frequência.
b) Frequência.	d) Nenhumas das alternativas anteriores.

- 4) Os cantores que constituem um coral podem ser baixos, tenores, contraltos e sopranos, dependendo do tipo de voz que possuem, indo das mais agudas às mais graves. A característica da onda que está relacionada a esta diferenciação é:

a) Amplitude.	c) Amplitude e frequência.
b) Frequência.	d) Nenhumas das alternativas anteriores.

- 5) As diferentes cores que enxergamos estão associadas à qual característica da onda?

a) Amplitude.	c) Amplitude e frequência.
b) Frequência.	d) Nenhumas das alternativas anteriores.



AULA EXPOSITIVA DIALOGADA E INTRODUÇÃO À ELABORAÇÃO DE MAPAS CONCEITUAIS

Objetivos:

- Reconhecer as interações da radiação com a matéria;
- Identificar a relação entre intensidade da radiação e temperatura pela lei de Stefan e a relação entre temperatura e frequência de maior emissão da radiação pela lei de deslocamento de Wien;
- Retomada ao estudo de caso e elaboração de mapa conceitual com o intuito de promover a reconciliação integradora.

ETAPA INVESTIGATIVA

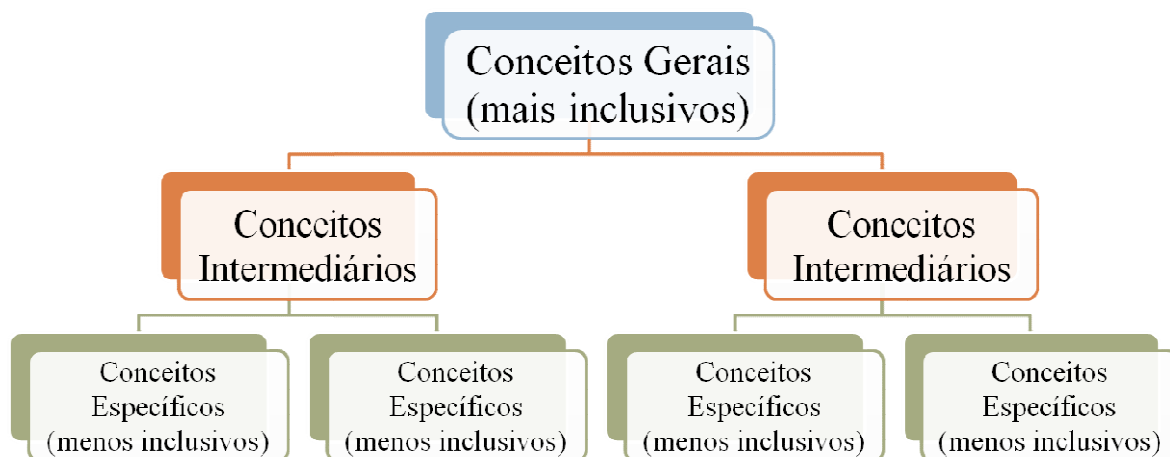
➤ **4ª ETAPA INVESTIGATIVA: AULA EXPOSITIVA DIALOGADA E AVALIAÇÃO COM MAPA CONCEITUAL**

Nesta etapa, o aluno avançará para conceitos mais específicos do tema *luz na identificação de elementos químicos*, reconhecendo como se dá as interações da radiação com a matéria, além de compreender a relação entre intensidade da radiação e temperatura pela lei de Stefan e a relação entre temperatura e frequência de maior emissão da radiação pela lei de deslocamento de Wien.

Uma ferramenta interessante que será utilizada ao final deste encontro como estratégia avaliativa, com a finalidade de se obter evidências que apontem para uma aprendizagem significativa é o *mapa conceitual*. De modo geral, mapas conceituais funcionam como diagramas que mostram as relações entre os conceitos para um determinado assunto (NOVAK; GOWIN, 1989).

Geralmente, mapas conceituais possuem uma organização hierárquica que considera os princípios da diferenciação progressiva e da reconciliação integradora.

Figura 35: Modelo hierárquico de um mapa conceitual.



Fonte: MOREIRA; MASINI, 2001, p. 33 (adaptação própria).

No modelo hierárquico, mostrado na Figura 35, conceitos mais gerais, mais inclusivos estão no topo da hierarquia (parte superior do mapa) e conceitos específicos, pouco abrangentes, estão na base (parte inferior), indicando a diferenciação progressiva. Quando estes conceitos menos inclusivos são relacionados a outros localizados num patamar mais elevado na hierarquia organizacional, ocorre a reconciliação integradora (MOREIRA; MASINI, 2001).

Os mapas conceituais permitem ao professor realizar observações acerca da estrutura proposicional, bem como, viabilizar a análise de ligações cruzadas ou concepções alternativas, indicativos de diferenciação dos conceitos na estrutura cognitiva do estudante referentes a uma determinada área de conhecimento (NOVAK; GOWIN, 1996).

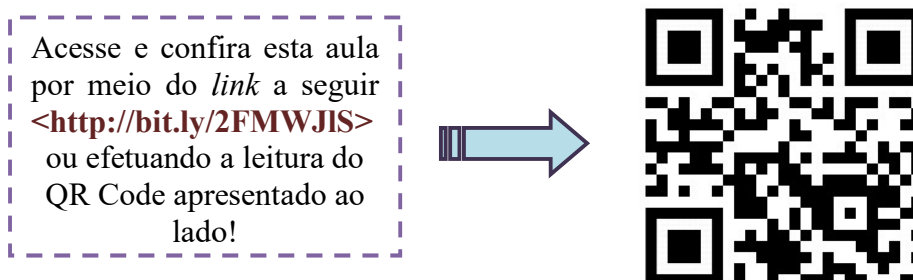
A fim de se obter evidências de aprendizagem significativa, é preciso uma análise qualitativa do mapa conceitual. Deste modo, ao invés de tentar atribuir uma determinada nota ao mapa do aluno, o professor precisa buscar meios de interpretar a informação com o intuito de obter evidências de aprendizagem significativa (MOREIRA, 2013).

✓ Instruções de aplicação

O professor poderá iniciar esta aula lembrando com a turma conteúdos que foram abordados na aula anterior, levando em conta o princípio da reconciliação integradora.

Uma sugestão interessante é apresentar uma breve introdução com um vídeo sobre o espectro eletromagnético (Apêndice 10) que retrata as principais categorias do espectro (ondas de rádio, microondas, infravermelho, luz visível, ultravioleta, raios-X e raios gama), destacando as faixas de frequência e de comprimento de onda nas quais se enquadram, além de suas principais aplicações.

Após esta retomada aos conteúdos já vistos, o professor poderá apresentar o novo conteúdo com auxílio de um projetor para uma apresentação em *slides* (Apêndice 11) dos conceitos que serão trabalhados nesta aula.



É aconselhável que os alunos recebam um texto de apoio (Apêndice 12) para acompanhar a aula expositiva juntamente com o professor.

É válido destacar que, antes de iniciar o tópico *Cor e temperatura*, tanto na apresentação de *slides* quanto no material de apoio do aluno, há um roteiro experimental do experimento *Disco de Newton* que é bastante adequado ao tema *Luz visível e cores*, abordado nesta etapa. O molde colorido e o molde para colorir podem ser encontrados no Apêndice 13.

Ao término da explanação acerca das leis de deslocamento de Wien e de Stefan, tanto nos *slides* quanto no material de apoio do aluno, há duas atividades propostas nas sessões *Agora é sua vez!*. Nestas atividades, o professor pode propor que a turma se divida em grupos de quatro a cinco alunos para que tentem resolvê-las, dando assistência quando necessário.

É indicado que para a realização das duas atividades anteriores, os grupos sejam formados com os mesmos integrantes que responderam os problemas iniciais propostos no estudo de caso interdisciplinar apresentado na segunda etapa investigativa, para que haja retomada à estas questões, fornecendo aos discentes a possibilidade de novas resoluções.

Convém mencionar que tanto o gabarito das atividades das sessões *Agora é sua vez!* quanto o gabarito das questões propostas no estudo de caso estão localizados no Apêndice 14.

Finalmente, os alunos serão instigados a elaborarem um mapa conceitual cooperativo que deve ser confeccionado por toda turma e entregue ao professor, englobando todo o conteúdo trabalhado até então. Para auxiliar os alunos nesta atividade, o professor pode utilizar um texto de apoio com dicas importantes sobre a elaboração de mapas conceituais (Apêndice 15).

Com a finalidade de se obter evidências de aprendizagem significativa, o mapa conceitual elaborado pela turma pode ser sujeito à análise, pontuando-se as relações estabelecidas de acordo com a identificação de quatro critérios classificatórios importantes: proposições, hierarquia, ligações cruzadas e exemplos (NOVAK; GOWIN, 1996 apud ALMEIDA; SOUZA; URENDA, 2004, p. 5). Estes critérios são descritos detalhadamente a seguir:

- **Proposições:** ao analisar as proposições, ou seja, as relações entre os conceitos, deve ser observado se as palavras-chave que os conectam são significativas e se a ligação estabelecida é válida;
- **Hierarquia:** ao considerar a hierarquia na análise, o professor deve verificar se a construção do mapa levou em conta os princípios de diferenciação progressiva e de reconciliação integradora, identificando se conceitos mais gerais/mais inclusivos aparecem num nível anterior aos conceitos mais específicos;
- **Ligações cruzadas:** deve-se verificar a presença de ligações válidas e significativas que confirmam transversalidade ao mapa. É válido considerar ligações transversais criativas ou peculiares;
- **Exemplos:** a presença de exemplos também deve ser levada em conta na análise de um mapa conceitual.

A partir destes critérios foram criadas categorias e atribuídas um peso a cada uma delas de forma a quantificar um mapa conceitual, conforme indicado no Quadro 3.

Quadro 3 - Atribuição de pontos para mapas conceituais conforme critérios classificatórios de Novak e Gowin (1996, p. 53).

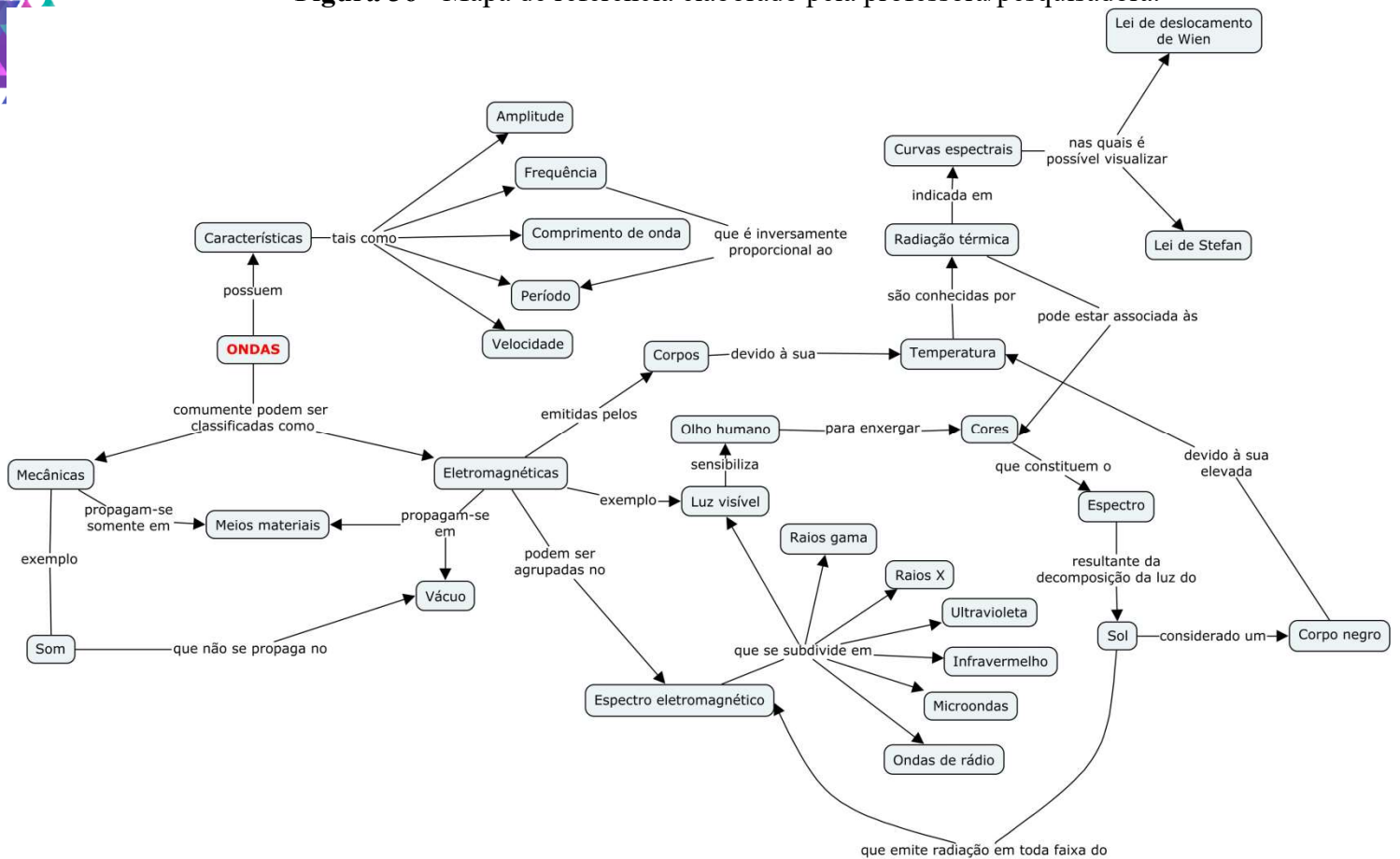
<i>Crítérios classificatórios</i>	<i>Pontuação</i>
<u>Proposições</u> → cada ligação entre dois conceitos válida e significativa	1
<u>Hierarquia</u> → cada nível válido	5
<u>Ligações transversais</u> → válida e significativa	10
→ somente válida	2
→ criativa ou peculiar	1
<u>Exemplos</u> → cada exemplo válido	1

Adaptado pela autora (Fonte: CALDAS, 2006, p. 56).

Conforme apresentado no Quadro 3, estipulou-se um peso para cada categoria. Assim, se no mapa conceitual houver proposições, por exemplo, a pontuação associada a esse critério, no caso um ponto, será multiplicada pela quantidade de proposições identificada no mapa. Ao final da análise, a pontuação total do mapa conceitual será dada pela soma dos pontos atribuídos a cada um dos critérios classificatórios.

Para efeito de comparação, a pontuação final obtida poderá ser relacionada a uma pontuação média, tomada como base, a partir de um mapa conceitual de referência (chamado de mapa de referência), como o mapa indicado na Figura 36 confeccionado pela professora/pesquisadora.

Figura 36 - Mapa de referência elaborado pela professora/pesquisadora.




Fonte: elaboração própria.

Vale destacar que este mapa de referência está disponibilizado apenas no material do professor, podendo ser utilizado como parâmetro avaliativo. Assim, de acordo com os critérios previamente estabelecidos, a pontuação atribuída a este mapa pode ser encontrada no Quadro 4.

Quadro 4 - Pontuação do mapa de referência.


<i>Crítérios classificatórios</i>	Quantidade	<i>Pontuação</i>
<u>Proposições</u>	24	1 x 24 = 24
<u>Hierarquia</u> → cada nível válido	4	5 x 4 = 20
<u>Ligações transversais</u>	3	10 x 3 = 30
<u>Exemplos</u> → cada exemplo válido	2	1 x 2 = 2
Total de pontos		76

Fonte: elaboração própria.



Cabe ressaltar que a atribuição de pontos para os mapas conceituais não visa julgar se um mapa está correto ou não, mas, sim, apontar indícios da ocorrência da aprendizagem significativa, ressaltando, assim, sua potencialidade como ferramenta avaliativa.

Além disso, é importante frisar que um mapa conceitual não é autoexplicativo, devendo ser explicado por seu(s) autor(es), com a finalidade de externalização de significados (MOREIRA, 1998).





APÊNDICE 10

Breve introdução com vídeo sobre espectro eletromagnético



Vamos lembrar um pouco?

Na aula anterior, realizamos uma introdução ao estudo das ondas, na qual foram abordadas as principais características das ondas, a diferenciação entre ondas mecânicas e ondas eletromagnéticas, bem como a divisão convencional das faixas de radiação que compõe o espectro eletromagnético. Se você não se lembrou destes assuntos, que tal recordar?! É só acessar o vídeo a seguir e lembrar estes conteúdos!

ESPECTRO ELETROMAGNÉTICO

Duração: 00:10:53

Produção: UNIVESP/USP

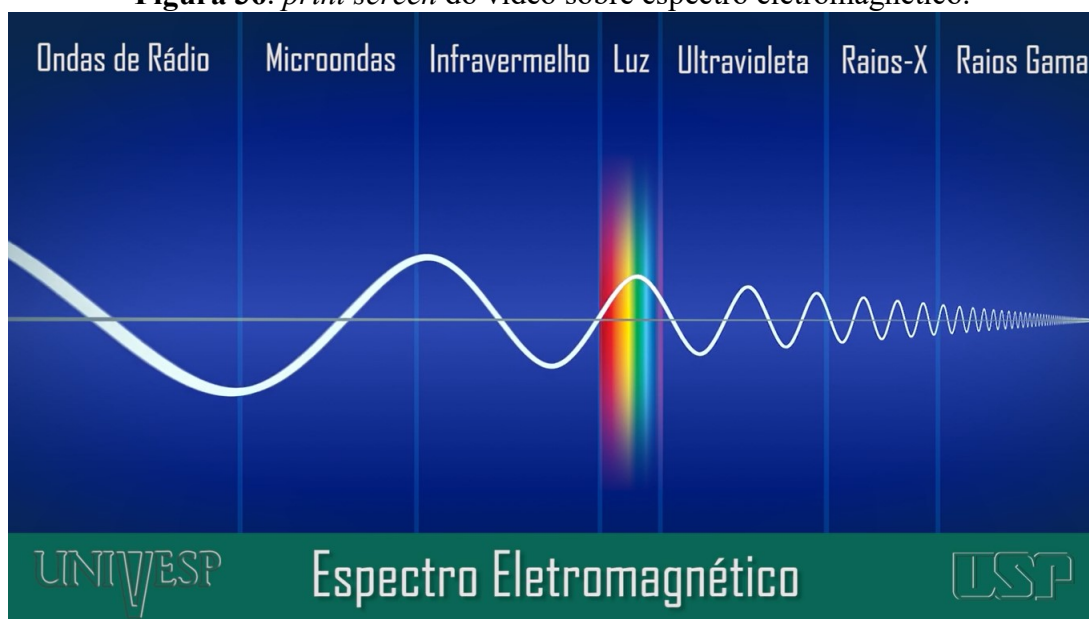
Etapa de ensino: Ensino Médio



Sinopse

O vídeo retrata as principais categorias do espectro eletromagnético (ondas de rádio, microondas, infravermelho, luz visível, ultravioleta, raios-X e raios gama), destacando as faixas de frequência e de comprimento de onda nas quais se enquadram, além de suas principais aplicações.

Figura 36: *print screen* do vídeo sobre espectro eletromagnético.



Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=-C2erXakQIQ>>.

Acesso em: 20/09/2018.



APÊNDICE 11

Slides da etapa investigativa 4



INTERAÇÃO DA RADIÇÃO COM A MATÉRIA

Professora: Rafaela Farias




Luz visível e cores

Região visível do espectro eletromagnético

Luz	Comprimento de onda (nm)	Frequência (10 ¹⁴ Hz)
Violeta	400 a 430	6,7 a 7,5
Azul	450 a 500	6,0 a 6,7
Verde	500 a 560	5,3 a 6,0
Amarelo	570 a 590	5,1 a 5,3
Laranja	590 a 630	4,8 a 5,1
Vermelho	630 a 750	4,0 a 4,8


Luz visível e cores

- Esta faixa de radiação de luz visível é a que sensibiliza o olho humano;
- A nossa estrela Sol emite radiações eletromagnéticas em toda a região do espectro, com predominância na região visível.




Luz visível e cores

- Teoria de Evolução → Charles Darwin processo de seleção natural;
- Indivíduos que melhor se adaptaram ao espectro de radiação de maior intensidade emitido pelo Sol, ou seja, na região visível, tiveram maiores chances de sobrevivência do que indivíduos menos adaptados.



Luz visível e cores

- Será que seres extraterrestres (se é que eles existem!) habitantes de planetas em torno de outras estrelas, diferente do nosso Sol, veem a mesma faixa de cores que nós enxergamos?




Luz visível e cores

- Graças à luz visível, é possível enxergarmos uma grande parte dos objetos que nos cercam;
- Isso acontece devido ao fenômeno da **reflexão**, uma vez que os objetos refletem a luz que incide sobre eles.

Luz visível e cores

- Por exemplo, vemos uma maçã como sendo **vermelha**, pois ela reflete a componente vermelha da luz branca incidente, absorvendo as demais cores.



Luz visível e cores

- As cores que percebemos dos objetos correspondem às componentes da luz branca que são refletidas por eles.



Luz visível e cores

- Objeto de coloração branca → reflete todas as componentes da luz branca incidente.



Luz visível e cores

- Objeto de coloração preta → absorve todas as componentes da luz branca incidente.



Luz visível e cores

- ★ Século XVII → Isaac Newton: decomposição da luz branca solar com um prisma.

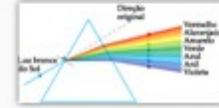


Luz branca é o resultado da combinação de diferentes cores. Newton chamou de **espectro** esse conjunto de cores resultante da decomposição da luz solar.

Luz visível e cores

- ★ Luz branca no interior do prisma sofre **refração** devido à luz ocasionado pela passagem de um meio para o outro.

Decomposição da luz branca em um feixe multicolorado que se estende do **vermelho** ao **violeta**.



Luz visível e cores

- ★ Será que dá para "juntar" essas cores e ter como resultado o branco? → Experimento "Disco de Newton".



Relação cor e temperatura

- ★ Qualquer corpo com temperatura acima do zero absoluto (ou -273°C) emite radiação eletromagnética;

- ★ Esta radiação está diretamente relacionada à vibração das partículas (átomos, íons ou moléculas) que constituem o corpo.



Relação cor e temperatura

- ★ Dependendo da temperatura do corpo, ele pode emitir radiação eletromagnética localizada dentro da região visível do espectro eletromagnético ou fora desta;

- ★ Essa radiação visível ou invisível emitida pelos corpos devido à sua temperatura é denominada **radiação térmica**.

Relação cor e temperatura

- ★ Corpos à temperatura ambiente emitem radiação na faixa do infravermelho, imperceptível ao olho humano;

- ★ Por este motivo, no escuro não conseguimos enxergar objetos e pessoas.



Relação cor e temperatura

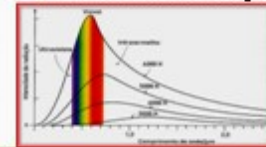
- ★ Já em temperaturas elevadas os corpos podem adquirir luminosidade própria, emitindo também na região visível do espectro, tornando possível sua visualização;

- ★ Exemplos: Sol, candelão em brasa, filamento de uma lâmpada incandescente, lava de erupção de um vulcão e uma barra de ferro aquecida.



Relação cor e temperatura

- ★ **Curvas espectrais da radiação térmica**



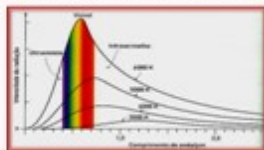
Intensidade da radiação eletromagnética emitida em função do comprimento de onda para cada temperatura.

Relação cor e temperatura

- ★ **Lei do deslocamento de Wien**

$$\lambda_{\text{máx}} \cdot T = \text{constante}$$

À medida que a temperatura aumenta, as curvas espectrais se deslocam para menores comprimentos de onda.

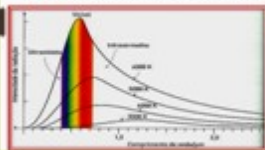


Relação cor e temperatura

- ★ **Lei do deslocamento de Wien**

$$\lambda_{\text{máx}} \cdot T = \text{constante}$$

λ_{máx} é o comprimento de onda no qual a intensidade da radiação atinge seu valor máximo para uma dada temperatura → unidade metro (m)
 * T é a temperatura → unidade Kelvin (K)
 * Constante é conhecida como constante de Wien de valor 29 · 10⁻³ m · K.



Relação cor e temperatura

★ Lei do deslocamento de Wien

Exercício resolvido: Qual é o comprimento de onda no qual a intensidade da radiação emitida pelo Sol atinge seu valor máximo (λ_{max})? Dada a temperatura da superfície do Sol de 5700 K.



$$\lambda_{max} \cdot T = \text{constante} \rightarrow \lambda_{max} = \frac{\text{constante}}{T}$$

$$\lambda_{max} = \frac{2,9 \cdot 10^{-3} \text{ m} \cdot \text{K}}{5700 \text{ K}}$$

$$\lambda_{max} \approx 5,110^{-7} \text{ m}$$

Relação cor e temperatura

★ Lei do deslocamento de Wien

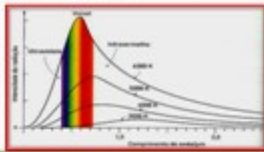
Agora é sua vez! Qual é o comprimento de onda no qual a intensidade da radiação emitida pela estrela Regulus atinge seu valor máximo (λ_{max})? Dada a temperatura da estrela aproximadamente igual a 12.000 K.



Relação cor e temperatura



★ Lei de Stefan



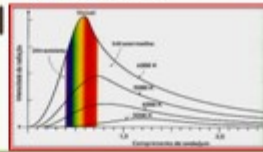
$$I = \sigma \cdot T^4$$

A intensidade da radiação aumenta bem rápido com o aumento da temperatura. Stefan concluiu que a energia irradiada por um corpo aquecido era proporcional à quarta potência da temperatura.

Relação cor e temperatura



★ Lei de Stefan



$$I = \sigma \cdot T^4$$

* I é a intensidade da radiação → unidade watt por metro quadrado (W/m^2)
 * σ é a constante de Stefan-Boltzmann, que possui um valor de $5,67 \cdot 10^{-8} \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}^4$
 * T é a temperatura → unidade Kelvin (K).

Relação cor e temperatura

★ Lei de Stefan

Exercício resolvido: Sabendo que a temperatura da superfície do Sol é de 5700 K, calcule a intensidade da radiação da superfície solar.



$$I = \sigma \cdot T^4 = 1 = 5,67 \cdot 10^{-8} \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{K}^4} \cdot (5700 \text{ K})^4$$

$$I = 5,67 \cdot 10^{-8} \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{K}^4} \cdot 1,06 \cdot 10^{16} \text{ K}^4$$

$$I = 6,0 \cdot 10^7 \frac{\text{W}}{\text{m}^2}$$

Relação cor e temperatura

★ Lei de Stefan

Agora é sua vez! Sabendo que a temperatura da superfície da estrela Regulus é de 12.000 K, calcule a intensidade da radiação da superfície desta estrela.





APÊNDICE 12

Texto de apoio para o aluno – etapa investigativa 4



LUZ VISÍVEL E CORES

A região visível do espectro eletromagnético é aquela na qual encontramos ondas cujas frequências variam de $4,0 \cdot 10^{14}$ a $7,5 \cdot 10^{14}$ Hz e cujos comprimentos de onda estão compreendidos entre $4,0 \cdot 10^{-7}$ a $7,5 \cdot 10^{-7}$ m.

Figura 37: região visível do espectro eletromagnético.

Luz	Comprimento de onda (10^{-7} m)	Frequência (10^{14} Hz)
Violeta	4,0 a 4,5	6,7 a 7,5
Anil	4,5 a 5,0	6,0 a 6,7
Azul	5,0 a 5,3	5,7 a 6,0
Verde	5,3 a 5,7	5,3 a 5,7
Amarela	5,7 a 5,9	5,0 a 5,3
Alaranjada	5,9 a 6,2	4,8 a 5,0
Vermelha	6,2 a 7,5	4,0 a 4,8

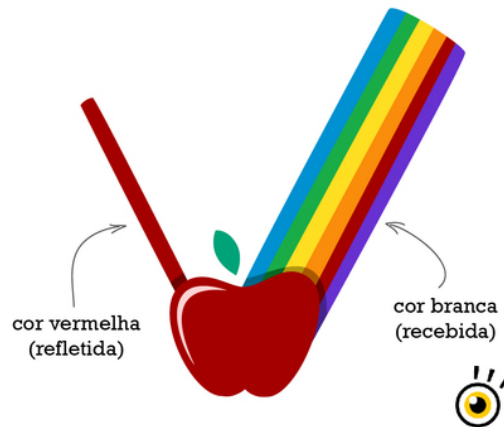
Disponível em: < <http://www.if.ufrgs.br/mpef/mef004/20021/Claudia/Html/espectroeletromagnetico.html>>. Acesso em: 21/09/2018.

Chamamos esta faixa de radiação de luz visível, pois é ela que sensibiliza o olho humano. Como vimos na aula passada, a nossa estrela Sol emite radiações eletromagnéticas em toda a região do espectro, com predominância na região visível.

Pode parecer coincidência, mas a Teoria de Evolução, proposta na segunda metade do século XIX pelo cientista inglês Charles Darwin (1809-1882), explica que houve um processo de seleção natural durante nosso processo evolutivo. Desta forma, podemos supor que indivíduos que melhor se adaptaram ao espectro de radiação de maior intensidade emitido pelo Sol, ou seja, na região visível, tiveram maiores chances de sobrevivência do que indivíduos menos adaptados. Mas será que seres extraterrestres (se é que eles existem!) habitantes de planetas em torno de outras estrelas, diferente do nosso Sol, veriam a mesma faixa de cores que nós enxergamos? Calma, pois esse é assunto que discutiremos nas próximas aulas.

Graças à luz visível, é possível enxergarmos uma grande parte dos objetos que nos cercam. Isso acontece devido ao fenômeno da *reflexão*, uma vez que a maioria dos objetos reflete a luz que incide sobre eles. Por exemplo, vemos uma maçã como sendo vermelha, pois ela reflete a componente vermelha da luz branca incidente, absorvendo as demais cores.

Figura 38: exemplo sobre o fenômeno da reflexão.

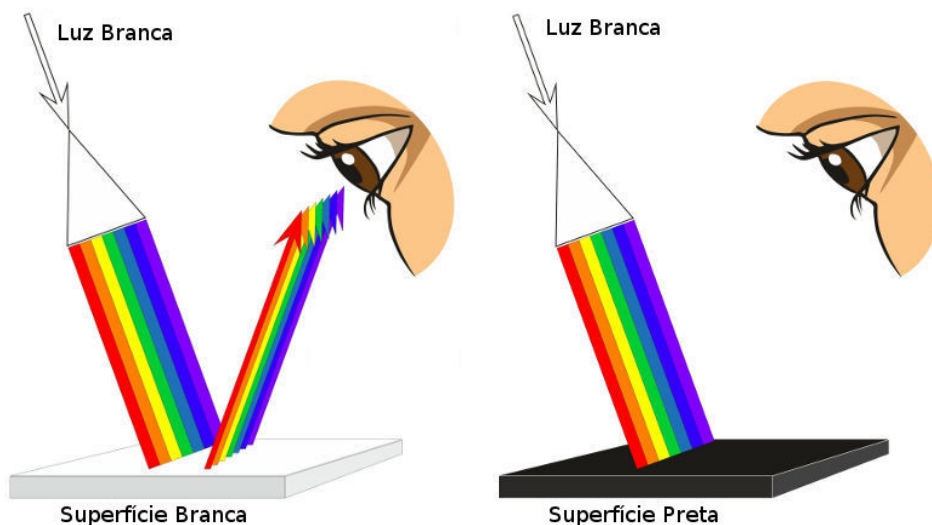


Disponível em: <<http://polouabufgrgspicotic.pbworks.com/w/page/96673014/grupo3-3p>>
Acesso em: 24/09/2018

Assim, as cores que percebemos dos objetos correspondem às componentes da luz branca que são refletidas por eles. Da mesma forma que um objeto de cor vermelha reflete a componente vermelha, um objeto de coloração azul refletirá a componente azul da luz branca incidente. Se o enxergamos amarelo, ele estará refletindo as componentes verde e vermelha da luz branca, que resultam na cor amarela.

No entanto, se iluminarmos um objeto com luz branca e ele apresentar coloração branca, significa que ele refletiu todas as componentes da luz incidente. Já se o objeto assumir a cor preta ao incidirmos luz branca sobre ele, quer dizer que o objeto iluminado não refletiu nenhuma componente da luz branca, absorvendo-a em sua totalidade.

Figura 39: cores resultantes da reflexão total e da absorção total da luz branca incidente.



Disponível em: <<https://mundoeducacao.bol.uol.com.br/fisica/cinco-curiosidades-sobre-as-cores>>
Acesso em: 24/09/2018

Foi no século XVII, que o físico e matemático inglês Isaac Newton (1643-1727), ao estudar a decomposição da luz branca solar utilizando um prisma, chegou à conclusão de que a luz branca é o resultado da combinação de diferentes cores. Newton chamou de *espectro* esse conjunto de cores resultante da decomposição da luz solar.

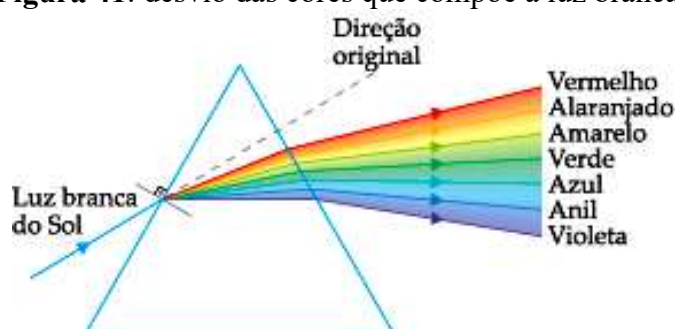
Figura 40: Newton e seus estudos sobre a decomposição da luz branca solar.



Disponível em: <<http://www.quimica3d.com/ir/br/introducao.php>>.
Acesso em: 26/09/2018.

A explicação para este fenômeno observado por Newton deve-se ao fato de a luz branca no interior do prisma de vidro sofrer refração (desvio da luz ocasionado pela passagem de um meio para o outro, onde cada cor componente da luz branca sofre um desvio diferente), se decompondo em um feixe multicolorido que se estende do vermelho ao violeta.

Figura 41: desvio das cores que compõe a luz branca.



Disponível em: <<https://interna.coceducacao.com.br/ebook/pages/613.htm>>.
Acesso em: 26/09/2018.

Mas será que dá para “juntar” essas cores e ter como resultado o branco? Um experimento legal e que dá para fazer em casa é o famoso “Disco de Newton”. Para saber como criar o seu próprio disco, confira o passo-a-passo demonstrado a seguir. Lembrando, que o procedimento descrito é apenas uma das diferentes formas de se construir esse experimento. Então, mãos à obra!

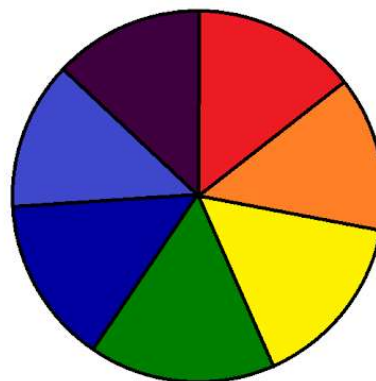


DISCO DE NEWTON

O disco de Newton é um experimento interessante para demonstrar que a luz branca é composta por um feixe multicolorido contendo as seguintes cores: **vermelha**, **alaranjada**, **amarela**, **verde**, **azul**, **anil** e **violeta**.

✓ **Materiais necessários**

- Cartolina;
- Tesoura;
- Barbante;
- Lápis de cor;
- Cola;
- Régua;
- *Compact Disc (CD)* usado.



✓ **Procedimentos**

1. Utilize o formato do CD como molde e trace uma circunferência utilizando a cartolina;
2. Recorte o círculo formado e divida-o em sete partes iguais, colorindo cada uma delas com as sete cores observadas na decomposição da luz branca, conforme mostrado na figura acima;
3. Cole o disco colorido no CD;
4. Faça dois pequenos orifícios ao lado do furo central do CD, de forma que o barbante passe bem apertado por eles;
5. Passe dois pedaços de barbante (de aproximadamente 40 centímetros cada) pelos orifícios feitos e emende-os em ambas as extremidades;
6. Centralize o CD nos pedaços de barbantes e use cola para fixá-los aos orifícios feitos para que o disco não se mova ao ser girado;
7. Espere a cola secar e pronto! Gire seu disco de Newton rapidamente e observe a “mágica” das cores!

➤ RELAÇÃO COR E TEMPERATURA

Vimos anteriormente, que a maioria das cores que percebemos pelo mecanismo da visão e que dá sentido ao mundo que nos cerca está associada ao fenômeno da reflexão.

Você alguma vez já se perguntou por que na ausência de iluminação não conseguimos enxergar a maioria das coisas que estão ao nosso redor? Pois bem! Este é um assunto que abordaremos neste tópico e que tem a ver com a *radiação térmica* dos corpos.

Qualquer corpo com temperatura acima do zero absoluto (ou -273°C) emite radiação eletromagnética que está diretamente relacionada à vibração das partículas (átomos, íons ou moléculas) que constituem o corpo. E dependendo da temperatura do corpo, ele pode emitir radiação eletromagnética localizada dentro da região visível do espectro eletromagnético ou fora desta. Essa radiação visível ou invisível emitida pelos corpos devido à sua temperatura é denominada *radiação térmica*.

Corpos à temperatura ambiente emitem radiação na faixa do infravermelho, imperceptível ao olho humano. Por este motivo, no escuro não conseguimos enxergar objetos e pessoas.

Já em temperaturas elevadas os corpos podem adquirir luminosidade própria, emitindo também na região visível do espectro, tornando possível sua visualização. O Sol, o carvão em brasa, o filamento de uma lâmpada incandescente, a lava derretida de um vulcão e uma barra de ferro aquecida são exemplos de corpos que, devido à elevada temperatura, emitem uma parcela de sua radiação na região visível.

Figura 42: carvão em brasa.



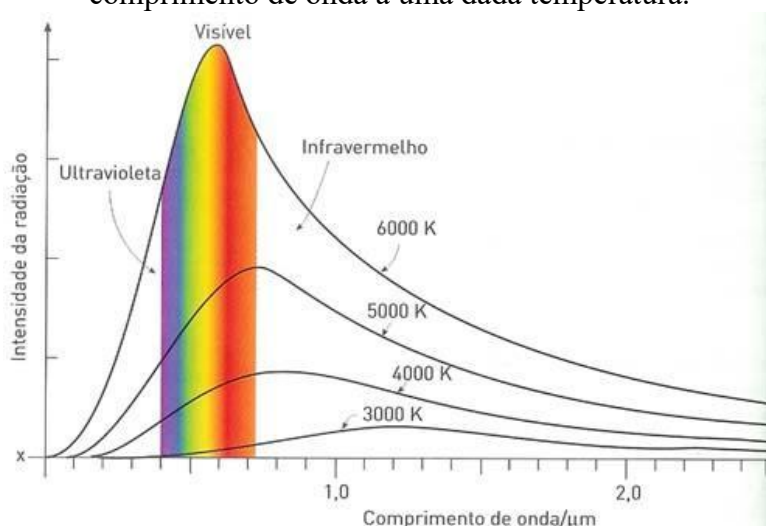
Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=dEdNS4xY85k>>

Acesso em: 26/09/2018

Ao analisarmos a radiação emitida por estes corpos relacionando-a com sua temperatura, chegamos à conclusão de que eles emitem da mesma forma, independentemente de quais forem suas características (forma, volume, massa, dentre outras). Tais corpos, considerados emissores ideais, são conhecidos comumente como *corpos negros*.

O gráfico da Figura 43, mostra por meio de curvas (conhecidas como curvas espectrais da radiação térmica) como varia a intensidade da radiação (eixo das ordenadas) em função do comprimento de onda da radiação eletromagnética (eixo das abscissas) emitida por um corpo a uma dada temperatura. É interessante destacar que, em temperaturas menores, como 3000 K, por exemplo, a emissão da radiação ocorre intensamente na região do infravermelho. À medida que as temperaturas se elevam, observamos um deslocamento do pico de intensidade para a região visível do espectro.

Figura 43: Gráfico da intensidade da radiação eletromagnética emitida em função do comprimento de onda a uma dada temperatura.

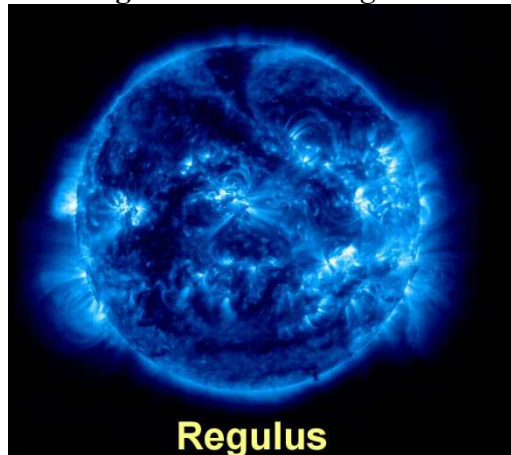


Disponível em: <<https://interna.coceducacao.com.br/ebook/pages/613.htm>>. Acesso em: 26/09/2018.

Vimos na aula anterior, que a superfície solar possui uma temperatura próxima de 6000 K, sendo uma fonte de radiação de extrema importância na faixa visível. Como podemos verificar na Figura 43, sua emissão engloba grande parte da radiação infravermelha, toda a faixa do espectro visível, além de uma pequena fração da radiação ultravioleta. Repare que é na região visível que a nossa estrela Sol possui maior intensidade, mais especificamente, na faixa do amarelo, conferindo-lhe sua coloração característica.

Se continuássemos aumentando a temperatura, a curva se deslocaria para mais próximo do azul. Isso explica porque estrelas que possuem coloração azulada, como a estrela *Regulus*, por exemplo, são mais quentes do que as que apresentam coloração avermelhada.

Figura 44: estrela *Regulus*.



Disponível em: <<https://earthsky.org>>
Acesso em: 27/09/2018.

Por dentro do assunto!



Você sabia que para soldar ou cortar uma peça de aço, por exemplo, utilizando um maçarico a gás é necessário que a temperatura da chama seja suficiente para soldar ou cortar a peça?

Para isso, o soldador regula as quantidades de oxigênio e de gás combustível (geralmente, gás acetileno) até obter uma chama de coloração azulada, indicando que a mesma possui temperatura elevada o suficiente para cortar ou soldar uma peça.

Figura 45: chama de coloração azulada de um maçarico.



Disponível em: <<https://www.bobvila.com/articles/1147-plumbing-tools/>>
Acesso em: 27/09/2018.

Figura 46: Wilhelm Wien.



Disponível em:
<https://pt.wikipedia.org/wiki/Wilhelm_Wien>
Acesso em: 28/09/2018

Ao observarmos atentamente o gráfico da intensidade da radiação eletromagnética emitida em função do comprimento de onda a uma dada temperatura, podemos verificar que, à medida que a temperatura aumenta, as curvas espectrais se deslocam para menores comprimentos de onda. O físico alemão Wilhelm Wien (1864-1928) quantificou essa relação por meio da seguinte expressão matemática:

$$\lambda_{\text{máx}} \cdot T = \text{constante} .$$

LEI DO DESLOCAMENTO DE WIEN

Na equação que ficou conhecida como *lei de deslocamento de Wien*, o valor para a **constante** denominada *constante de Wien* é de $2,9 \cdot 10^{-3} \text{ m} \cdot \text{K}$ (metros por Kelvin). O comprimento de onda no qual a intensidade da radiação atinge seu valor máximo para uma dada temperatura $\lambda_{\text{máx}}$ é medido em m (metros) e a temperatura **T**, em K (Kelvin).



EXERCÍCIO RESOLVIDO

- Qual é o comprimento de onda no qual a intensidade da radiação emitida pelo Sol atinge seu valor máximo ($\lambda_{\text{máx}}$)? Dada a temperatura da superfície do Sol de 5700 K.

Resolução: Aplicando o valor da temperatura da superfície do Sol de 5700 K na lei de deslocamento de Wien, temos que:

$$\lambda_{\text{máx}} \cdot T = \text{constante} \rightarrow \lambda_{\text{máx}} = \frac{\text{constante}}{T}$$

$$\lambda_{\text{máx}} = \frac{2,9 \cdot 10^{-3} \text{ m} \cdot \text{K}}{5700 \text{ K}}$$

$$\lambda_{\text{máx}} \cong 5,110^{-7} \text{ m}$$



AGORA É SUA VEZ!

- Qual é o comprimento de onda no qual a intensidade da radiação emitida pela estrela Regulus atinge seu valor máximo ($\lambda_{\text{máx}}$)? Dada a temperatura da estrela aproximadamente igual a 12.000 K.



Figura 47: Josef Stefan.

Além disso, podemos observar graficamente, que a intensidade da radiação aumenta bem rápido com o aumento da temperatura. Foi um físico e matemático austríaco chamado Josef Stefan (1835-1893) que estabeleceu uma relação matemática entre a intensidade da radiação I e a temperatura T , na qual ele concluiu que a energia irradiada por um corpo aquecido era proporcional à quarta potência da temperatura.



$$I = \sigma \cdot T^4$$



LEI DE STEFAN

Disponível em:
<https://pt.wikipedia.org/wiki/Joseph_Stefan>
Acesso em: 28/09/2018

Nesta equação, conhecida como *lei de Stefan*, σ é a constante de Stefan-Boltzmann, que possui um valor de $5,67 \cdot 10^{-8} \frac{W}{m^2 \cdot K^4}$ (Watt por metro quadrado Kelvin à quarta potência). As unidades da intensidade da radiação I e da temperatura T são, respectivamente, $\frac{W}{m^2}$ (Watt por metro quadrado) e K (Kelvin).



EXERCÍCIO RESOLVIDO

- Sabendo que a temperatura da superfície do Sol é de 5700 K, calcule a intensidade da radiação da superfície solar.

Resolução: Aplicando o valor da temperatura da superfície do Sol de 5700 K na lei de Stefan, temos que:

$$I = \sigma \cdot T^4 \rightarrow I = 5,67 \cdot 10^{-8} \frac{W}{m^2 \cdot K^4} \cdot (5700 \text{ K})^4$$

$$I = 5,67 \cdot 10^{-8} \frac{W}{m^2 \cdot K^4} \cdot 1,06 \cdot 10^{15} K^4$$

$$I = 6,0 \cdot 10^7 \frac{W}{m^2}$$



AGORA É SUA VEZ!

- Sabendo que a temperatura da superfície da estrela Regulus é de 12.000 K, calcule a intensidade da radiação da superfície desta estrela.



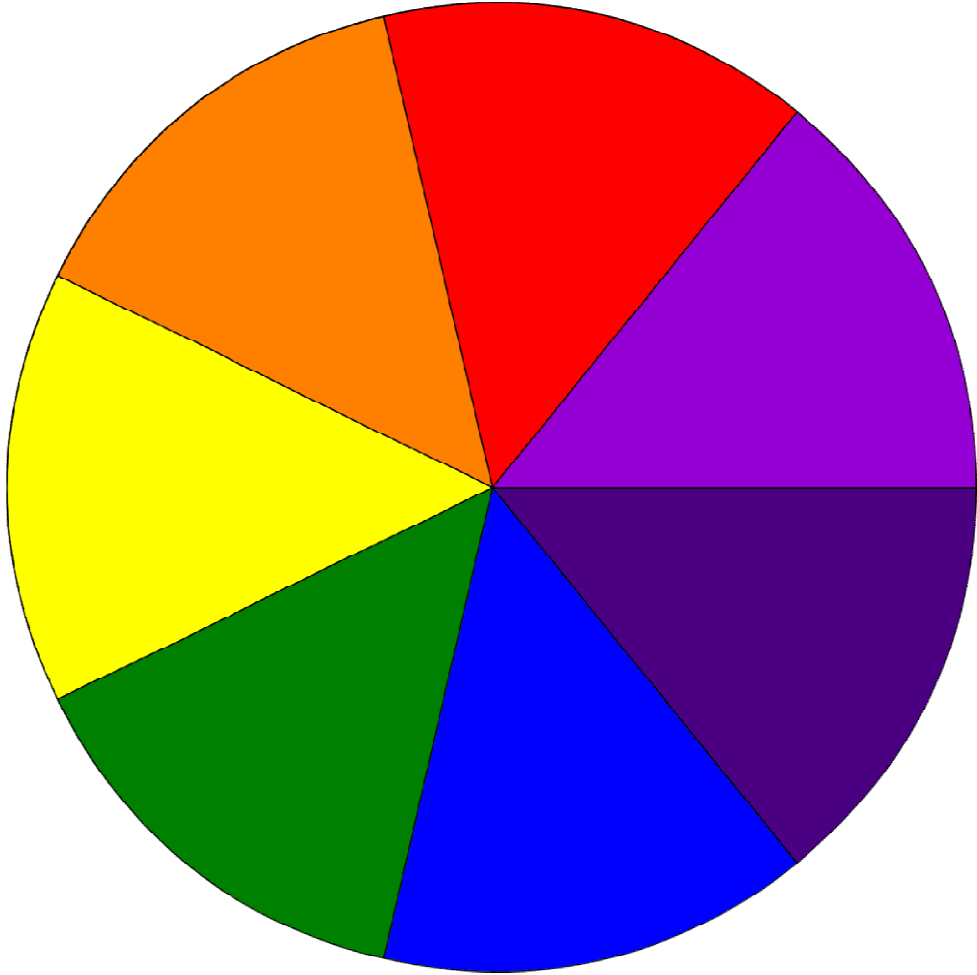


APÊNDICE 13

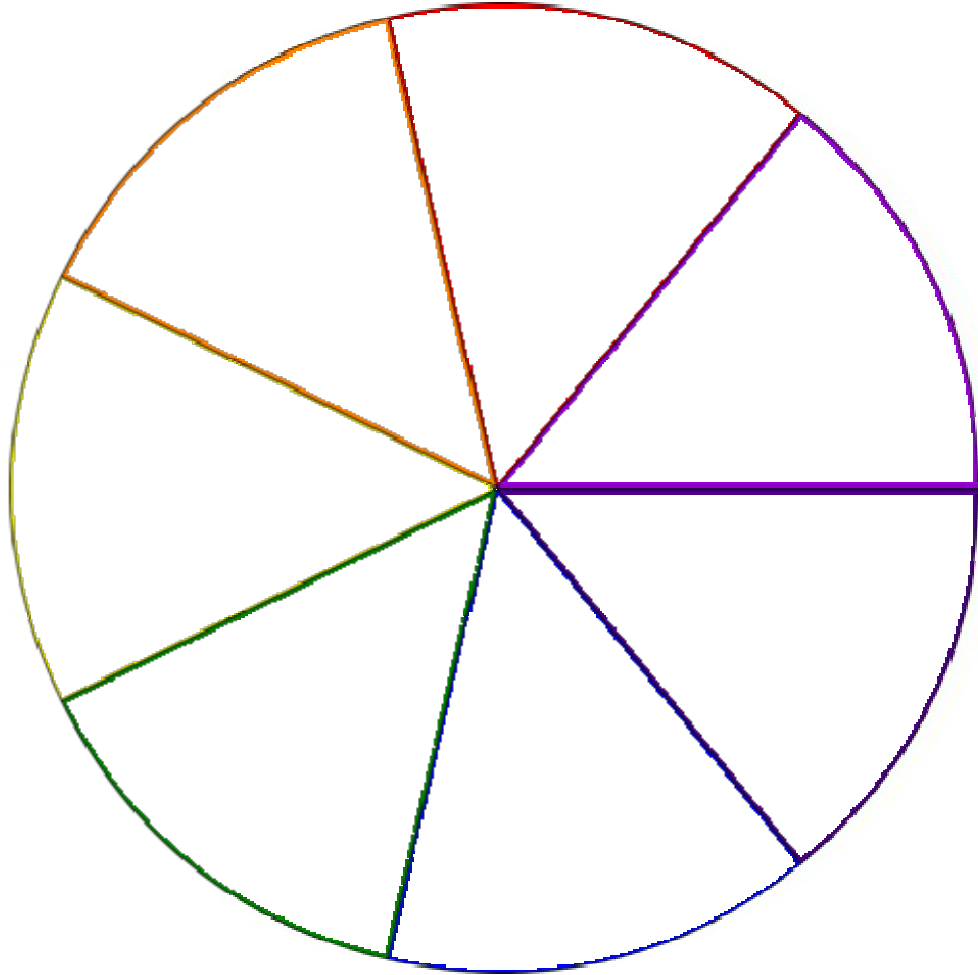
Moldes para o experimento *Disco de Newton*



MOLDE COLORIDO



MOLDE PARA COLORIR





APÊNDICE 14

Gabarito das sessões *Agora é sua vez!* e das questões do estudo de caso interdisciplinar



Gabarito da Sessão *Agora é sua vez!* – Lei do deslocamento de Wien



AGORA É SUA VEZ!

- Qual é o comprimento de onda no qual a intensidade da radiação emitida pela estrela Regulus atinge seu valor máximo ($\lambda_{\text{máx}}$)? Dada a temperatura da estrela aproximadamente igual a 12.000 K.

$$\lambda_{\text{máx}} \cdot T = \text{constante} \rightarrow \lambda_{\text{máx}} = \frac{\text{constante}}{T}$$

$$\lambda_{\text{máx}} = \frac{2,9 \cdot 10^{-3} \text{ m} \cdot \text{K}}{5700 \text{ K}}$$

$$\lambda_{\text{máx}} \cong 2,4 \cdot 10^{-7} \text{ m}$$

Gabarito da Sessão *Agora é sua vez!* – Lei de Stefan



AGORA É SUA VEZ!

- Sabendo que a temperatura da superfície da estrela Regulus é de 12.000 K, calcule a intensidade da radiação da superfície desta estrela.

$$I = \sigma \cdot T^4 \rightarrow I = 5,67 \cdot 10^{-8} \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{K}^4} \cdot (12000 \text{ K})^4$$

$$I = 5,67 \cdot 10^{-8} \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{K}^4} \cdot 2,07 \cdot 10^{16} \text{ K}^4$$

$$I = 1,2 \cdot 10^9 \frac{\text{W}}{\text{m}^2}$$

Gabarito das questões do estudo de caso *Descobrimos os “ingredientes” que compõe o Sol*

- Qual é a composição do Sol, ou seja, do que o Sol é feito?

Resposta: o Sol é composto principalmente por 74% de hidrogênio e 25% de hélio, além de 1% de outros elementos, como: ferro, níquel, oxigênio, silício, carbono, nitrogênio, enxofre, dentre outros.

- Como podemos descobrir a sua composição?

Resposta: por intermédio da radiação solar que chega até nós.



APÊNDICE 15

Texto de apoio para elaboração de mapas conceituais



Elaborando um mapa conceitual

Que tal construir um mapa conceitual a fim de relacionar conceitos importantes que vimos até aqui? A sessão abaixo lhe dará dicas importantes sobre como elaborar um mapa conceitual. Fique atento!



MAPA CONCEITUAL

De modo geral, *mapas conceituais* funcionam como diagramas capazes de apresentar relações significativas entre os conceitos para um determinado assunto, ou entre palavras que usamos para representar conceitos. Por sua utilidade no que se refere à integração, reconciliação e diferenciação de conceitos, os mapas conceituais podem ser utilizados como um interessante recurso de aprendizagem.



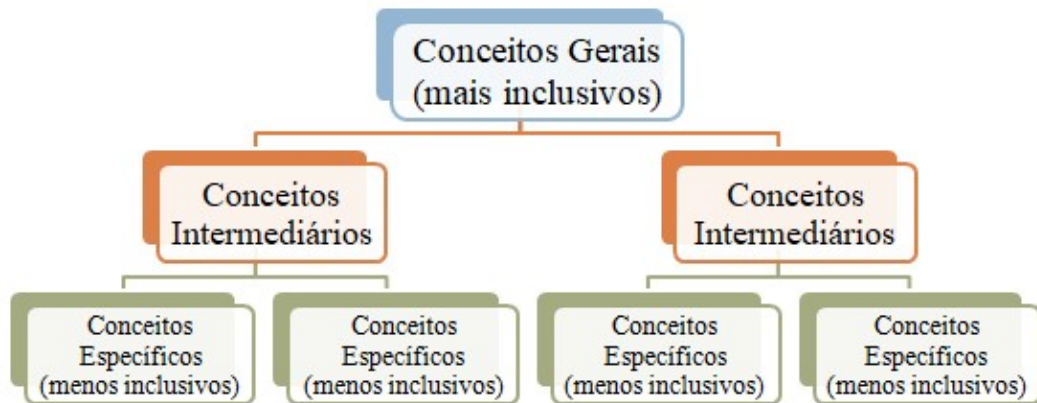
✓ Dicas para elaborar um mapa conceitual

1. Identifique os conceitos-chave do conteúdo que você irá mapear e organize-os em uma lista;
2. Ordene seus conceitos de forma hierárquica, colocando o(s) mais geral(is)/mais inclusivo(s) no topo de seu mapa, agregando os demais conceitos gradualmente até completar seu diagrama;
3. Busque conectar os conceitos com o uso de setas e palavra(s) de ligação(ões) com o objetivo de explicitar a relação entre os conceitos;
4. É possível adicionar exemplos ao seu mapa conceitual, desde que inseridos logo abaixo dos conceitos correspondentes;
5. Lembre-se: não há uma forma única e correta de se traçar um mapa conceitual. Ele é um instrumento dinâmico que se modifica à medida que você avança em seu aprendizado.

MAPA CONCEITUAL

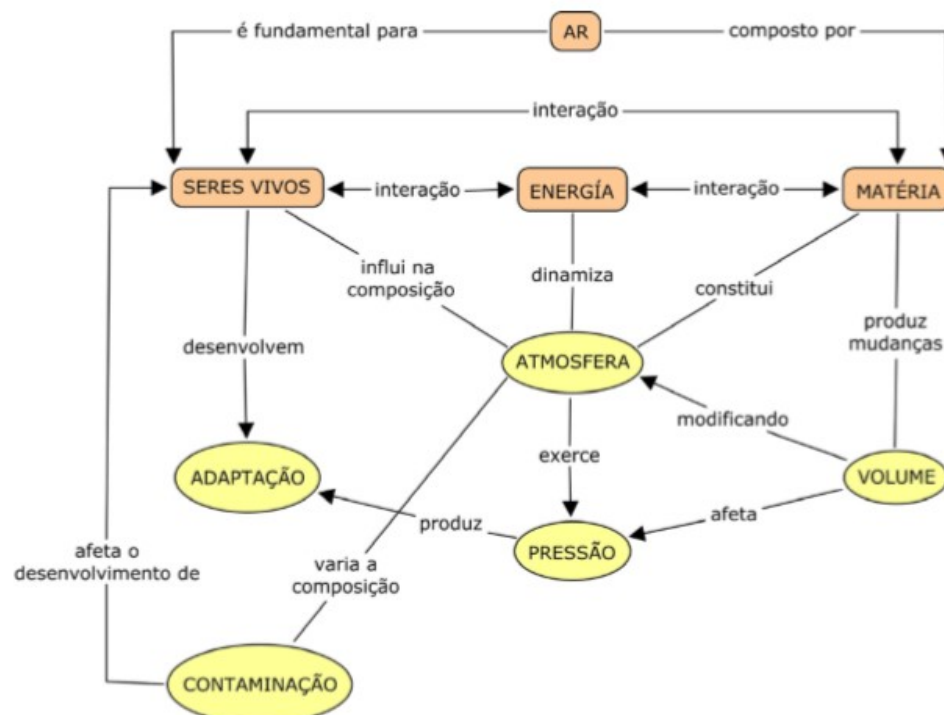
Observe a seguir um modelo hierárquico de um mapa conceitual e um bom exemplo de mapa para você se inspirar:

Figura 48: modelo hierárquico de um mapa conceitual.



Fonte: MOREIRA; MASINI, 2001, p. 33 (a adaptação própria).

Figura 49: exemplo de um mapa conceitual.



Fonte: MOREIRA, M. A. Mapas conceituais e aprendizagem significativa. São Paulo: Centauro, 2010.

Você está pronto para compartilhar, trocar e “negociar” significados de todo o conteúdo visto até aqui com seus colegas? Então, use e abuse de sua criatividade na construção de um mapa conceitual!



AULA EXPERIMENTAL COM ROTEIRO AVALIATIVO

Objetivos:

- Reconhecer a possibilidade de identificação de elementos químicos por meio do experimento conhecido como “teste da chama”;
- Relacionar os resultados verificados com aplicações do cotidiano dos discentes, tais como fogos de artifício e lâmpadas fluorescentes.

ETAPA INVESTIGATIVA

➤ **5ª ETAPA INVESTIGATIVA: AULA EXPERIMENTAL COM ROTEIRO AVALIATIVO**

Nesta etapa, o professor colocará os discentes em contato com novas situações a partir da realização de um experimento, conhecido como *teste da chama*. A finalidade desta atividade é evidenciar as cores características de alguns elementos químicos quando aquecidos, relacionando o observado no experimento com o colorido dos fogos de artifício e com as lâmpadas de vapor de sódio geralmente utilizadas para iluminação pública.

Além da observação crítica do experimento, o aluno receberá um roteiro experimental avaliativo (Apêndice 16) sobre o fenômeno para ser respondido no decorrer da aula e entregue ao final da mesma ao docente.

Neste contexto, procura-se estimular a assimilação do aluno por intermédio do fenômeno observado na prática com o conhecimento já existente em sua estrutura cognitiva, de maneira não arbitrária e não literal, características básicas da aprendizagem significativa (MOREIRA, 2002).

✓ **Instruções de aplicação**

Inicialmente, o professor deverá providenciar, além dos materiais que serão utilizados na execução do experimento (soluções de cloreto de sódio, de cloreto de potássio, de sulfato de cobre, de cloreto de cálcio, borrifador para cada uma das soluções, álcool, fósforo e lamparina), cópias do roteiro experimental avaliativo para serem entregues aos alunos.

Vale destacar que, fica a critério do professor alterar as soluções escolhidas para demonstração do teste da chama, evitando utilizar soluções que possuam colorações iguais ou parecidas. Por exemplo, tanto a solução de cloreto de sódio quanto a solução de brometo de sódio resultam numa chama de coloração amarela.

Cada aluno receberá um roteiro experimental, contendo três questões que deverão ser respondidas individualmente a partir das concepções prévias dos discentes e da observação crítica do experimento.

A partir de então, o professor deve dar início à leitura do roteiro (que pode ser intercalada com os alunos) comentando sobre o experimento, os objetivos associados e os materiais necessários para realização do mesmo.

No que se refere ao procedimento, o professor deverá solicitar que a turma observe atentamente a coloração da chama ao ser borrifada com uma pequena quantidade de cada uma das soluções, completando a coloração observada na tabela da primeira questão do roteiro experimental. Se necessário, o docente poderá repetir o procedimento até que todos os alunos tenham preenchido devidamente a tabela.

A relação entre as soluções utilizadas no experimento e a coloração da chama observada, pode ser encontrada no Quadro 5:

Quadro 5: relação entre soluções utilizadas e coloração da chama.

SOLUÇÕES UTILIZADAS	COLORAÇÃO DA CHAMA
Cloreto de sódio	Amarela
Cloreto de potássio	Violeta
Sulfato de cobre	Verde
Cloreto de cálcio	Vermelha

Fonte: elaboração própria.

Após verificar que todos os alunos finalizaram o preenchimento da tabela da primeira questão do roteiro avaliativo, o docente deverá solicitar que os mesmos respondam as demais questões presentes no mesmo. Ao final, os roteiros respondidos pelos alunos deverão ser entregues ao professor.



APÊNDICE 16

Roteiro experimental avaliativo do experimento *Teste da Chama*





TESTE DA CHAMA



O experimento conhecido como “teste chama” é muito utilizado para identificação de elementos químicos presentes em certas substâncias (como sais, por exemplo) por intermédio da coloração apresentada pela chama.

✓ **Objetivos**

- Associar a coloração apresentada pela chama à presença de elementos químicos nas soluções utilizadas no experimento;
- Reconhecer a possibilidade de identificação de elementos químicos por meio do experimento conhecido como “teste da chama”.

✓ **Materiais necessários**

- Soluções diversas: cloreto de sódio, cloreto de potássio, sulfato de cobre, cloreto de cálcio;
- Borrifador;
- Álcool;
- Fósforo;
- Lamparina.



✓ **Procedimentos**

1. Adicione álcool à lamparina e acenda o pavio utilizando um palito de fósforo;
2. Com o auxílio do borrifador, lance uma pequena quantidade de uma das soluções em direção à chama da lamparina;
3. Repita a segunda etapa utilizando uma solução diferente da anterior e assim sucessivamente.
4. Observe atentamente a coloração da chama apresentada e responda as questões que se seguem.



ROTEIRO EXPERIMENTAL

1. Na tabela a seguir, relacione as soluções utilizadas no experimento com a coloração da chama observada:

SOLUÇÕES UTILIZADAS	COLORAÇÃO DA CHAMA
Cloreto de sódio	
Cloreto de potássio	
Sulfato de cobre	
Cloreto de cálcio	

2. Em sua opinião, por que a chama apresenta colorações diferentes ao ser borrifada com substâncias diferentes?

3. Você já deve ter reparado que as lâmpadas utilizadas para iluminação pública apresentam coloração amarela. Com base no que você observou neste experimento, qual elemento químico deve estar presente no interior destas lâmpadas?



APROFUNDANDO CONHECIMENTOS SOBRE ESPECTROS

Objetivos:

- Distinguir espectros contínuos e discretos, além de espectros de emissão e absorção;
- Destacar algumas importantes contribuições para a espectroscopia;
- Identificar a composição química das estrelas, por meio da análise comparativa entre as linhas espectrais das estrelas e os espectros de emissão dos elementos químicos.

ETAPA INVESTIGATIVA



➤ 6ª ETAPA INVESTIGATIVA: APROFUNDANDO CONHECIMENTOS

Nesta etapa, serão abordados conceitos mais específicos do tema *luz na identificação de elementos químicos*, enfocando-se a distinção entre espectros contínuos e discretos e entre espectros de emissão e de absorção, além de serem destacadas importantes contribuições para a espectroscopia.

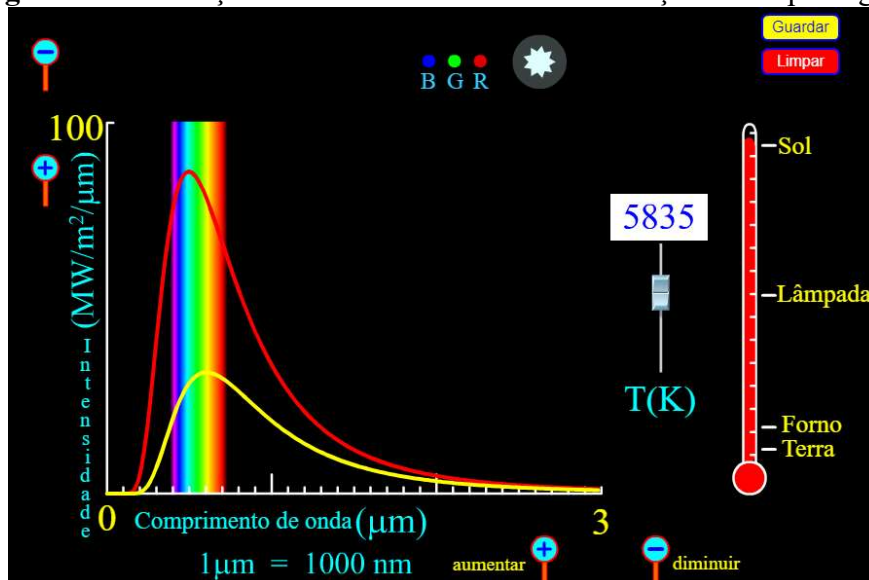
Vale lembrar que as atividades a serem trabalhadas nesta etapa foram desenvolvidas levando-se em conta os princípios fundamentais da teoria da aprendizagem significativa de Ausubel: o princípio da diferenciação progressiva e o princípio da reconciliação integradora.

✓ Instruções de aplicação

Para iniciar esta aula, o docente deverá prover cópias da atividade *Hora da revisão!* (Apêndice 17), que tem a finalidade de promover a reconciliação integradora dos conceitos trabalhados até então.

Esta atividade será realizada com auxílio de uma simulação interativa do *software* gratuito *PhET*¹⁴ sobre radiação de corpo negro, indicada na Figura 50.

Figura 50: simulação interativa do *PhET* sobre radiação de corpo negro.



Disponível em: <https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/legacy/blackbody-spectrum>. Acesso em: 28/09/2018.

¹⁴ As simulações interativas do *software PhET* encontram-se disponíveis no endereço eletrônico <<https://phet.colorado.edu/pt/simulations/category/new>>. O *PhET* pertence à Universidade do Colorado que disponibiliza diversas simulações de Matemática e Ciências *online* e gratuitamente.

Convém destacar que, para a execução da simulação virtual não é preciso que haja conexão com a *internet*, podendo o docente providenciar sua instalação em seu computador ou até mesmo em seu celular, a fim de que seja utilizada no modo *offline*. É importante mencionar que, para o perfeito funcionamento da simulação sem que se esteja conectado à rede de *internet*, é necessário que o computador disponha do *software Java*¹⁵.

A simulação interativa sobre radiação de corpo negro possibilita ao usuário ajustar o termômetro para temperaturas diferentes, dadas em Kelvin, permitindo modificá-lo para algumas temperaturas específicas, como a temperatura média da Terra (300 K), do forno (615 K), de uma lâmpada incandescente (3000 K) e da superfície do Sol (5700 K).

Além disso, também é possível verificar, por intermédio da simulação, o deslocamento da curva espectral com relação ao comprimento de onda e do pico de intensidade da radiação à medida que a temperatura aumenta ou diminui, relacionando o observado com a lei de deslocamento de Wien e a lei de Stefan, já estudados anteriormente, promovendo a reconciliação integradora.

É interessante que o professor previamente tenha contato com a simulação e teste seu adequado funcionamento, a fim de evitar transtornos desnecessários que podem atrapalhar o bom andamento da aula.

Assim, o professor poderá começar a aula entregando uma cópia da atividade para os alunos, realizando uma breve leitura da introdução da mesma, além de ter em mãos a simulação interativa do *PhET* pronta para ser manuseada. Esta atividade inicial pode ser realizada em um laboratório de informática ou na sala de aula com auxílio de um projetor.

Peça aos alunos para que explorem e interajam com a simulação (dando assistência quando necessário), discutindo com os colegas acerca do observado e respondendo, sequencialmente, as questões presentes na atividade.

Ao final desta atividade, os alunos devem entregá-la devidamente respondida ao professor que poderá analisar posteriormente as respostas dadas, utilizando como referência o gabarito das questões, encontrado no Apêndice 18.

Após este momento inicial de revisão, será ministrada uma aula expositiva dialogada com o objetivo de aprofundar conhecimentos sobre espectros. O professor poderá apresentar o novo conteúdo à turma utilizando-se de um projetor para uma apresentação em *slides* (Apêndice 19).

¹⁵ Disponível em: <https://www.java.com/pt_BR/>. Acesso em: 28 de setembro de 2018.

Acesse e confira esta aula por meio do *link* a seguir <<http://bit.ly/2Uje3RN>> ou efetuando a leitura do QR Code apresentado ao lado!



A fim de que os alunos acompanhem a aula juntamente com o professor foi elaborado um texto de apoio, localizado no Apêndice 20.

Ao término da explanação dos conceitos sobre espectros atômicos por meio da apresentação de *slides*, a turma poderá ser dividida em grupos de três a cinco integrantes para realização da atividade *Escrito nas Estrelas* (localizada no texto de apoio para os alunos) com o intuito de identificar a composição química de estrelas fictícias, por meio da análise comparativa entre as linhas espectrais das estrelas e os espectros de emissão de alguns elementos químicos.

É recomendado que o professor providencie cópias dos espectros de emissão dos elementos químicos (Apêndice 21) em folhas brancas no tamanho A4, além de cópias dos espectros das estrelas fictícias (Apêndice 22) em folhas de acetato transparentes no tamanho A4, utilizadas em retroprojektor, com o intuito de facilitar a análise da composição das estrelas pelos alunos.

Nesta atividade, cada grupo de alunos poderá analisar a composição de até três estrelas fictícias, dependendo da quantidade de grupos formados. Por exemplo: grupo A analisará a composição das estrelas fictícias 1, 2 e 3; grupo B analisará a composição das estrelas fictícias 4, 5 e 6; e, assim, sucessivamente. Convém destacar que, o professor poderá auxiliar os grupos, sanando possíveis dúvidas ou quando achar necessário.

Ao final da análise, o grupo deverá entregar ao professor os espectros utilizados, indicando quais elementos químicos devem estar presentes nas estrelas fictícias analisadas. O gabarito desta atividade pode ser encontrado no Apêndice 23.



APÊNDICE 17

Atividade Hora da revisão!

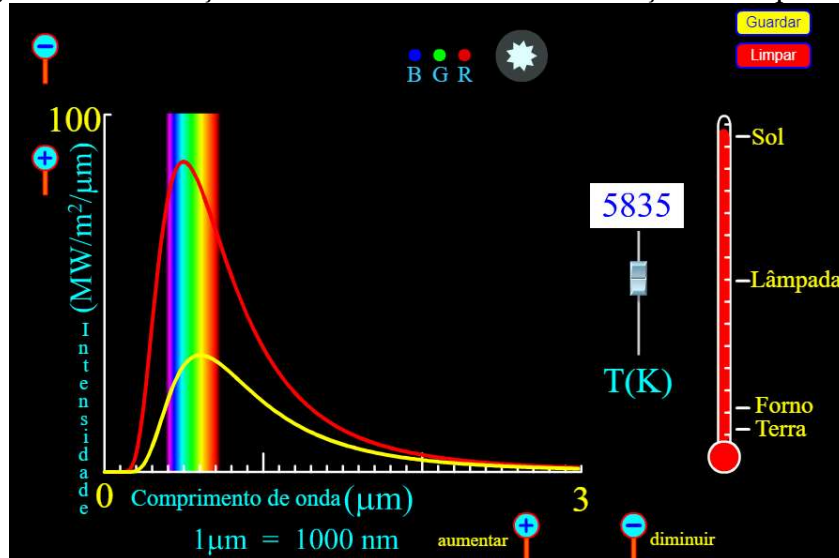




HORA DA REVISÃO!

Que tal relembrar melhor estes conceitos? Para isso, explore a simulação interativa do software *PhET* sobre radiação de corpo negro e discuta com seus colegas as questões a seguir:

Figura 51: Simulação interativa do *PhET* sobre radiação de corpo negro.



Disponível em: <https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/legacy/blackbody-spectrum>. Acesso em: 28/09/2018.

- 1) O que acontece com a curva espectral da radiação à medida que a temperatura aumenta?

- 2) Quando o filamento de tungstênio de lâmpadas incandescentes é aquecido pela passagem de corrente elétrica, ele atinge uma temperatura aproximada de 3000 K. Com base nessas informações e ajustando a temperatura do gráfico para 3000 K, você acredita que essas lâmpadas são eficientes para iluminar um ambiente? Justifique sua resposta com base no observado graficamente.

- 3) Ao ajustar a temperatura do gráfico para 5700 K (temperatura aproximada da superfície solar), o que acontece com o pico de intensidade da radiação? Relacione o observado com o processo de adaptação dos indivíduos ao espectro de radiação de maior intensidade emitido pelo Sol.

- 4) Ao observar dois objetos aquecidos, foi possível diferenciar duas colorações distintas: uma vermelho-alaranjada e outra azul brilhante. Qual deles seria o mais quente? Justifique sua resposta observando o deslocamento da curva espectral com a temperatura.

Figura 52: objeto vermelho-alaranjado e objeto azul brilhante.



Disponível em: <<https://es.dreamstime.com>>.
Acesso em: 28/09/2018.



APÊNDICE 18

Gabarito da atividade *Hora da revisão!*

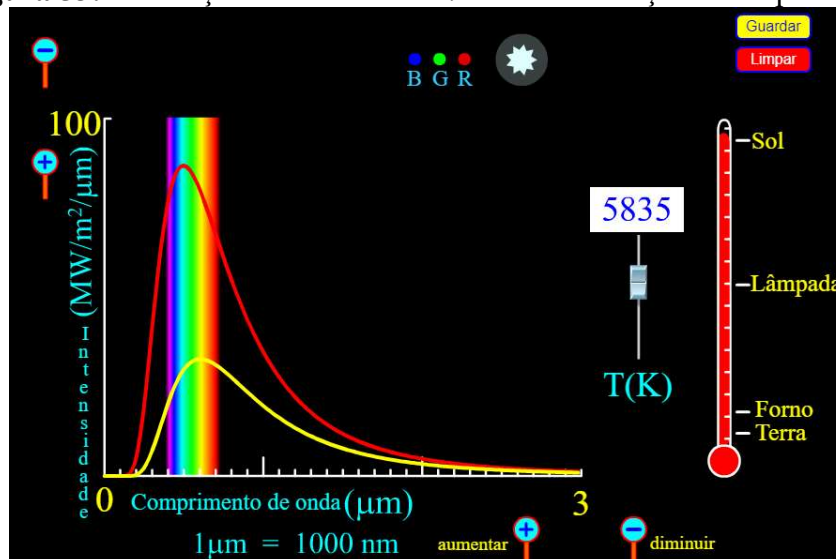




HORA DA REVISÃO!

Que tal relembrar melhor estes conceitos? Para isso, explore a simulação interativa do software *PhET* sobre radiação de corpo negro e discuta com seus colegas as questões a seguir:

Figura 53: Simulação interativa do *PhET* sobre radiação de corpo negro.



Disponível em: <https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/legacy/blackbody-spectrum>. Acesso em: 28/09/2018.

- 1) O que acontece com a curva espectral da radiação à medida que a temperatura aumenta?

Resposta: O seu pico de intensidade se desloca para menores comprimentos de onda.

- 2) Quando o filamento de tungstênio de lâmpadas incandescentes é aquecido pela passagem de corrente elétrica, ele atinge uma temperatura aproximada de 3000 K. Com base nessas informações e ajustando a temperatura do gráfico para 3000 K, você acredita que essas lâmpadas são eficientes para iluminar um ambiente? Justifique sua resposta com base no observado graficamente.

Resposta: Não, pois a maior parte de sua emissão encontra-se na região infravermelha do espectro e uma pequena parte na região visível, indicando que esse tipo de lâmpada irradia muito mais calor para o meio do que luz visível.

- 3) Ao ajustar a temperatura do gráfico para 5700 K (temperatura aproximada da superfície solar), o que acontece com o pico de intensidade da radiação? Relacione o observado com o processo de adaptação dos indivíduos ao espectro de radiação de maior intensidade emitido pelo Sol.

Resposta: O pico se desloca para a região visível do espectro. Isso indica que os indivíduos terrestres que tiverem maiores chances de sobrevivência foram aqueles que melhor se adaptaram ao espectro de radiação de maior intensidade emitido pelo Sol, ou seja, à região visível.

- 4) Ao observar dois objetos aquecidos, foi possível diferenciar duas colorações distintas: uma vermelho-alaranjada e outra azul brilhante. Qual deles seria o mais quente? Justifique sua resposta observando o deslocamento da curva espectral com a temperatura.

Resposta: O azul brilhante seria o mais quente, pois com o aumento da temperatura, a curva espectral se desloca para a região azul do espectro.

Figura 54: objeto vermelho-alaranjado e objeto azul brilhante.



Disponível em: <<https://es.dreamstime.com>>.

Acesso em: 28/09/2018.



APÊNDICE 19

Slides da etapa investigativa 6



ESPECTROS ATÔMICOS

Rafaela Ferreira



ESPECTROS ATÔMICOS

- Século XVII → **Isaac Newton**: luz branca solar composta por um feixe multicolorido → *espectro*.



1

ESPECTROS ATÔMICOS

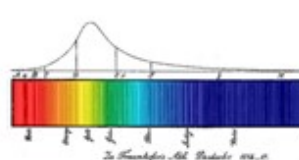
- **Espectro contínuo** → característico de corpos à elevada temperatura com luminosidade própria (corpos negros: Sol, o carvão em brasa, o filamento de uma lâmpada incandescente, dentre outros).



2

ESPECTROS ATÔMICOS

- **Joseph Fraunhofer** → mapeamento de 574 linhas escuras no espectro solar.

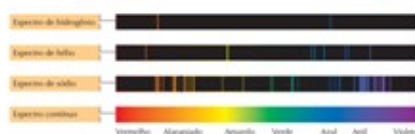


3

ESPECTROS ATÔMICOS

- **Espectro discreto** (ou descontínuo) → obtido ao se fazer atravessar um feixe de luz emitido por um gás de um elemento aquecido, por exemplo, por um prisma.

Características: **linhas brilhantes e brilhantes.**



4

ESPECTROS ATÔMICOS

- **Robert Bunsen e Gustav Kirchhoff** → responsáveis pela construção de um instrumento de fundamental importância para o avanço da Química, da Física e da Astronomia: o espectroscópio.

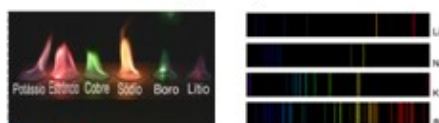


Espectroscópio de Kirchhoff e Bunsen

5

ESPECTROS ATÔMICOS

- **Bunsen e Kirchhoff** → comparação de vários espectros discretos, obtidos pelo aquecimento de diferentes elementos químicos:



- **Conclusão**: cada elemento químico quando aquecido apresentava uma série de linhas espectrais bem definidas que lhe era característica.

6

ESPECTROS ATÔMICOS

- **Espectro de emissão** → linhas brilhantes bem definidas.



- **Exemplo**: o aquecimento do vapor de sódio resulta em duas linhas espectrais bem próximas do amarelo do espectro, responsáveis pela cor amarela observada pela luz emitida.

7

ESPECTROS ATÔMICOS

- As duas linhas que se destacam no espectro de emissão do vapor de sódio também aparecem entre as raia s de Fraunhofer do espectro solar, porém como linhas escuras.



Espectro de emissão (acima) e espectro de absorção (abaixo) do sódio.

ESPECTROS ATÔMICOS

- Espectro de absorção** → linhas escuras no espectro de um determinado elemento, diferente do espectro de emissão que possui linhas claras.



Espectro de emissão
Espectro de absorção

ESPECTROS ATÔMICOS

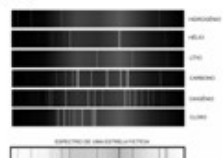
- O espectro atômico funciona como uma espécie de **impressão digital** que permite a caracterização e diferenciação dos elementos químicos que constituem a natureza.



A partir de um espectroscópio, foi possível perceber que mais da metade dos átomos que compõem a matéria são formados por elementos químicos que constituem a natureza.

ESPECTROS ATÔMICOS


- Exercício resolvido**
- (OBA-2009/adaptado) Na figura são encontrados espectros de emissão de alguns elementos químicos, além do espectro simplificado de uma estrela fictícia (último espectro).



ESPECTROS ATÔMICOS

Analisando os espectros apresentados, indique quais elementos químicos estão presentes na estrela fictícia.

Resolução: comparando os espectros de emissão dos elementos químicos com o espectro da estrela fictícia, é possível identificar (ao sobrepormos as linhas de cada elemento individual com o espectro da estrela) os seguintes elementos químicos: hidrogênio, hélio e lítio.



ESPECTROS ATÔMICOS

- Agora é sua vez!**
- Atividade:** 'Escrito nas estrelas'

Objetivo: verificação da composição química das estrelas fictícias comparando suas linhas espectrais com o espectro dos elementos químicos apresentados.

Obrigada pela atenção!





APÊNDICE 20

Texto de apoio para o aluno – etapa investigativa 6



➤ ESPECTROS ATÔMICOS

Você se lembra do experimento realizado na aula anterior, conhecido como “teste da chama”? Nele verificamos que substâncias diferentes quando aquecidas conferem colorações diferentes à chama. Ficou curioso em saber por que isso acontece? Calma, pois essa é uma resposta que você terá a partir da aula de hoje sobre *espectros atômicos*.

Já estudamos que, o físico Isaac Newton, no século XVII, ao atravessar a luz branca solar por um prisma, concluiu que ela é composta de um feixe multicolorido que se estende do vermelho ao violeta, que ele chamou de *espectro*.

Figura 55: espectro contínuo.



Fonte: FELTRE, 2004, p. 90.

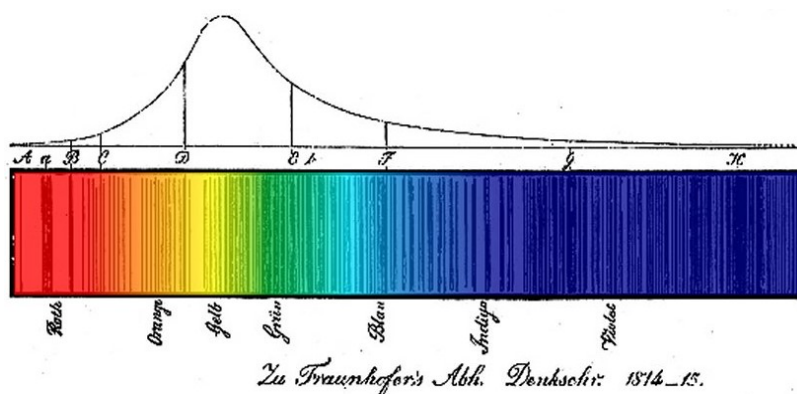
Na realidade, esse padrão espectral chamado de *espectro contínuo* pode ser observado para qualquer corpo à elevada temperatura com luminosidade própria (os chamados corpos negros, tais como: o Sol, o carvão em brasa, o filamento de uma lâmpada incandescente, dentre outros).

Figura 56: Joseph Fraunhofer.



Uma investigação relevante sobre o espectro solar foi realizada em 1814, pelo cientista alemão Joseph Fraunhofer (1787-1826). Utilizando prismas e grades de difração, ele conseguiu mapear 574 linhas escuras no espectro solar, conhecidas como “raias ou linhas de Fraunhofer” em sua homenagem, associando as mais fortes às letras do alfabeto.

Figura 57: linhas escuras no espectro solar observadas por Fraunhofer.



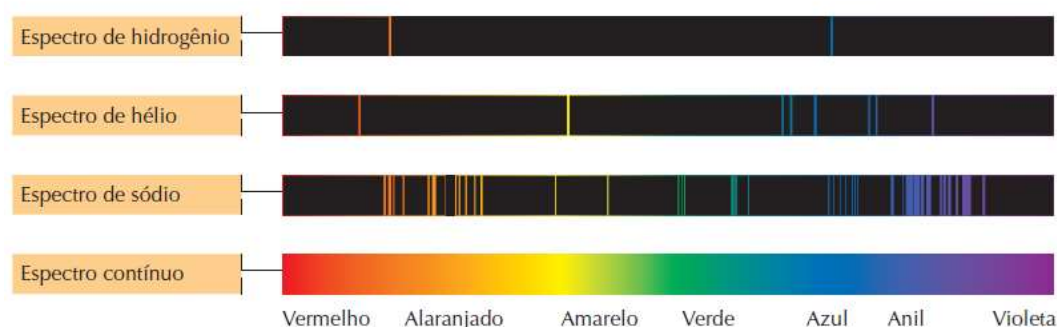
Disponível em:
<<https://www.alamy.pt/joseph-von-fraunhofer>>.
Acesso em: 30/09/2018.

Disponível em: <http://www.ice-age-ahead-iaa.ca/scrp_absolute_climate/tccd031.htm>.
Acesso em: 30/09/2018.

Apesar das contribuições de Fraunhofer, ainda não havia uma explicação teórica adequada acerca da formação das linhas escuras que pareciam cores subtraídas do espectro contínuo. Mesmo assim, seus experimentos motivaram novas investigações na busca do entendimento deste fenômeno.

Entretanto, ao se fazer atravessar um feixe de luz emitido por um gás de um elemento aquecido, por exemplo, por um prisma, obtemos como resultado um *espectro discreto* (ou descontínuo), e não contínuo como o espectro solar. Uma característica peculiar deste tipo de espectro são suas linhas luminosas brilhantes.

Figura 58: diferença entre o espectro contínuo e espectros discretos de alguns elementos químicos



Fonte: FELTRE, 2004, p. 90.

Esses espectros de linhas foram rigorosamente estudados por dois cientistas importantes: o alemão Robert Bunsen (1811-1899) e o prussiano Gustav Kirchhoff (1824-1887). A dupla de cientistas foi responsável pela disseminação do uso de técnicas espectrais na identificação e no estudo de elementos químicos, tornando-se personagens cruciais para o desenvolvimento da *espectroscopia*, que quer dizer *estudo da luz*.

Ambos os cientistas foram responsáveis pela construção de um instrumento de fundamental importância para o avanço da Química, da Física e da Astronomia: o espectroscópio, mostrado na Figura 59.

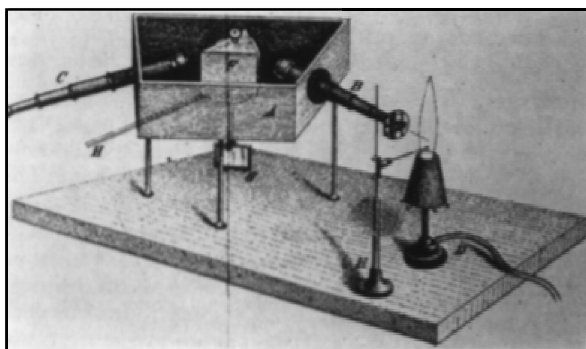


Figura 59: Espectroscópio de Kirchhoff e Bunsen.

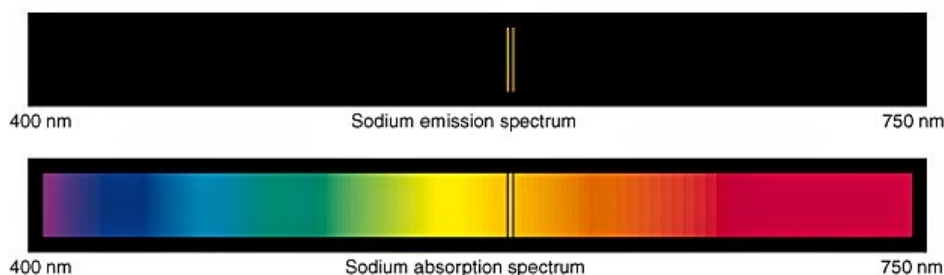
Fonte: FILGUEIRAS, 1996, p. 23.

Ao compararem vários espectros discretos, obtidos pelo aquecimento de diferentes elementos químicos, Kirchhoff e Bunsen constataram que cada elemento químico quando aquecido apresentava uma série de linhas espectrais bem definidas que lhe era característica.

Essas linhas brilhantes bem definidas constituem o chamado *espectro de emissão* do elemento analisado. Deste modo, o aquecimento do vapor de sódio (borrifando solução de cloreto de sódio numa chama, por exemplo) resulta em duas linhas espectrais bem próximas do amarelo do espectro, responsáveis pela cor amarela observada pela luz emitida.

É interessante observar que, duas linhas se destacam no espectro de emissão do vapor de sódio e que também aparecem entre as raiais de Fraunhofer do espectro solar, porém como linhas escuras.

Figura 60: Espectro de emissão (acima) e espectro de absorção (abaixo) do sódio.



Disponível em: <<http://dererummundi.blogspot.com.br/2014/09/tomaz-de-figueiredo-1902-1970.html>>. Acesso em: 30/09/2018.

Analisando-se as linhas iluminadas que pareciam ser correspondentes às linhas escuras quando sobrepostas, Kirchhoff e Bunsen chegaram à conclusão de que as linhas escuras deveriam representar o *espectro de absorção* daquele elemento. Se no espectro solar houvesse a presença destas duas linhas escuras, este fato deveria sinalizar a presença do elemento (neste caso, o sódio) ao qual se associam na atmosfera do Sol.

Deste modo, podemos concluir que, ao se analisar espectros emitidos por átomos distintos, ou simplesmente *espectros atômicos*, é possível verificar que cada tipo de átomo possui um espectro que lhe é característico, ou seja, o **espectro atômico funciona como uma espécie de *impressão digital*** que permite a caracterização e diferenciação dos elementos químicos que constituem a natureza.

A partir de então, foi possível prever por meio da radiação emitida por um corpo não só sua temperatura como também sua composição química. Esta previsão iniciou uma nova era para a Ciência, marcada pela descoberta de inúmeros elementos químicos que constituíam tanto os corpos celestes quanto os terrestres.

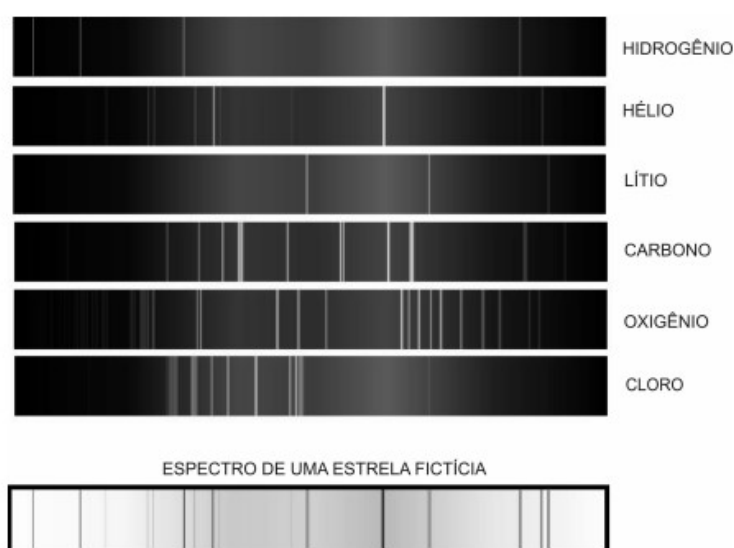
É importante mencionar que, investigações posteriores realizadas no ramo da espectroscopia e impulsionadas pelo excepcional trabalho dos brilhantes cientistas Kirchhoff e Bunsen permitiram identificar o desvio para o vermelho (conhecido como *redshift*), no qual é possível detectar um desvio das linhas espectrais para o vermelho – indicando o afastamento das galáxias em relação ao nosso planeta, servindo para comprovar a expansão do Universo.

Vale destacar que, a explicação para os espectros individuais e peculiares dos elementos químicos – que produziam cores características ao serem submetidos à chama – foi um problema que intrigou muitos cientistas da época e que será explicado em nosso próximo encontro. Até lá!



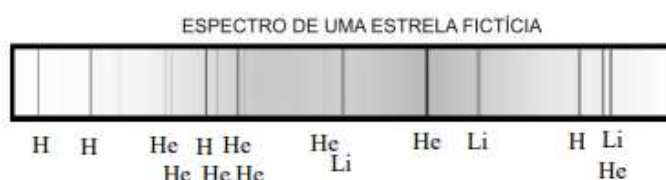
EXERCÍCIO RESOLVIDO

- (OBA-2008/adaptado) Na figura abaixo são encontrados espectros de emissão de alguns elementos químicos, além do espectro simplificado de uma estrela fictícia (último espectro).



Analisando os espectros apresentados, indique quais elementos químicos estão presentes na estrela fictícia.

Resolução: Por meio da comparação dos espectros de emissão dos elementos químicos com o espectro da estrela fictícia, é possível identificar (ao sobrepormos as linhas de cada elemento individual com o espectro da estrela) os seguintes elementos químicos: hidrogênio, hélio e lítio.

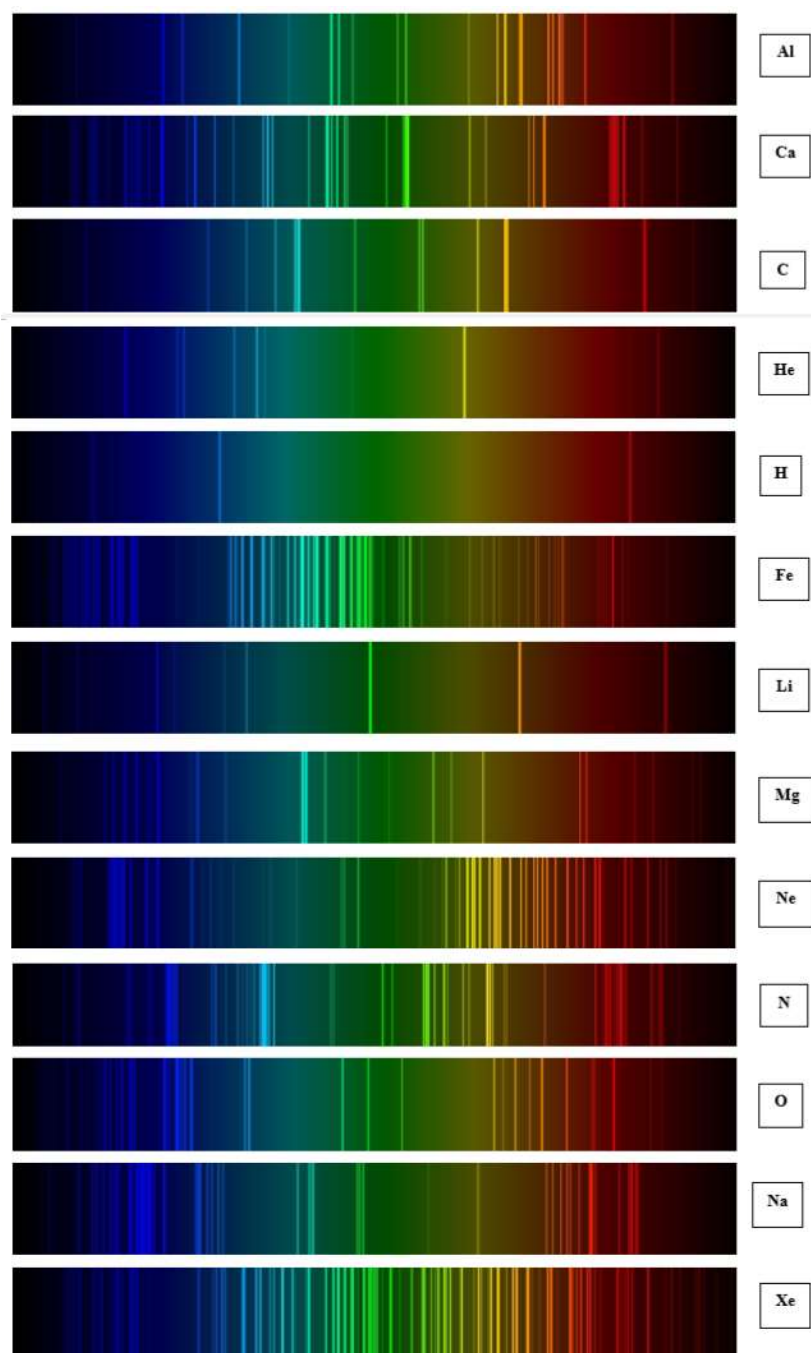




ATIVIDADE: “ESCRITO NAS ESTRELAS”

- ✓ Analise as linhas espectrais das estrelas fictícias e compare-as com o espectro dos elementos químicos apresentados, indicando a composição química de cada estrela (dica: cada estrela é formada por no mínimo três e no máximo cinco elementos químicos).

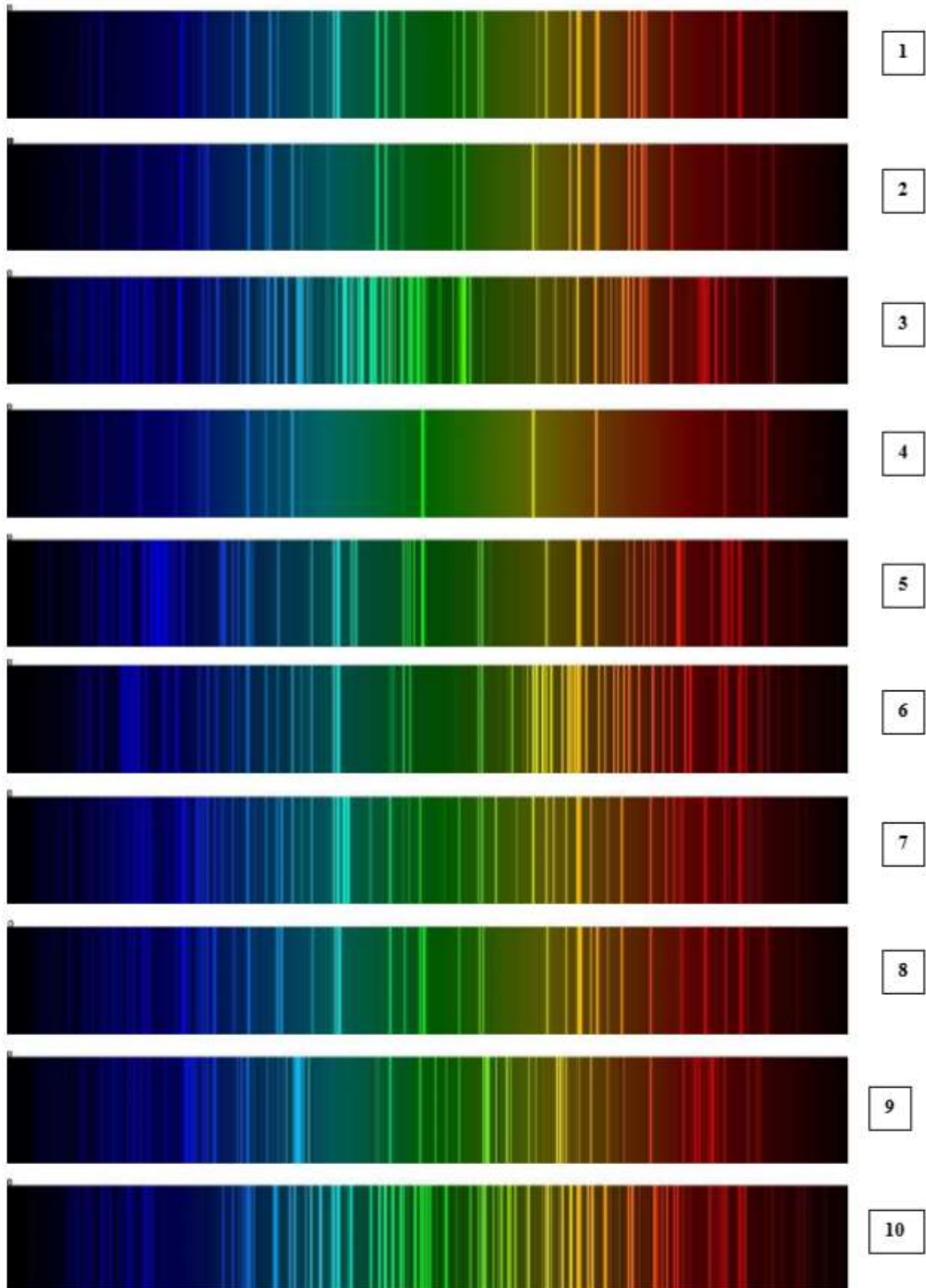
Figura 61: Espectro dos elementos químicos.



Fonte: BROCKINGTON, Guilherme. *A realidade escondida: a dualidade onda-partícula para estudantes do Ensino Médio*. Dissertação (Mestrado) – Universidade de São Paulo, 2005 (Adaptado).



Figura 62: Espectro das estrelas fictícias.



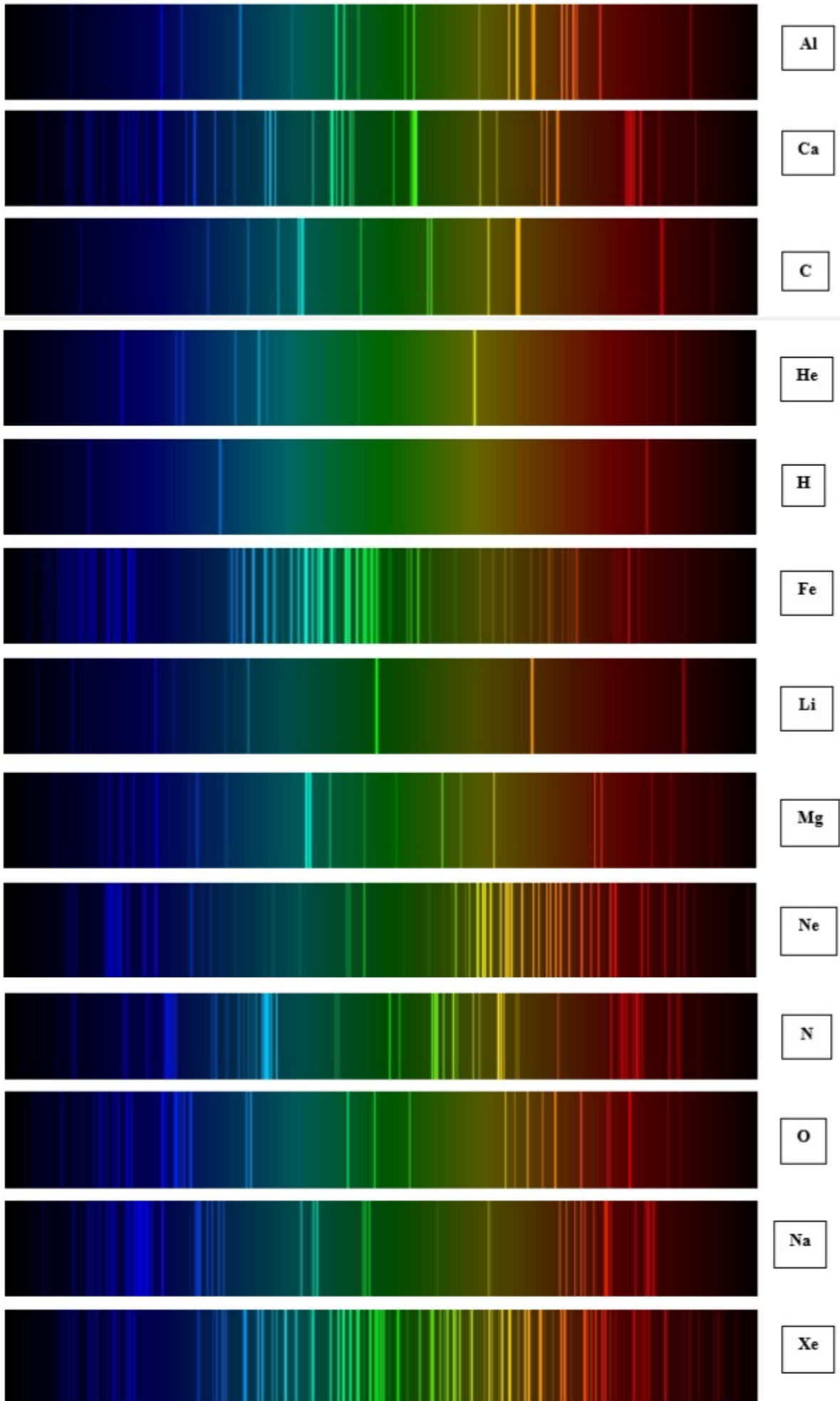
Fonte: BROCKINGTON, Guilherme. *A realidade escondida: a dualidade onda-partícula para estudantes do Ensino Médio*. Dissertação (Mestrado) – Universidade de São Paulo, 2005 (Adaptado).



APÊNDICE 21

Espectros de emissão dos elementos químicos



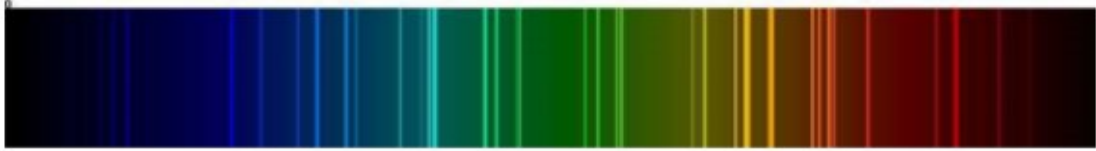




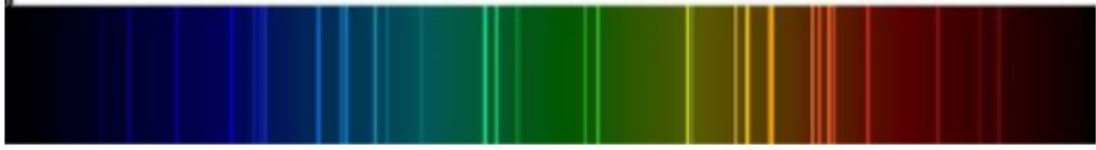
APÊNDICE 22

Espectros das estrelas fictícias

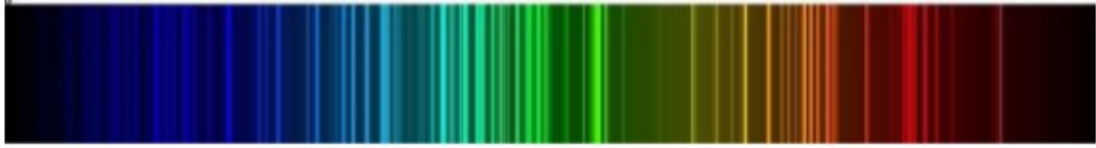




1



2



3



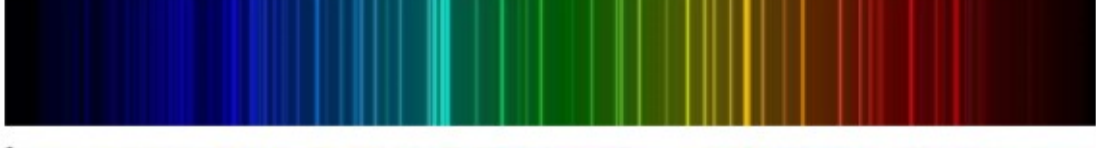
4



5



6



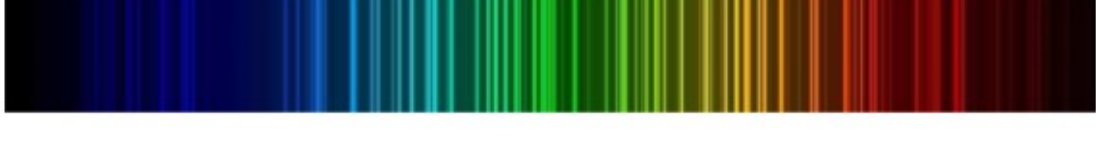
7



8



9



10



APÊNDICE 23

Gabarito da atividade *Escrito nas estrelas*



Gabarito da atividade Escrito nas Estrelas**Quadro 6:** estrelas fictícias com seus respectivos elementos químicos.

Estrela Fictícia	Elementos químicos presentes
Estrela 1	Alumínio (Al), Hidrogênio (H) e Carbono (C)
Estrela 2	Alumínio (Al), Hélio (He) e Hidrogênio (H)
Estrela 3	Ferro (Fe), Hidrogênio (H), Alumínio (Al) e Cálcio (Ca)
Estrela 4	Hélio (He), Hidrogênio (H) e Lítio (Li)
Estrela 5	Sódio (Na), Hidrogênio (H), Lítio (Li) e Carbono (C)
Estrela 6	Neônio (Ne), Hidrogênio (H), Hélio (He) e Carbono (C)
Estrela 7	Oxigênio (O), Carbono (C), Hidrogênio (H), Hélio (He) e Magnésio (Mg)
Estrela 8	Oxigênio (O), Carbono (C), Lítio (Li) e Hidrogênio (H)
Estrela 9	Oxigênio (O), Hidrogênio (H) e Nitrogênio (N)
Estrela 10	Xenônio (Xe), Hidrogênio (H) e Carbono (C)

Fonte: elaboração própria.



AULA EXPOSITIVA DIALOGADA E ENCERRAMENTO DO CONTEÚDO

Objetivos:

- Compreender a importância histórica das investigações do espectro atômico do hidrogênio;
- Reconhecer a solução dada por Niels Bohr e os seus postulados para explicar os espectros atômicos.

ETAPA INVESTIGATIVA

➤ **7ª ETAPA INVESTIGATIVA: AULA EXPOSITIVA DIALOGADA E ENCERRAMENTO DO CONTEÚDO**

Esta penúltima etapa tem como finalidade retratar a solução dada por Niels Bohr e os seus postulados para explicar os espectros atômicos, bem como destacar a importância histórica das investigações do espectro atômico do hidrogênio.

Por intermédio de uma aula expositiva dialogada, o professor deverá caminhar em direção ao encerramento do conteúdo, lembrando que este deve ser abordado considerando-se os princípios da diferenciação progressiva e da reconciliação integradora, que perpassam todas as etapas investigativas propostas em uma UEPS.

✓ **Instruções de aplicação**

Com o intuito de introduzir o conteúdo a ser abordado, o professor poderá iniciar esta aula propondo à turma a realização da atividade *Para Pensar...* (Apêndice 24), entregando cópias individuais da mesma para os alunos.

Nesta atividade, os alunos deverão observar e discutir sobre as semelhanças e diferenças entre os espectros de diferentes fontes de luz, tais como: vela, lâmpada incandescente, luz negra, lâmpada fluorescente, lâmpada de vapor de sódio e lâmpada de vapor de mercúrio.

Vale ressaltar que o docente deverá providenciar as lâmpadas que irá utilizar na aula com antecedência, podendo variar as fontes de luz utilizadas nesta atividade, desde que algumas delas tenham espectros contínuos enquanto outras tenham espectros discretos.

Para a observação das fontes de luz mencionadas foram utilizados espectroscópios feitos de cano PVC, fornecidos pela Sociedade Brasileira de Física (SBF) ao Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF) – Polo 34 (Instituto Federal Fluminense – IFF).

No entanto, se houver tempo hábil, o professor poderá propor a construção de espectroscópios pela turma utilizando CD como rede de difração.

Nesta atividade introdutória, o professor deverá instigar os alunos a buscarem explicações para o fenômeno observado, orientando-os a observar atentamente cada espectro, a fim de distinguir os espectros contínuos dos espectros discretos.

Com a aplicação desta atividade, espera-se que os alunos consigam associar que as lâmpadas constituídas de gases de elementos químicos específicos em seu interior (fluorescente, luz negra, de vapor de sódio e de mercúrio) emitem espectros discretos e lâmpadas que funcionam por aquecimento de um sólido (lâmpada incandescente) ou um corpo opaco e quente (como a vela acesa, por exemplo) emitem espectros contínuos.

Ao finalizar a aplicação desta atividade inicial, o professor poderá apresentar a última parte do conteúdo à turma por meio de uma aula expositiva dialogada, utilizando uma apresentação em *slides* (Apêndice 25) com auxílio de um projetor.

Acesse e confira esta aula por meio do *link* a seguir
<<http://bit.ly/2SbBvmC>>
ou efetuando a leitura do QR Code apresentado ao lado!



O discente poderá acompanhar os conteúdos apresentados pelo professor nesta aula, utilizando um texto de apoio (Apêndice 26) para este fim.



APÊNDICE 24
Atividade Para Pensar...



Atividade inicial: Para Pensar...

Vimos anteriormente, que cada tipo de átomo possui seu próprio espectro, isto é, o espectro atômico funciona como uma espécie de “impressão digital”, favorecendo a caracterização e diferenciação dos diversos elementos químicos que existem.

Algumas questões que ainda não tinham sido respondidas e que intrigavam os cientistas da época eram: por que havia um conjunto de linhas características – que indicavam comprimentos de onda específicos – para cada elemento químico? Por que amostras de elementos químicos diferentes ao serem queimadas conferiam colorações diferentes à chama?



PARA PENSAR...

- Utilizando espectroscópios feitos de cano PVC, fornecidos pela Sociedade Brasileira de Física (SBF) ao Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF) – Polo 34 (Instituto Federal Fluminense – IFF), analise o espectro das seguintes fontes de luz:

- ✓ Vela;
- ✓ Lâmpada incandescente;
- ✓ Luz negra ou luz ultravioleta;
- ✓ Lâmpada fluorescente;
- ✓ Lâmpada de vapor de sódio;
- ✓ Lâmpada de vapor de mercúrio.



- Quais foram as semelhanças e as diferenças entre os espectros observados?

- Em sua opinião, o que justifica os espectros observados para as fontes luminosas descritas acima?



APÊNDICE 25

Slides da etapa investigativa 7



ESPECTROS ATÔMICOS E A SOLUÇÃO DE NIELS BOHR



Rafaela Ferreira

ESPECTROS ATÔMICOS

- Apesar da contribuição de Fraunhofer, Kirchhoff e Bunsen dada à espectroscopia, novas investigações continuavam com o intuito de encontrar respostas para as seguintes questões:

• Por que havia um conjunto de linhas características para cada elemento químico?

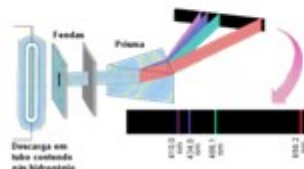


• Por que amostras de elementos químicos diferentes ao serem queimadas conferem colorações diferentes à chama?

1

ESPECTRO ATÔMICO DO HIDROGÊNIO

- Um dos espectros que foi bastante investigado pelos cientistas em busca de respostas que explicassem as peculiares características dos espectros atômicos é o espectro de emissão do hidrogênio atômico.



2

ESPECTRO ATÔMICO DO HIDROGÊNIO

- Houve um grande esforço da comunidade científica para obtenção de uma relação matemática que representasse o comprimento de onda das linhas observadas no espectro de emissão do átomo de hidrogênio;

- Porém, todos os resultados obtidos não eram explicados pelos princípios da Física Clássica.

3

A SOLUÇÃO DE NIELS BOHR

- Coube ao físico dinamarquês Niels Bohr (1875-1962) desvendar esse enigma, explicando, assim, as peculiares características dos espectros atômicos.



Niels Bohr

4

A SOLUÇÃO DE NIELS BOHR

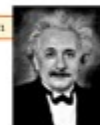
- Em 1913, Bohr propõe um modelo simples da estrutura atômica que explicava com sucesso o espectro discreto da radiação emitida por certos átomos, obtido experimentalmente;

- Bohr se baseou nas ideias de quantização propostas por Max Planck (1858-1947) e Albert Einstein (1879-1955).



Max Planck

Albert Einstein



5

A SOLUÇÃO DE NIELS BOHR

- Mesclando ideias da Física Clássica com ideias da Física Quântica, Bohr propõe uma série de postulados:

- > Os elétrons se movem em órbitas circulares ao redor do núcleo, ocupando determinados níveis de energia ou camadas eletrônicas;
- > Cada nível possui um valor determinado de energia;
- > O elétron não pode permanecer entre os níveis de energia;



6

A SOLUÇÃO DE NIELS BOHR

- Mesclando ideias da Física Clássica com ideias da Física Quântica, Bohr propõe uma série de postulados:

- > Um elétron pode "saltar" de um nível de menor energia para outro de maior energia, desde que absorva energia suficiente para tal;
- > Ao retornar para sua camada original e de menor energia, ocorre a liberação de energia, que pode ocorrer na forma de luz visível.



7

A SOLUÇÃO DE NIELS BOHR



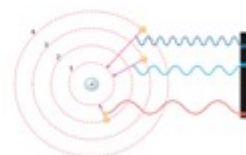
Elétron absorve energia e salta para uma camada mais externa.

Ao retornar ao seu estado fundamental, o elétron libera a energia recebida na forma de radiação (luz, por exemplo).

8

A SOLUÇÃO DE NIELS BOHR

- Tomando o átomo de hidrogênio como referência, podemos relacionar os saltos dos elétrons com as respectivas raia s observadas no seu espectro.



9

A SOLUÇÃO DE NIELS BOHR

- para cada diferente retomada do elétron ao seu estado fundamental, há emissão de luz com cores diferentes;



- Este modelo explica as diferentes cores dos fogos de artifício e as diferentes colorações da chama observadas no experimento "teste da chama".

10

PANORAMA ATUAL

- Apesar do sucesso do modelo atômico proposto por Bohr, ele é insuficiente para descrever completamente os sistemas atômicos;
- Contribuições da mecânica quântica dadas por Schrödinger e Heisenberg forneceram um método mais abrangente de descrição dos sistemas atômicos que se estende ao comportamento de partículas de qualquer sistema microscópico.

11

**Obrigada pela
atenção!**



12



APÊNDICE 26

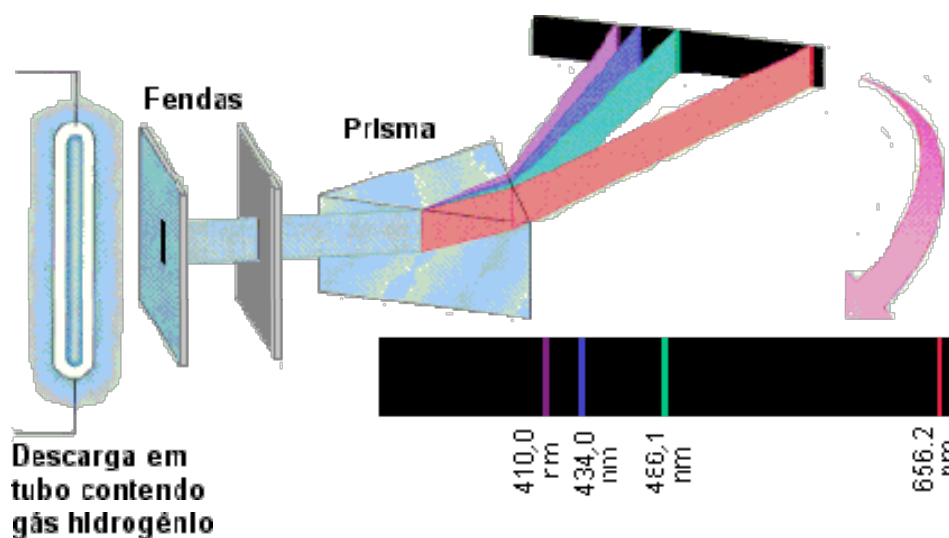
Texto de apoio para o aluno – etapa investigativa 7



➤ ESPECTRO ATÔMICO DO HIDROGÊNIO

Um dos espectros que foi bastante investigado pelos cientistas em busca de respostas que explicassem as peculiares características dos espectros atômicos é o espectro de emissão do hidrogênio atômico devido a sua simplicidade, abundância no universo e por apresentar uma parte do seu espectro dentro da região de comprimentos de onda da luz visível.

Figura 63: espectro de emissão do hidrogênio atômico.



Disponível em: <http://www.feiradeciencias.com.br/sala23/23_ma02.asp>.
Acesso em: 10/10/2018.

Houve um grande esforço da comunidade científica para obtenção de uma relação matemática que representasse o comprimento de onda das linhas observadas no espectro de emissão do átomo de hidrogênio.

No entanto, todos esses resultados não eram explicados pelos princípios da Física Clássica, sendo necessária a elaboração de um modelo atômico que pudesse explicar as características inerentes aos espectros atômicos. E é neste contexto que emerge uma explicação dada pelo cientista dinamarquês Niels Bohr.



PARA SABER MAIS!

Figura 64: Jakob Balmer.



Disponível em:
<https://nl.wikipedia.org/wiki/Johann_Jakob_Balmer>.
Acesso em: 10/10/2018.

Em 1885, um professor suíço de uma escola secundária, chamado Johann Jakob Balmer (1825-1898) encontrou uma função matemática que descrevia com grande precisão os comprimentos de onda das linhas visíveis do espectro de emissão do átomo de hidrogênio.

$$\lambda = 3646 \frac{n^2}{n^2 - 4} \quad n = 3,4,5, \dots$$

Na equação, λ corresponde ao comprimento de onda em metros (m) e n é um número inteiro maior ou igual a 3.

Mais adiante, em 1890, Johannes Rydberg, um físico sueco, apresentou uma forma mais conveniente de se apresentar a fórmula de Balmer, generalizando-a e reescrevendo-a da seguinte forma.

$$\frac{1}{\lambda} = R_H \left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{n^2} \right), \quad n = 3,4,5, \dots$$

onde R_H é conhecida como constante de Rydberg para o hidrogênio. Seu valor corresponde a $10967757,6 \pm 1,2 \text{ m}^{-1}$.

A corrida por uma explicação matemática que explicasse o enigma dos espectros atômicos, mais especificamente para o átomo de hidrogênio não parou por aí.

Na tabela a seguir estão relacionadas diversas séries obtidas para o átomo de hidrogênio:

Figura 65: Johannes Rydberg.



Disponível em:
<https://wikiciencias.casadasciencias.org/wiki/index.php/Johannes_Robert_Rydberg>.
Acesso em: 10/10/2018.





Tabela 1: Séries do hidrogênio.

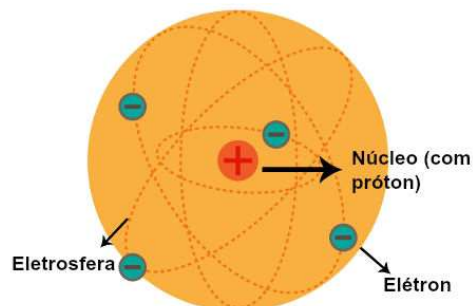
Nomes	Faixas de comprimento de onda	Fórmulas	Valores de n
Lyman	Ultravioleta	$\frac{1}{\lambda} = R_H \left(\frac{1}{1^2} - \frac{1}{n^2} \right)$	n = 2, 3, 4, ...
Balmer	Ultravioleta próximo e visível	$\frac{1}{\lambda} = R_H \left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{n^2} \right)$	n = 3, 4, 5, ...
Paschen	Infravermelho	$\frac{1}{\lambda} = R_H \left(\frac{1}{3^2} - \frac{1}{n^2} \right)$	n = 4, 5, 6, ...
Brackett	Infravermelho	$\frac{1}{\lambda} = R_H \left(\frac{1}{4^2} - \frac{1}{n^2} \right)$	n = 5, 6, 7, ...
Pfund	Infravermelho	$\frac{1}{\lambda} = R_H \left(\frac{1}{5^2} - \frac{1}{n^2} \right)$	n = 6, 7, 8, ...

Adaptado pela autora (Fonte: EISBERG; RESNICK, 1979, p. 137).

➤ A SOLUÇÃO INUSITADA DE NIELS BOHR

Em 1911, o modelo atômico proposto por Ernest Rutherford (1871-1937), era constituído de um núcleo contendo cargas positivas ao redor do qual giravam cargas negativas (elétrons).

Figura 66: modelo atômico do Sistema Solar de Rutherford.



Disponível em: <<https://brasilecola.uol.com.br/quimica/o-atomo-rutherford.htm>>. Acesso em: 10/10/2018.

Além de não dar conta de explicar a estabilidade do átomo, este modelo atômico proposto por Rutherford, conhecido como modelo do Sistema Solar, não era suficiente para explicar as linhas relacionadas a comprimentos de onda específicos que apareciam nos espectros atômicos.

Figura 67: Niels Bohr.

Coube ao físico dinamarquês Niels Bohr (1885-1962) desvendar esse enigma, explicando, assim, as peculiares características dos espectros atômicos.

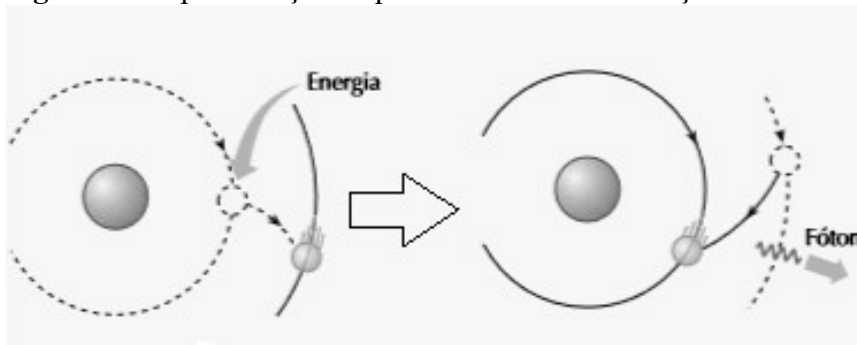
Em 1913, Bohr propõe um modelo simples da estrutura atômica que explicava com sucesso o espectro discreto da radiação emitida por certos átomos, obtido experimentalmente. Este modelo foi fundamentado com base nas ideias de quantização propostas por Max Planck (1858-1947) e Albert Einstein (1879-1955).

Deste modo, mesclando ideias da Física Clássica com ideias da Física Quântica, Bohr propõe uma série de postulados (afirmações aceitas como verdadeiras, porém sem demonstração):

- ✓ Os elétrons se movem em órbitas circulares ao redor do núcleo, ocupando determinados níveis de energia ou camadas eletrônicas;
- ✓ Cada nível possui um valor determinado de energia;
- ✓ O elétron não pode permanecer entre os níveis de energia;
- ✓ Um elétron pode “saltar” de um nível de menor energia para outro de maior energia, desde que absorva energia suficiente para tal. Quando isso acontece, dizemos que um elétron foi excitado e houve uma transição eletrônica;
- ✓ Ao retornar para sua camada original e de menor energia, ocorre a liberação de energia, que pode ocorrer na forma de luz visível.

Disponível em:
<https://pt.wikipedia.org/wiki/Niels_Bohr>.
Acesso em: 10/10/2018.

Figura 68: representação esquemática de uma transição eletrônica.

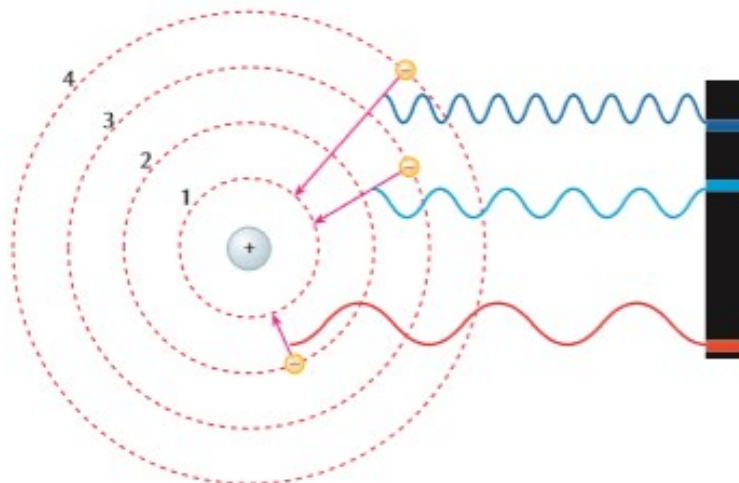


Fonte: FELTRE, 2004, p. 91.

Para Bohr, cada linha luminosa observada no átomo de hidrogênio, por exemplo, representa a energia liberada quando o elétron retorna ao seu estado de menor energia, denominado estado fundamental.

Tomando o átomo de hidrogênio como referência, podemos relacionar os saltos dos elétrons com as respectivas raias observadas no seu espectro, como mostrado na Figura 69:

Figura 69: relação entre os saltos eletrônicos e as raias espectrais.



Fonte: FELTRE, 2004, p. 91.

Observe na Figura 69 que, para cada diferente retomada do elétron ao seu estado fundamental há emissão de luz com cores diferentes. Desta forma, é possível explicarmos as diferentes cores apresentadas pelos fogos de artifício e as diferentes colorações da chama observadas no experimento “teste da chama”.

Cabe ressaltar, que apesar do sucesso do modelo atômico proposto por Niels Bohr e de sua importância histórica, ele é insuficiente para descrever completamente os sistemas atômicos, não refletindo a descrição moderna de nenhum átomo. Na realidade, contribuições da mecânica quântica dadas por Schrödinger e Heisenberg forneceram um método mais abrangente de descrição dos sistemas atômicos que se estende ao comportamento de partículas de qualquer sistema microscópico.



ENCONTRO FINAL INTEGRADOR

Objetivos:

- Elaboração de um mapa conceitual retomando os conceitos abordados, com o intuito de identificar evidências que apontem para a ocorrência da aprendizagem significativa;
- Realização de uma avaliação somativa individual e de uma avaliação sobre as etapas investigativas das UEPS com auxílio do formulário *online Google Forms*.

ETAPA INVESTIGATIVA

8ª ETAPA INVESTIGATIVA: MAPA CONCEITUAL E AVALIAÇÃO SOMATIVA INDIVIDUAL

Neste encontro final integrador, haverá a elaboração de um mapa conceitual pelos discentes que deverão retomar os conceitos abordados durante a aplicação das etapas investigativas da UEPS. Esta tarefa é importante para identificação de evidências que apontem para a ocorrência da aprendizagem significativa.

Após a realização desta atividade, será efetuada a aplicação de uma avaliação somativa individual sobre os conceitos estudados ao longo da UEPS, além de uma avaliação sobre as etapas investigativas da UEPS, na qual o aluno poderá manifestar sua opinião sobre os conteúdos abordados e sobre as atividades aplicadas.

✓ Instruções de aplicação

Antes que a turma inicie a construção do mapa conceitual cooperativo, é interessante que o docente converse brevemente com os alunos sobre os conceitos abordados nas aulas anteriores, procurando sanar alguma possível dúvida.

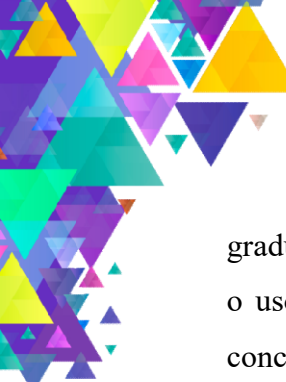
Após esta conversa inicial com a turma, o professor poderá utilizar uma técnica de dinâmica de grupo, denominada *brainstorming* ou *tempestade de ideias*, que irá direcionar a construção do mapa conceitual. Nesta estratégia, cada aluno será estimulado a expor uma palavra ou conceito-chave explorado ao longo das aulas sobre o tema *luz na identificação de elementos químicos*.

É aconselhável que o professor anote todas as palavras mencionadas, organizando-as em uma lista que ficará à disposição dos alunos em uma das extremidades do quadro, por exemplo, a fim de que toda a turma acompanhe a dinâmica e não repita nenhuma palavra.

Depois da participação e da contribuição de todos os discentes, o professor deverá instigá-los a elaborar um mapa conceitual cooperativo, que poderá ser feito no quadro, utilizando as palavras expostas no decorrer da dinâmica. Esta atividade contará com a participação de cada aluno, que dará sua contribuição para a elaboração do mapa.

No Apêndice 27, encontra-se um texto de apoio que poderá ser utilizado antes desta atividade, lembrando algumas dicas de como elaborar um mapa conceitual.

Oriente os alunos para que ordEnem os conceitos de modo hierárquico, inserindo o(s) mais geral(is)/mais inclusivo(s) no topo do mapa, agregando os demais conceitos




gradualmente até completar o diagrama. Além disso, estimule-os a conectar os conceitos com o uso de setas e palavra(s) de ligação(ões) com o objetivo de explicitar a relação entre os conceitos.

Ao término da elaboração do mapa conceitual, os alunos receberão dois *links* que deverão ser acessados dentro de um prazo determinado pelo docente, a fim de responderem dois questionários *online*: um para realização de uma avaliação somativa individual (Apêndice 28), contendo questões de Enem e de provas de vestibular, e outro para avaliação das etapas investigativas da UEPS (Apêndice 29), na qual o professor terá um *feedback* dos alunos acerca da UEPS. Vale destacar que o gabarito da avaliação somativa individual está localizado no Apêndice 30.

Os dois formulários *online* foram elaborados com auxílio da ferramenta *Google Forms* ou Formulários *Google* (ver tutorial no Apêndice 31).

Fica a critério do professor utilizar o recurso *Google Forms* para aplicação de ambas as avaliações que são de extrema importância tanto para evidenciar captação de significados e compreensão do tema abordado por parte dos discentes quanto para obter a opinião dos mesmos sobre os conteúdos abordados e sobre as atividades aplicadas.





APÊNDICE 27

Texto de apoio para o aluno – etapa investigativa 8



Encontro final integrador

Sejam todos muito bem-vindos ao nosso último encontro! Parabéns por terem chegado até aqui e espero que as aulas anteriores e as atividades realizadas tenham lhes auxiliado bastante em seu aprendizado.

E que tal construir um mapa conceitual a fim de relacionar conceitos importantes que vimos até aqui? Para isso, vamos relembrar dicas importantes sobre como elaborar um mapa conceitual. Fique atento!

DICAS PARA ELABORAR UM MAPA CONCEITUAL



1. Identifique os conceitos-chave do conteúdo que você irá mapear e organize-os em uma lista;
2. Ordene seus conceitos de forma hierárquica, colocando o(s) mais geral(is)/mais inclusivo(s) no topo de seu mapa, agregando os demais conceitos gradualmente até completar seu diagrama;
3. Busque conectar os conceitos com o uso de setas e palavra(s) de ligação(ões) com o objetivo de explicitar a relação entre os conceitos;
4. É possível adicionar exemplos ao seu mapa conceitual, desde que inseridos logo abaixo dos conceitos correspondentes;
5. Lembre-se: não há uma forma única e correta de se traçar um mapa conceitual. Ele é um instrumento dinâmico que se modifica à medida que você avança em seu aprendizado.

E então? Você está pronto para compartilhar, trocar e “negociar” significados de todo o conteúdo visto até aqui com seus colegas? Então, use e abuse de sua criatividade na construção de um mapa conceitual cooperativo!



APÊNDICE 28
Avaliação somativa individual



Avaliação somativa individual

Vamos testar seus conhecimentos adquiridos até aqui? Para isso, responda atentamente o simulado a seguir preparado com questões do ENEM e de vestibular. Boa sorte!

1) (ENEM-2014) Alguns sistemas de segurança incluem detectores de movimento. Nesses sensores, existe uma substância que se polariza na presença de radiação eletromagnética de certa região de frequência, gerando uma tensão que pode ser amplificada e empregada para efeito de controle. Quando uma pessoa se aproxima do sistema, a radiação emitida por seu corpo é detectada por esse tipo de sensor.

WENDLING, M. **Sensores**. Disponível em: www2.feg.unesp.br. Acesso em: 7 maio 2014 (adaptado).

A radiação captada por esse detector encontra-se na região de frequência

- a) da luz visível.
- b) do ultravioleta.
- c) do infravermelho.
- d) das micro-ondas.
- e) das ondas longas de rádio.

2) (ENEM-2014) Quando adolescente, as nossas tardes, após as aulas, consistiam em tomar às mãos o violão e o dicionário de acordes de Almir Chediak e desafiar nosso amigo Hamilton a descobrir, apenas ouvindo o acorde, quais notas eram escolhidas. Sempre perdíamos a aposta, ele possui o ouvido absoluto.

O ouvido absoluto é uma característica perceptual de poucos indivíduos capazes de identificar notas isoladas sem outras referências, isto é, sem precisar relacioná-las com outras notas de uma melodia.

LENT, R. **O cérebro do meu professor de acordeão**. Disponível em: <http://cienciahoje.uol.com.br> (adaptado).

No contexto apresentado, a propriedade física das ondas que permite essa distinção entre as notas é a

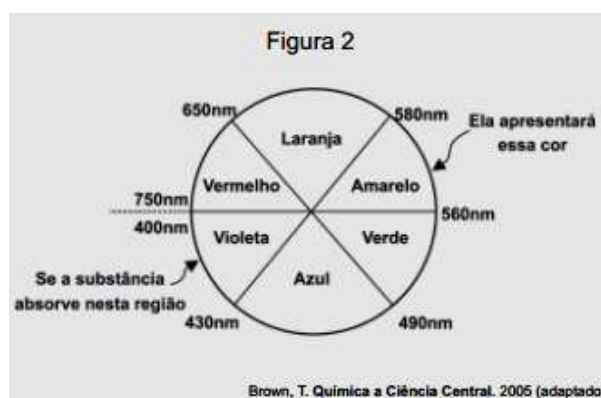
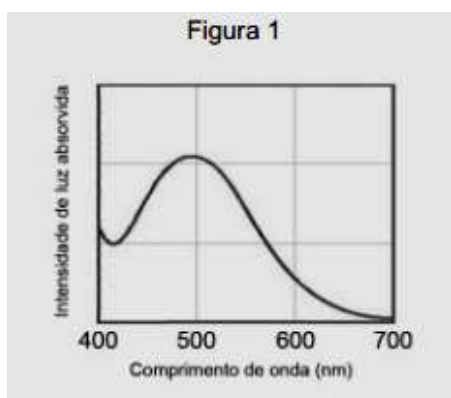
- a) frequência.
- b) intensidade.
- c) forma de onda.
- d) amplitude de onda.
- e) velocidade de propagação.

3) (ENEM-2017) Um fato corriqueiro ao se cozinhar arroz é o derramamento de parte da água de cozimento sobre a chama azul do fogo, mudando-a para uma chama amarela. Essa mudança de cor pode suscitar interpretações diversas, relacionadas às substâncias presentes na água de cozimento. Além do sal de cozinha (NaCl), nela se encontram carboidratos, proteínas e sais minerais.

Cientificamente, sabe-se que essa mudança de cor da chama ocorre pela:

- reação do gás de cozinha com o sal, volatilizando gás cloro.
- emissão de fótons pelo sódio, excitado por causa da chama.
- produção de derivado amarelo, pela reação com o carboidrato.
- reação do gás de cozinha com a água, formando gás hidrogênio.
- excitação das moléculas de proteínas, com formação de luz amarela.

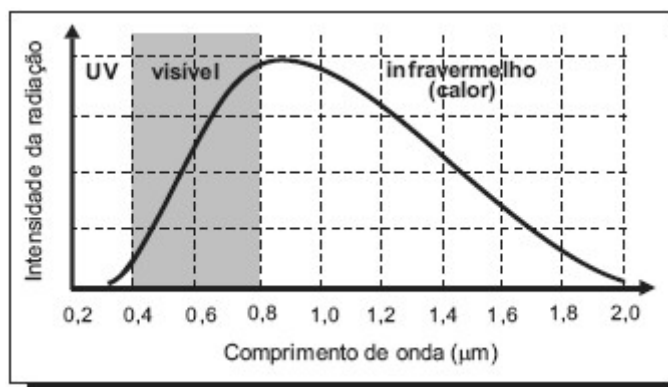
4) (ENEM-2011) Para que uma substância seja colorida ela deve absorver luz na região do visível. Quando uma amostra absorve luz visível, a cor que percebemos é a soma das cores restantes que são refletidas ou transmitidas pelo objeto. A Figura 1 mostra o espectro de absorção para uma substância e é possível observar que há um comprimento de onda em que a intensidade de absorção é máxima. Um observador pode prever a cor dessa substância pelo uso da roda de cores (Figura 2): o comprimento de onda correspondente à cor do objeto é encontrado no lado oposto ao comprimento de onda da absorção máxima.



Qual a cor da substância que deu origem ao espectro da Figura 1?

- Azul.
- Verde.
- Violeta.
- Laranja.
- Vermelho.

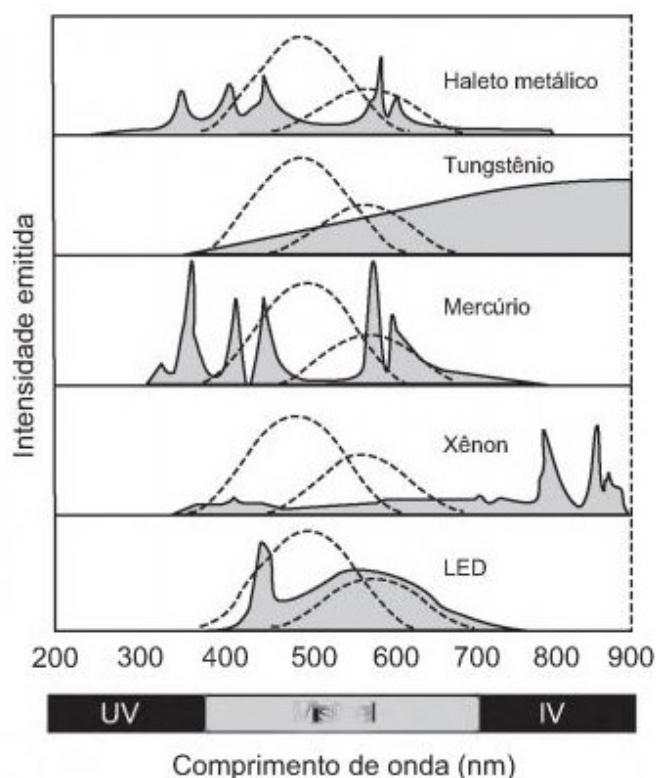
5) (ENEM-2008) A passagem de uma quantidade adequada de corrente elétrica pelo filamento de uma lâmpada deixa-o incandescente, produzindo luz. O gráfico abaixo mostra como a intensidade da luz emitida pela lâmpada está distribuída no espectro eletromagnético, estendendo-se desde a região do ultravioleta (UV) até a região do infravermelho.



A eficiência luminosa de uma lâmpada pode ser definida como a razão entre a quantidade de energia emitida na forma de luz visível e a quantidade total de energia gasta para o seu funcionamento. Admitindo-se que essas duas quantidades possam ser estimadas, respectivamente, pela área abaixo da parte da curva correspondente à faixa de luz visível e pela área abaixo de toda a curva, a eficiência luminosa dessa lâmpada seria de aproximadamente:

- a) 10%.
- b) 15%.
- c) 25%.
- d) 50%.
- e) 75%.

6) (ENEM-2017) A figura mostra como é a emissão de radiação eletromagnética para cinco tipos de lâmpada: haleto metálico, tungstênio, mercúrio, xênon e LED (diodo emissor de luz). As áreas marcadas em cinza são proporcionais à intensidade da energia liberada pela lâmpada. As linhas pontilhadas mostram a sensibilidade do olho humano aos diferentes comprimentos de onda. UV e IV são as regiões do ultravioleta e do infravermelho, respectivamente.



Disponível em: <http://zeiss-campus.magnet.fsu.edu>. Acesso em: 8 maio 2017 (adaptado).

Um arquiteto deseja iluminar uma sala usando uma lâmpada que produza boa iluminação, mas que não aqueça o ambiente. Qual tipo de lâmpada melhor atende ao desejo do arquiteto?

- a) Haletos metálicos.
- b) Tungstênio.
- c) Mercúrio.
- d) Xênon.
- e) LED

7) (ENEM-2012) Nossa pele possui células que reagem à incidência de luz ultravioleta e produzem uma substância chamada melanina, responsável pela pigmentação da pele. Pensando em se bronzear, uma garota vestiu um biquíni, acendeu a luz de seu quarto e deitou-se exatamente abaixo da lâmpada incandescente. Após várias horas ela percebeu que não conseguiu resultado algum.

O bronzeamento não ocorreu porque a luz emitida pela lâmpada incandescente é de

- a) baixa intensidade.
- b) baixa frequência.

- c) um espectro contínuo.
- d) amplitude inadequada.
- e) curto comprimento de onda.

8) (ENEM-2009) Sabe-se que o olho humano não consegue diferenciar componentes de cores e vê apenas a cor resultante, diferentemente do ouvido, que consegue distinguir, por exemplo, dois instrumentos diferentes tocados simultaneamente. Os raios luminosos do espectro visível, que têm comprimento de onda entre 380 nm e 780 nm, incidem na córnea, passam pelo cristalino e são projetados na retina. Na retina, encontram-se dois tipos de fotorreceptores, os cones e os bastonetes, que convertem a cor e a intensidade da luz recebida em impulsos nervosos. Os cones distinguem as cores primárias: vermelho, verde e azul, e os bastonetes diferenciam apenas níveis de intensidade, sem separar comprimentos de onda. Os impulsos nervosos produzidos são enviados ao cérebro por meio do nervo óptico, para que se dê a percepção da imagem.

Um indivíduo que, por alguma deficiência, não consegue captar as informações transmitidas pelos cones, perceberá um objeto branco, iluminado apenas por luz vermelha, como

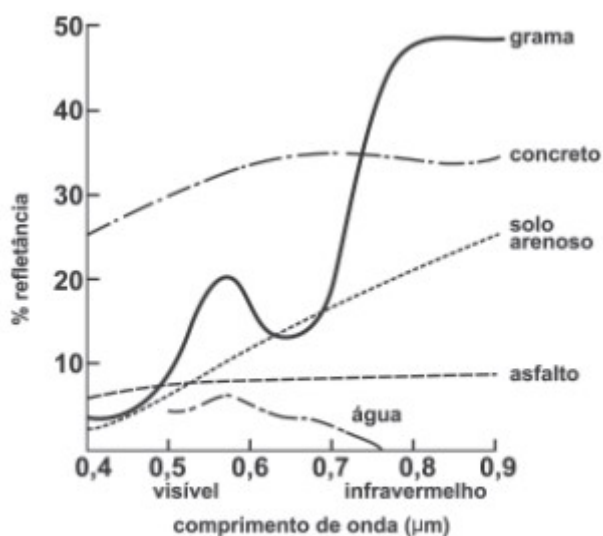
- a) um objeto indefinido, pois as células que captam a luz estão inativas.
- b) um objeto rosa, pois haverá mistura da luz vermelha com o branco do objeto.
- c) um objeto verde, pois o olho não consegue diferenciar componentes de cores.
- d) um objeto cinza, pois os bastonetes captam luminosidade, porém não diferenciam cor.
- e) um objeto vermelho, pois a retina capta a luz refletida pelo objeto, transformando-a em vermelho.

9) (ENEM-2013) Em viagens de avião, é solicitado aos passageiros o desligamento de todos o aparelhos cujo funcionamento envolva a emissão ou a recepção de ondas eletromagnéticas. O procedimento é utilizado para eliminar fontes de radiação que possam interferir nas comunicações via rádio dos pilotos com a torre de controle.

A propriedade das ondas emitidas que justifica o procedimento adotado é o fato de

- a) terem fases opostas.
- b) serem ambas audíveis.
- c) terem intensidades inversas.
- d) serem de mesma amplitude.
- e) terem frequências próximas

10) (ENEM-2011) O processo de interpretação de imagens capturadas por sensores instalados a bordo de satélites que imageiam determinadas faixas ou bandas do espectro de radiação eletromagnética (REM) baseia-se na interação dessa radiação com os objetos presentes sobre a superfície terrestre. Uma das formas de avaliar essa interação é por meio da quantidade de energia refletida pelo objeto. A relação entre a refletância de um dado objeto e o comprimento de onda da REM é conhecida como curva de comportamento espectral ou assinatura espectral do objeto, como mostra na figura, para objetos comuns na superfície terrestre.



D'ARCO, E. Radiometria e Comportamento Espectral de Alvos. INPE. Disponível em: <http://www.agro.unitau.br>. Acesso em: 3 maio 2009.

De acordo com as curvas de assinatura espectral apresentada na figura, para que se obtenha a melhor discriminação dos alvos mostrados, convém selecionar a banda correspondente a que comprimento de onda em micrômetros (μm)?

- a) 0,4 a 0,5.
- b) 0,5 a 0,6.
- c) 0,6 a 0,7.
- d) 0,7 a 0,8.
- e) 0,8 a 0,9.

11) (ENEM-2009) Considere um equipamento capaz de emitir radiação eletromagnética com comprimento de onda bem menor que a da radiação ultravioleta. Suponha que a radiação emitida por esse equipamento foi apontada para um tipo específico de filme fotográfico e entre o equipamento e o filme foi posicionado o pescoço de um indivíduo. Quanto mais exposto à radiação, mais escuro se torna o filme após a revelação. Após acionar o equipamento e revelar o filme, evidenciou-se a imagem mostrada na figura abaixo.



Dentre os fenômenos decorrentes da interação entre a radiação e os átomos do indivíduo que permitem a obtenção desta imagem inclui-se a

- a) absorção da radiação eletromagnética e a consequente ionização dos átomos de cálcio, que se transformam em átomos de fósforo.
- b) maior absorção da radiação eletromagnética pelos átomos de cálcio que por outros tipos de átomos.
- c) maior absorção da radiação eletromagnética pelos átomos de carbono que por átomos de cálcio.
- d) maior refração ao atravessar os átomos de carbono que os átomos de cálcio.
- e) maior ionização de moléculas de água que de átomos de carbono.

12) (FMTM-MG) Fogos de artifício utilizam sais de diferentes íons metálicos misturados com um material explosivo. Quando incendiados, emitem diferentes colorações. Por exemplo: sais de sódio emitem cor amarela, de bário, cor verde e de cobre, cor azul. Essas cores são produzidas quando os elétrons excitados dos íons metálicos retornam para níveis de menor energia. O modelo atômico mais adequado para explicar esse fenômeno é o modelo de:

- a) Rutherford
- b) Dalton
- c) Bohr
- d) Thomson
- e) Chadwick

13) (UFV-MG) O sal de cozinha (NaCl) emite luz de coloração amarela quando colocado numa chama. Baseando-se na teoria atômica, é correto afirmar que:

- a) os elétrons do cátion Na^+ , ao receberem energia da chama, saltam de uma camada mais externa para uma mais interna, emitindo luz amarela.
- b) a luz amarela emitida nada tem a ver com o sal de cozinha, pois ele não é amarelo.
- c) a emissão da luz amarela se deve a átomos de oxigênio.
- d) os elétrons do cátion Na^+ , ao receberem energia da chama, saltam de uma camada mais interna para uma mais externa e, ao perderem a energia ganha, emitem-na sob a forma de luz amarela.
- e) qualquer outro sal também produziria a mesma coloração.

14) (UFRGS-RS) Considere as afirmações a seguir:

I - As ondas luminosas são constituídas pelas oscilações de um campo elétrico e de um campo magnético.

II - As ondas sonoras precisam de um meio material para se propagar.

III - As ondas eletromagnéticas não precisam de um meio material para se propagar.

Quais delas são corretas?

- a) Apenas I
- b) Apenas I e II
- c) Apenas I e III
- d) Apenas II e III
- e) I, II e III

15) (UFV-MG) Em alguns filmes de ficção científica a explosão de uma nave espacial é ouvida em outra nave, mesmo estando ambas no vácuo do espaço sideral. Em relação a este fato é CORRETO afirmar que:

- a) Isto não ocorre na realidade, pois não é possível a propagação do som no vácuo.
- b) Isto ocorre na realidade, pois sendo a nave tripulada, possui em seu interior preenchido por gases.
- c) Isto ocorre na realidade, uma vez que o som se propagará junto com a imagem da mesma.
- d) Isto ocorre na realidade, pois as condições de propagação do som no espaço sideral são diferentes daquelas daqui da Terra.
- e) Isto ocorre na realidade e o som será ouvido inclusive com maior nitidez, por não haver meio material no espaço sideral.

16) (Vunesp-SP) Numa experiência clássica, coloca-se dentro de uma campânula de vidro onde se faz o vácuo, uma lanterna acesa e um despertador que está despertando. A luz da lanterna é vista, mas o som do despertador não é ouvido. Isso acontece porque:

- a) o comprimento de onda da luz é menor que o do som.
- b) nossos olhos são mais sensíveis que nossos ouvidos.
- c) o som não se propaga no vácuo e a luz sim.
- d) a velocidade da luz é maior que a do som.
- e) o vidro da campânula serve de blindagem para o som, mas não para a luz.

17) (Vunesp-SP) Pesquisadores da UNESP, investigando os possíveis efeitos do som no desenvolvimento de mudas de feijão, verificaram que sons agudos podem prejudicar o crescimento dessas plantas, enquanto que os sons mais graves, aparentemente, não interferem no processo.

CIÊNCIA E CULTURA, 42 (7) supl: 180-1, Julho 1990.

Nesse experimento o interesse dos pesquisadores fixou-se principalmente na variável física:

- a) velocidade
- b) umidade
- c) temperatura
- d) frequência
- e) intensidade



APÊNDICE 29

Avaliação das etapas investigativas da UEPS



AVALIAÇÃO DAS ETAPAS INVESTIGATIVAS DA UEPS

SUA OPINIÃO É MUITO IMPORTANTE!

1) O que você achou do tema trabalhado neste bimestre?

Escala de 1 a 5: onde 5 = Muito Interessante e 1 = Irrelevante

() 5 () 4 () 3 () 2 () 1

2) Como você avalia nossos encontros para realização dos trabalhos?

() Muito satisfatórios

() Satisfatórios

() Regulares

() Insatisfatórios

() Muito insatisfatórios

3) Você visualizou nas atividades realizadas e nas aulas dadas que o assunto trabalhado tinha relação com o cotidiano?

() Sim

() Não

Exemplifique.

4) Ao longo das aulas você notou que houve retomada aos conteúdos abordados nas aulas anteriores?

() Sim

() Não

5) Das atividades relacionadas a seguir, qual(is) dela(s) você mais gostou?

() Estudo de caso: Descobrimos os “ingredientes” que compõe o Sol

() Experimento “Enxergando o invisível” (com o controle remoto)

() Exercícios com utilização do aplicativo *online Plickers*

() Disco de Newton

() Exercícios sobre a lei de Stefan e a lei de deslocamento de Wien

- Experimento “Teste da chama”
- Simulação do PhET (gráfico da radiação térmica) da sessão “Hora da revisão”
- Escrito nas estrelas (identificação de elementos químicos nas estrelas)
- Observação dos espectros das lâmpadas
- Mapa conceitual

Comente: _____

6) Qual das atividades elencadas na questão anterior, você acredita que mais lhe ajudou em seu aprendizado?

7) Na sua opinião, os conteúdos aprendidos foram relevantes para sua formação? Comente.

8) A maneira como as atividades foram realizadas facilitou sua compreensão dos conteúdos estudados? Justifique.

9) Utilizando uma escala de 1 a 5, onde 1 quer dizer *tive muita dificuldade em aprender* e 5 quer dizer *compreendi muito bem*, como você avalia sua compreensão dos conteúdos listados abaixo:

- Conceito de ondas e principais características das ondas
- Ondas mecânicas e eletromagnéticas
- Espectro eletromagnético e sua divisão (ondas de rádio, microondas, infravermelho, luz visível, ultravioleta, raios-X e raios gama)

- () Luz visível, cores e o fenômeno da reflexão
- () Relação cor e temperatura (conceito de radiação térmica, corpos negros)
- () Curvas espectrais da radiação térmica
- () Lei do deslocamento de Wien
- () Lei de Stefan
- () Espectros atômicos e diferença entre espectros de emissão e absorção
- () Modelo atômico de Niels Bohr

10) O que você acredita que poderia ter melhorado ao longo das aulas? Registre aqui alguma sugestão ou comentário sobre as aulas e atividades desenvolvidas neste bimestre.



APÊNDICE 30

Gabarito da avaliação somativa individual



Gabarito da avaliação somativa individual**Quadro 7:** gabarito da avaliação somativa individual.

Questão	Alternativa Correta
1	C
2	A
3	B
4	E
5	C
6	E
7	B
8	E
9	E
10	E
11	B
12	C
13	D
14	E
15	A
16	C
17	D

Fonte: elaboração própria.



APÊNDICE 31

Tutorial da ferramenta *online Google Forms*



Tutorial Google Forms

✓ Para início de conversa... O que *Google Forms*?

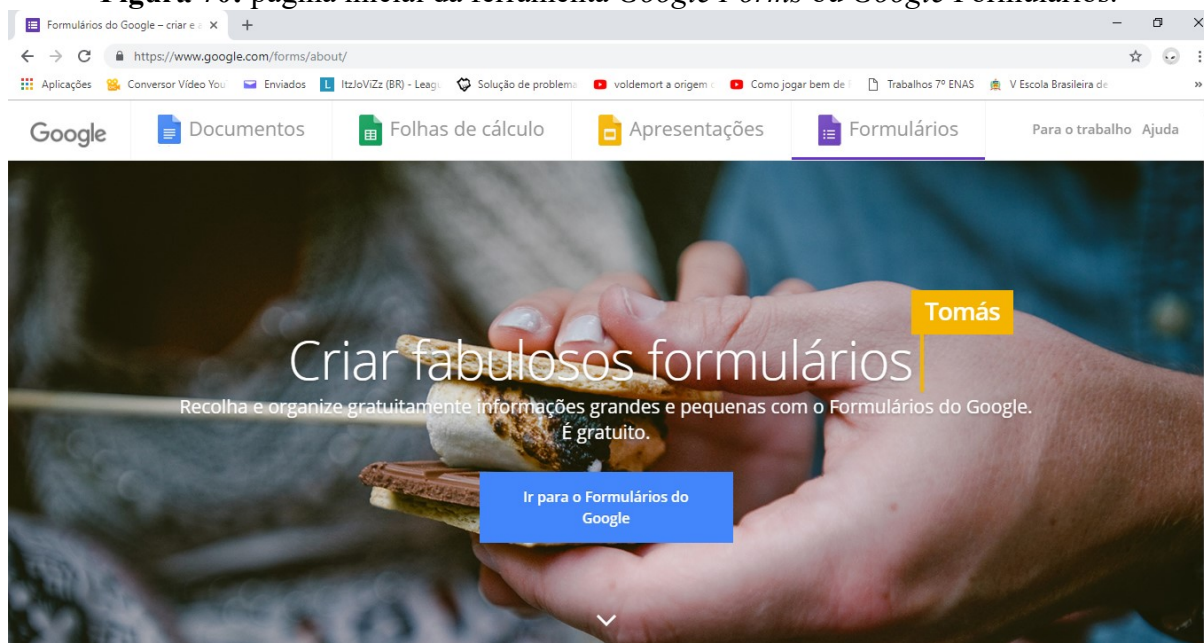
É um serviço gratuito que possibilita a criação de formulários *online*. No *Google Forms*, o usuário pode escolher se deseja criar um formulário de múltipla escolha ou elaborar questões discursivas, além de poder solicitar avaliações em escala numérica, fazer pesquisas, enquetes, *quiz*, dentre outros recursos.

A ferramenta é muito útil no que se refere à solicitação de *feedback* sobre algo, à organização de inscrições em eventos e ao requerimento de avaliações.

O funcionamento do *Google Forms* é totalmente *online* e possui compatibilidade com qualquer navegador e sistema operacional. Convém destacar que todos os dados do questionário são salvos automaticamente na conta *Google* do usuário, que também possibilita o acompanhamento das respostas dadas.

Para criar um formulário utilizando o *Google Forms*, basta acessar o endereço eletrônico <<https://www.google.com/forms/about/>> ou acessá-lo por meio da sua conta no *Google Drive* na opção Novo Formulário *Google*.

Figura 70: página inicial da ferramenta *Google Forms* ou *Google Formulários*.



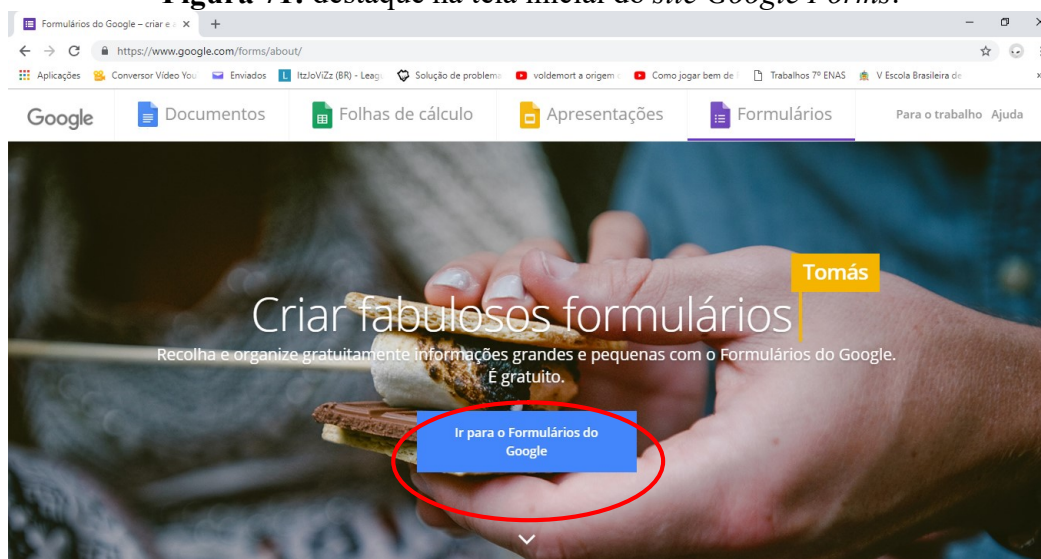
Disponível em: <<https://www.google.com/forms/about/>>.
Acesso em: 13/11/2018.

✓ Como criar seu formulário?

Após acessar o endereço eletrônico do *Google Forms*, acompanhe o passo a passo a seguir para criar seu primeiro formulário:

- **1º passo:** na tela inicial do *site* clique em *Ir para o Formulários do Google*.

Figura 71: destaque na tela inicial do *site Google Forms*.

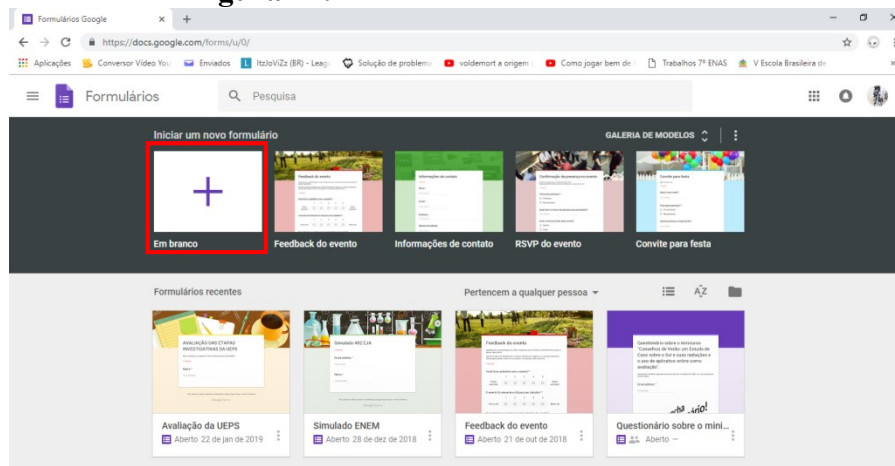


Disponível em: <<https://www.google.com/forms/about/>>.

Acesso em: 13/11/2018.

- **2º passo:** para iniciar um novo formulário você pode escolher algum modelo já pronto na *Galeria de Modelos* ou clicar no botão de “+” no canto superior esquerdo da página para iniciar um novo formulário em branco.

Figura 72: início de um novo formulário.

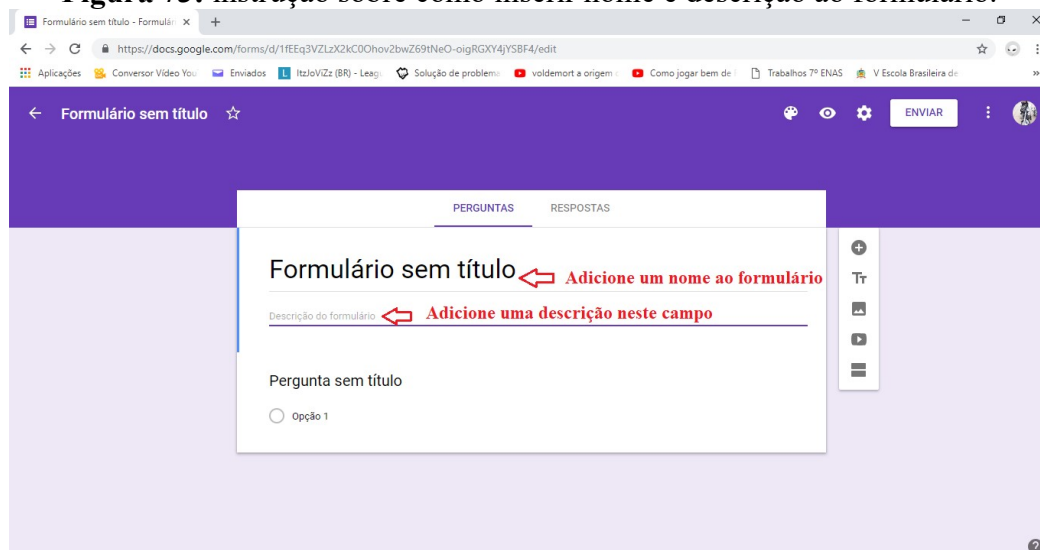


Disponível em: <<https://www.google.com/forms/about/>>.

Acesso em: 13/11/2018.

- **3º passo:** após selecionar a opção “+”, aparecerá um novo formulário para ser editado, possibilitando que seja atribuído um nome e uma descrição ao mesmo.

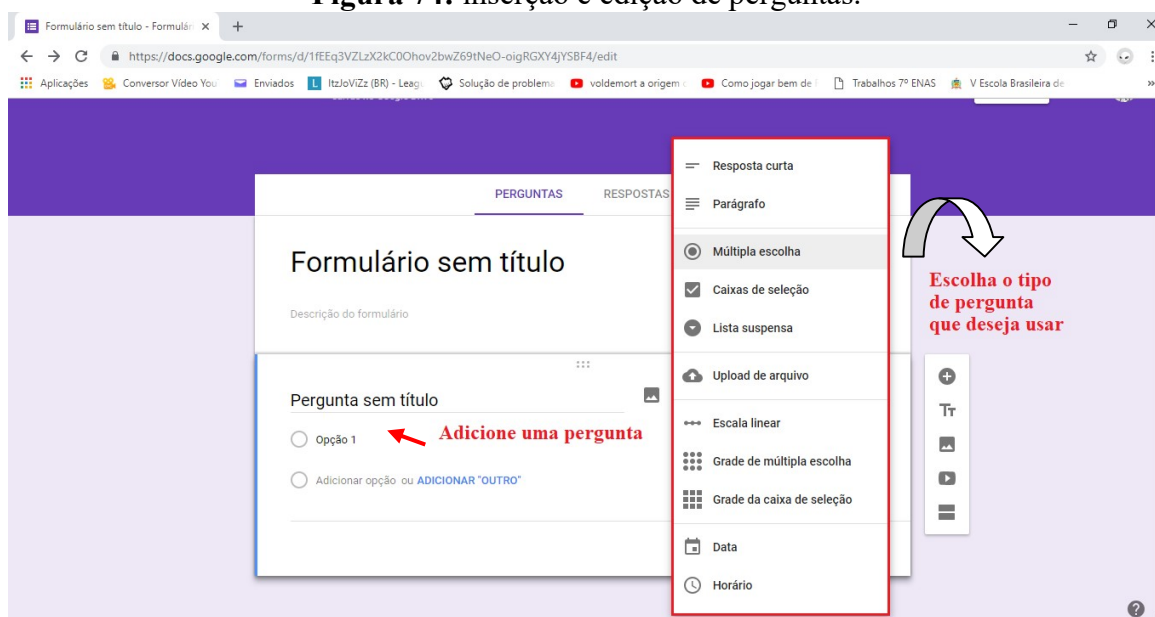
Figura 73: instrução sobre como inserir nome e descrição ao formulário.



Disponível em: <<https://www.google.com/forms/about/>>.
Acesso em: 13/11/2018.

- **4º passo:** a primeira pergunta do formulário já aparece para o usuário automaticamente como uma questão do tipo múltipla escolha. Você pode editar a pergunta e clicar sobre ela para escolher o tipo de questão desejada.

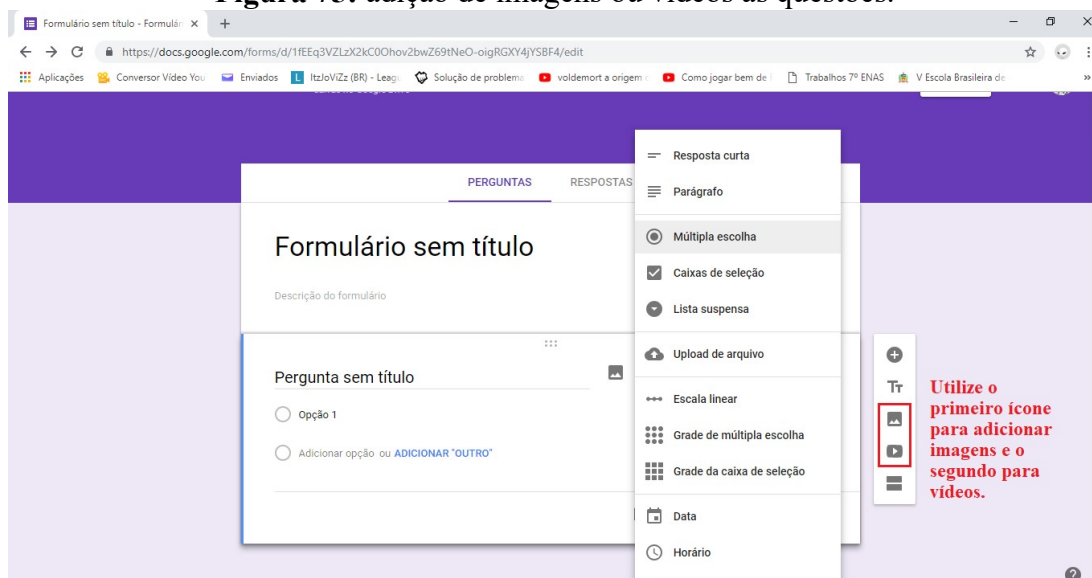
Figura 74: inserção e edição de perguntas.



Disponível em: <<https://www.google.com/forms/about/>>.
Acesso em: 13/11/2018.

Nesta etapa, é possível adicionar imagens ou vídeos em sua pergunta clicando em dos dois ícones que aparece ao lado direito da questão.

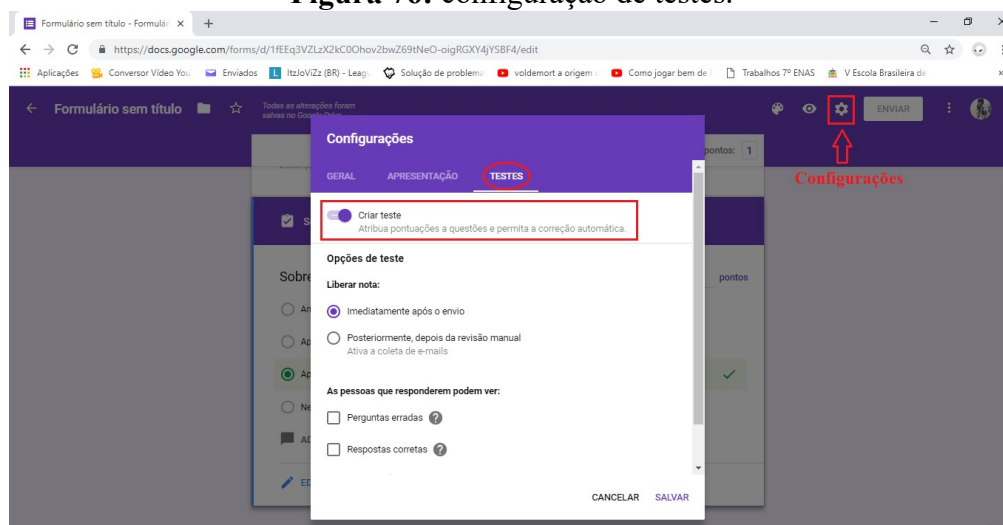
Figura 75: adição de imagens ou vídeos às questões.



Disponível em: <<https://www.google.com/forms/about/>>.
Acesso em: 13/11/2018.

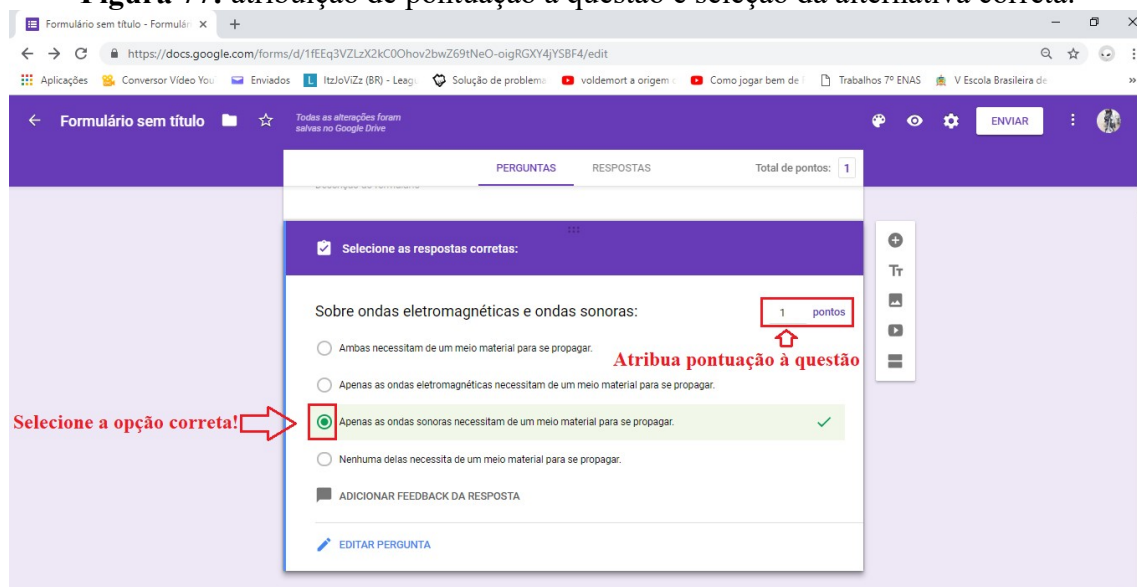
- **5º passo:** após editar sua pergunta, adicione as opções de respostas. Se você estiver criando uma prova, ou teste e deseja atribuir pontuação às questões, permitindo a correção automática das mesmas, vá até a opção configurações na parte superior direita e habilite a opção criar teste. Não se esqueça de selecionar opção correta e de marcar a opção *obrigatória* para impedir que o formulário seja enviado sem a resposta para a pergunta atual.

Figura 76: configuração de testes.



Disponível em: <<https://www.google.com/forms/about/>>.
Acesso em: 13/11/2018.

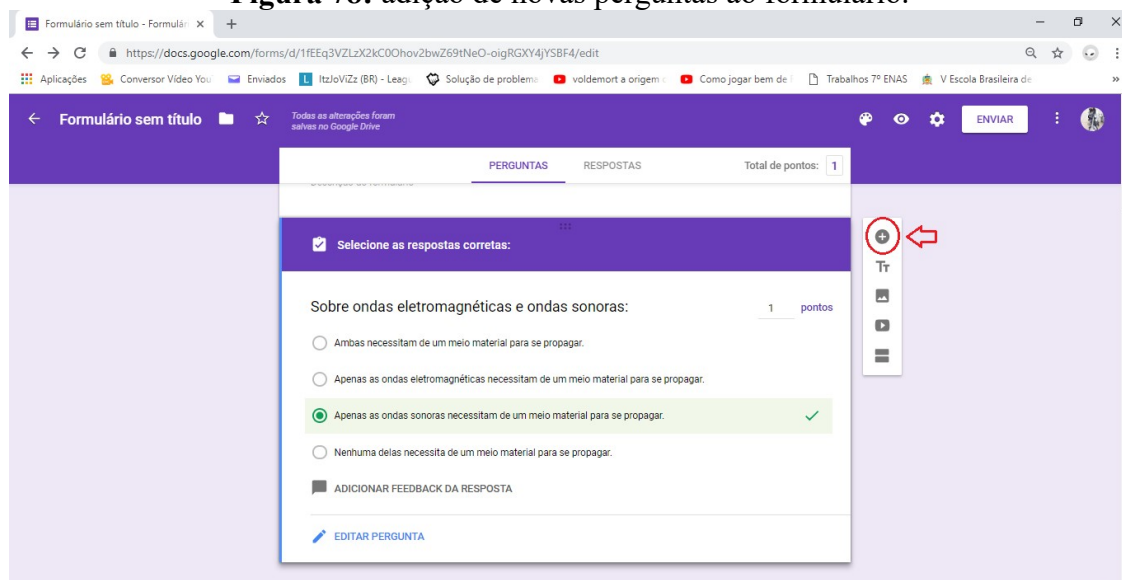
Figura 77: atribuição de pontuação à questão e seleção da alternativa correta.



Disponível em: <<https://www.google.com/forms/about/>>.
Acesso em: 13/11/2018.

- **6º passo:** se você quiser adicionar uma nova pergunta ao seu formulário, acione o botão de “+” na lista de ícones que aparece à direita da questão.

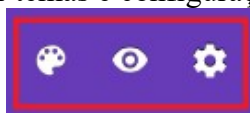
Figura 78: adição de novas perguntas ao formulário.



Disponível em: <<https://www.google.com/forms/about/>>.
Acesso em: 13/11/2018.

- **7º passo:** ao final da elaboração do formulário, faça ajustes, se achar necessário, tais como personalizar temas, modificar configurações ou simplesmente visualizar o seu formulário. Para isso, utilize uma dos ícones abaixo que aparecem na parte superior direita.

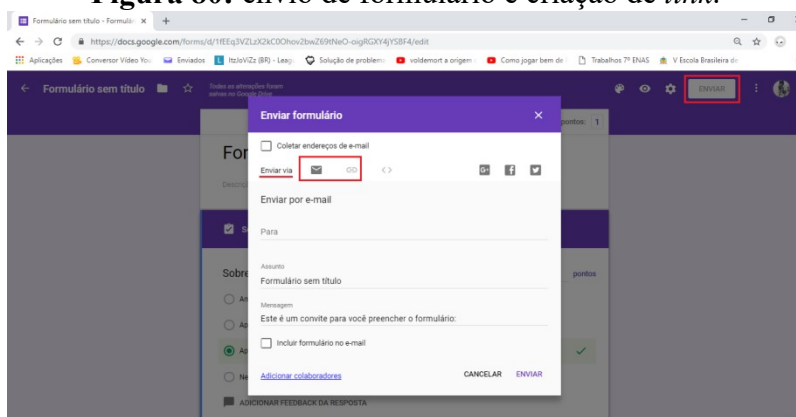
Figura 79: ícones para modificar temas e configurações e visualização de formulário.



Disponível em: <<https://www.google.com/forms/about/>>.
Acesso em: 13/11/2018.

- **8º passo:** finalmente, o usuário pode clicar na opção *enviar* no canto superior direito para enviar o formulário por e-mail ou gerar um link que poderá ser copiado.

Figura 80: envio de formulário e criação de *link*.

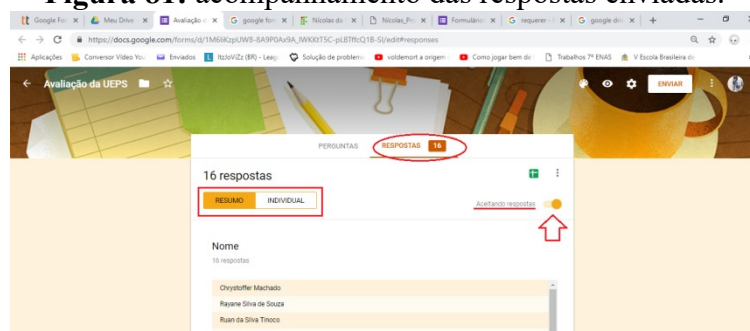


Disponível em: <<https://www.google.com/forms/about/>>.
Acesso em: 13/11/2018.

✓ Como acompanhar as respostas enviadas?

Para acompanhar as respostas enviadas, vá até a aba *Respostas* do formulário que você criou. Nesta opção, é possível visualizar a quantidade de respostas obtidas, podendo visualizá-las nas opções *Resumo* ou *Individual*. É interessante que o usuário delimite um prazo para submissão de respostas, que ao se encerrar, deverá ser desativada a opção *Aceitando respostas*.

Figura 81: acompanhamento das respostas enviadas.



Disponível em: <<https://www.google.com/forms/about/>>.
Acesso em: 13/11/2018.



**Unidade de Ensino
Potencialmente
Significativa para o estudo
da luz na identificação de
elementos químicos**



Material do Aluno

Por: Rafaella Cruz Ferreira

Orientador: Wander Gomes Ney





QUESTIONÁRIO INICIAL

ETAPA INVESTIGATIVA

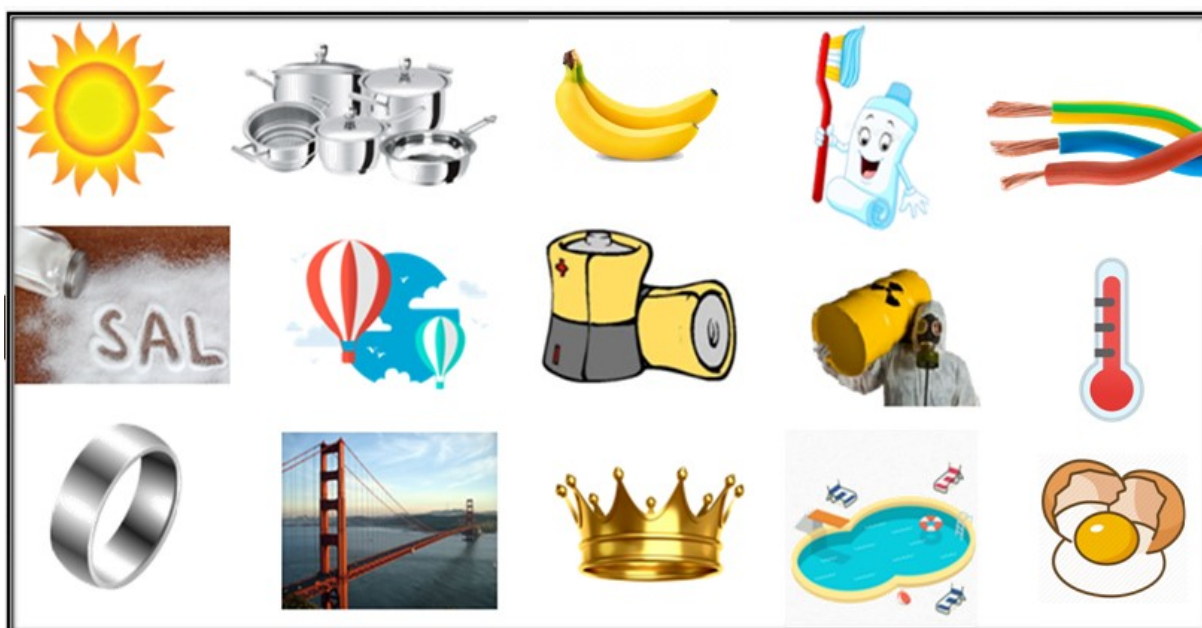
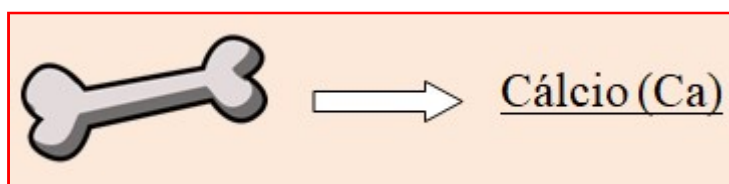


Questionário: “Em busca dos subsunçores”

1) Na sua opinião, de que todas as coisas são feitas?

2) Você acha que os átomos que existem no universo são todos iguais? Justifique.

3) Associe as imagens apresentadas com elementos químicos que podem estar presentes em sua composição, conforme mostrado no exemplo abaixo (dica: utilize sua tabela periódica para ajudar a encontrar os elementos que julgar necessário):



10) Com relação à energia do Sol:

- a) o Sol diminui sua energia enquanto brilha
- b) o Sol aumenta sua energia enquanto brilha
- c) o Sol não altera sua energia enquanto brilha, ou seja, sua energia se mantém constante

11) Em sua opinião, a luz é constituída de:

- a) onda
- b) partícula
- c) onda e partícula
- d) nenhuma das alternativas
- e) não sei responder

12) Você acredita que a luz é feita de:

- a) átomos
- b) moléculas
- c) pigmentos
- d) campos elétricos e magnéticos
- e) campo gravitacional
- f) nenhuma das alternativas

13) Quando enxergamos um objeto azul, significa que nossos olhos receberam:

- a) pigmentos azuis que nosso cérebro interpreta como cor azul
- b) pigmentos brancos que nosso cérebro interpreta como cor azul
- c) ondas com frequência correspondente ao azul que nosso cérebro interpreta como cor azul
- d) nenhuma das alternativas

14) Quando enxergamos um objeto verde, significa que nossos olhos receberam:

- a) pigmentos amarelos e azuis que nosso cérebro interpreta com cor azul
- b) somente pigmentos verdes que nosso cérebro interpreta com cor verde
- c) ondas com dois tipos de frequências (correspondentes ao azul e ao amarelo) que nosso cérebro interpreta como cor verde
- d) ondas com frequência correspondente ao verde que nosso cérebro interpreta como cor verde
- e) nenhuma das alternativas



ESTUDO DE CASO

ETAPA INVESTIGATIVA





DESCOBRINDO OS “INGREDIENTES” QUE COMPÕE O SOL

Jorge é um pai de família que tomou uma decisão importante em sua vida ao reconhecer a importância de um diploma de conclusão do nível médio: voltar para sala de aula e findar seus estudos. Ele trabalha numa metalúrgica e, por não ter condições de estudar no período diurno, matriculou-se na modalidade de Educação de Jovens e Adultos (EJA) para estudar à noite.

Como um pai dedicado e preocupado com a educação de seu curioso filho Vitor de 10 anos, quase sempre que chegava das suas aulas noturnas, mesmo cansado, Jorge tentava conversar com ele para saber acerca de suas atividades na escola e o que tinha feito de interessante no decorrer do dia.

Certo dia, ao chegar de sua aula, Jorge teve o seguinte diálogo com Vitor:

— Oi, filho! E aí, como foi o seu dia hoje? – indagou Jorge.

— Foi tudo tranquilo, pai. Mamãe falou que era para eu me alimentar bem antes de ir para a escola. Segundo ela, eu tinha que pelo menos tomar um copo de leite que contém cálcio, importante para os ossos, e comer uma banana que é rica em potássio.

— Sua mãe fez muito bem! Você tem que ter um café da manhã reforçado para ir estudar – concordou Jorge.

— Então, pai – continuou Vitor. Quando eu acordei hoje e abri a janela tinha um Sol imenso e brilhante iluminando o dia. Daí, eu pensei: o leite contém cálcio, a banana tem potássio, mas e o Sol? Quais os “ingredientes” que compõe o Sol?

— Ih, filho. Agora você me pegou... – que pergunta mais curiosa, pensou Jorge.

— Como podemos descobrir do que o Sol é feito? Será que existe alguma maneira de ir até lá para isso? – continuou o menino.

— Calma, meu filho. Eu também estou confuso. Amanhã eu terei aula de Física na escola e posso perguntar a minha professora. Talvez ela possa nos ajudar a responder essas questões.

Agora é sua vez! Vamos supor que você é a professora de Jorge e o auxiliará a encontrar respostas para estas perguntas feitas pelo seu filho Vitor:

- Qual é a composição do Sol, ou seja, do que o Sol é feito?
- Como podemos descobrir a sua composição?



AULA EXPOSITIVA DIALOGADA E
UTILIZAÇÃO DO APLICATIVO *PLICKERS*

ETAPA INVESTIGATIVA



O SOL

Você já deve ter notado que é a estrela Sol que anuncia o despertar de um novo dia! Estamos tão acostumados com este fato que raramente paramos para questionar, assim como Vitor, filho de Jorge, se perguntou: afinal, do que é feito o Sol? E como podemos identificar sua composição?

Antes de qualquer coisa, precisamos conhecer um pouco mais sobre o Sol. Para isso, acompanhe o episódio a seguir da série ABC da Astronomia.

O SOL

Duração: 00:04:12

Série: ABC DA ASTRONOMIA

Etapa de ensino: Ensino Médio



Sinopse

Conhecer o Sol não é nada fácil. É possível olhar pra ele apenas com o uso de filtros especiais. E pousar nele, nem pensar! Ele é o maior astro das nossas imediações e concentra 99,8% da massa de todo o sistema solar. Mas uma coisa é importante lembrar: ele não é uma bola de fogo. Com a evolução da tecnologia e das ferramentas de observação, nós estamos chegando mais perto com sondas e já conhecemos bem mais da nossa maior fonte de energia. O Sol produz a luz que a Terra usa para a fotossíntese, o calor que equilibra nossa temperatura planetária. Neste programa, você aprende a composição e entende como é o funcionamento do astro-rei.

Figura 1: *print screen* do vídeo sobre o Sol da série ABC da Astronomia.



Disponível em: <<https://tv.escola.org.br/tve/video/abc-da-astronomia-sol>>.

Acesso em: 08/09/2018.

O “astro-rei” Sol é a estrela central de nosso sistema planetário, sendo também o principal responsável pela manutenção da vida de todos os seres vivos na Terra.

Atualmente, sabemos que o Sol é composto principalmente por 74% de hidrogênio e 25% de hélio, além de 1% de outros elementos, como: ferro, níquel, oxigênio, silício, carbono, nitrogênio, enxofre, dentre outros.

Então, será que alguém já foi até lá e coletou algumas amostras para análise da composição solar?

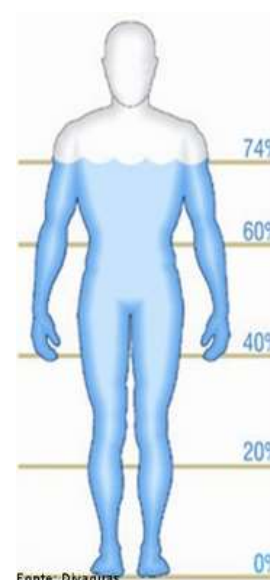
Na verdade, isso seria impossível! O Sol é tão quente que não conseguiríamos nem chegar perto dele. Para se ter uma idéia a sua superfície possui uma temperatura aproximada de 5700K ou 5427°C, tornando inviável qualquer possibilidade de receber uma visitinha humanóide! Só para se ter uma idéia, o organismo humano é constituído de aproximadamente 74% de água, que possui ponto de ebulição de 100°C. Assim, a água do nosso corpo evaporaria antes que conseguíssemos nos aproximar da superfície solar.

Mas, como ficamos sabendo sobre a composição do Sol, se não conseguimos chegar até ele?

A informação valiosa que recebemos e a partir da qual podemos compreender a composição de estrelas, como o Sol, por exemplo, é a luz. E não foi do dia para a noite que a humanidade conseguiu decodificar a informação trazida por intermédio da luz. Só que essa é uma história que você saberá mais adiante.

Por enquanto, vamos explorar nessa aula o que é a luz.

Figura 2: percentual de água no organismo humano.



Disponível em:
<<http://www.quimica.se.ed.pr.gov.br/modules/>>
Acesso em: 08/09/2018.

Acesse e confira esta aula por meio do *link* a seguir <<http://bit.ly/2R5XhnE>> ou efetuando a leitura do QR Code apresentado ao lado!



ATIVIDADE EXPERIMENTAL: "ENXERGANDO O INVISÍVEL"

Não há nada melhor que chegarmos à nossa casa depois de um longo dia, nos jogar no sofá e, com a comodidade oferecida pelo mundo moderno, ligar a TV sem precisar ir até ela, acionando-a ao apertar um único botão do controle remoto.

O que você talvez ainda não saiba, é que até mesmo nesta trivial atividade diária a radiação eletromagnética encontra-se envolvida.

A tecnologia comumente utilizada nos controles remotos de televisores é o infravermelho. A luz infravermelha, localizada no controle remoto, envia sinais (representados por códigos binários específicos) ao detector, localizado no aparelho que está sendo controlado, que decodifica o comando e executa a função por ele determinada.

No entanto, a luz infravermelha está localizada fora da faixa visível do espectro eletromagnético, impossibilitando sua visualização pelo olho humano.

Então, que tal enxergar o invisível? Nesta experiência, será possível visualizar a luz infravermelha (invisível ao olho humano) por intermédio da câmera fotográfica do aparelho celular. Para isso, é só acionar a câmera fotográfica de seu celular e aproximá-la da luz infravermelha do controle remoto. Aperte qualquer botão do controle e seja capaz de "enxergar o invisível"!

Isso é possível, pois os sensores eletrônicos digitais possuem uma sensibilidade de amplo espectro, conseguindo detectar radiações invisíveis, como a infravermelha, imperceptíveis ao olho humano. Isso acontece, pois o aparelho celular transforma a radiação infravermelha, invisível para nós, em uma luz visível.

Figura 3: imagem ilustrativa de um controle remoto.



Disponível em:
 <<https://portale7.blogspot.com>>
 Acesso em: 14/09/2018.

Vamos exercitar a mente?



- 1) Sobre ondas eletromagnéticas e ondas sonoras:
 - a) Ambas necessitam de um meio material para se propagar.
 - b) Apenas as ondas eletromagnéticas necessitam de um meio material para se propagar.
 - c) Apenas as ondas sonoras necessitam de um meio material para se propagar.
 - d) Nenhuma delas necessita de um meio material para se propagar.

- 2) Qual das opções abaixo não se enquadra como onda eletromagnética:
 - a) A luz visível que enxergamos.
 - b) O som de uma música.
 - c) As microondas do aparelho eletrodoméstico.
 - d) Os raios X usados nos exames médicos.

- 3) Quando aumentamos o volume da TV, a característica da onda que está sendo alterada é:

a) Amplitude.	c) Amplitude e frequência.
b) Frequência.	d) Nenhuma das alternativas anteriores.

- 4) Os cantores que constituem um coral podem ser baixos, tenores, contraltos e sopranos, dependendo do tipo de voz que possuem, indo das mais agudas às mais graves. A característica da onda que está relacionada a esta diferenciação é:

a) Amplitude.	c) Amplitude e frequência.
b) Frequência.	d) Nenhuma das alternativas anteriores.

- 5) As diferentes cores que enxergamos estão associadas à qual característica da onda?

a) Amplitude.	c) Amplitude e frequência.
b) Frequência.	d) Nenhuma das alternativas anteriores.



AULA EXPOSITIVA DIALOGADA E
INTRODUÇÃO À ELABORAÇÃO DE
MAPAS CONCEITUAIS

ETAPA INVESTIGATIVA

Vamos lembrar um pouco?

Na aula anterior, realizamos uma introdução ao estudo das ondas, na qual foram abordadas as principais características das ondas, a diferenciação entre ondas mecânicas e ondas eletromagnéticas, bem como a divisão convencional das faixas de radiação que compõe o espectro eletromagnético. Se você não se lembrou destes assuntos, que tal recordar?! É só acessar o vídeo a seguir e lembrar estes conteúdos!

ESPECTRO ELETROMAGNÉTICO

Duração: 00:10:53

Produção: UNIVESP/USP

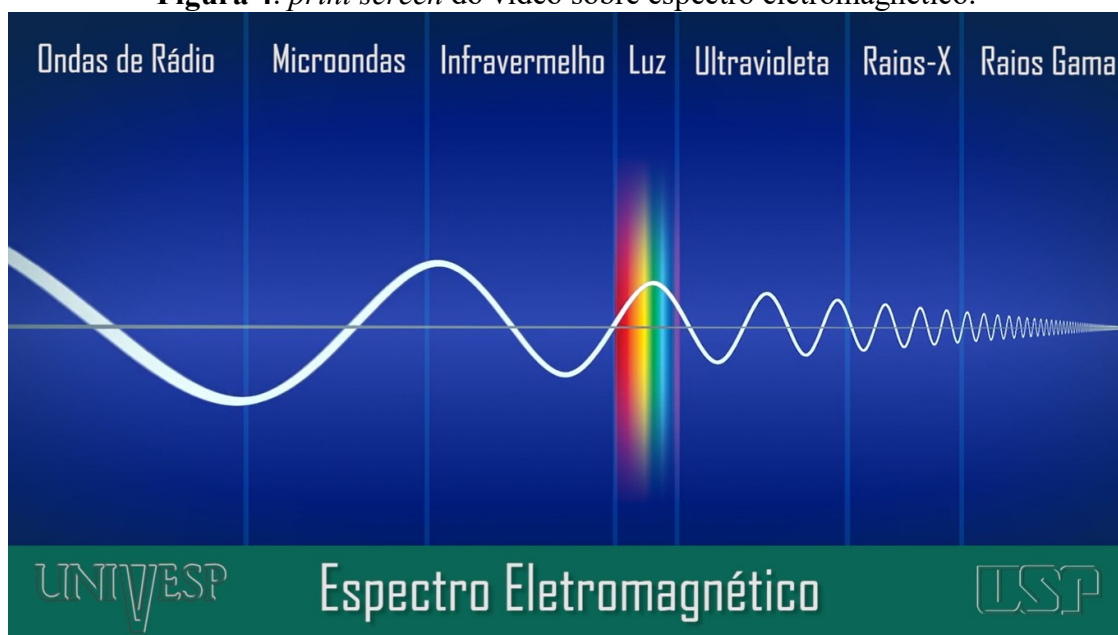
Etapa de ensino: Ensino Médio



Sinopse

O vídeo retrata as principais categorias do espectro eletromagnético (ondas de rádio, microondas, infravermelho, luz visível, ultravioleta, raios-X e raios gama), destacando as faixas de frequência e de comprimento de onda nas quais se enquadram, além de suas principais aplicações.

Figura 4: *print screen* do vídeo sobre espectro eletromagnético.



Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=-C2erXakQIQ>>.

Acesso em: 20/09/2018.

LUZ VISÍVEL E CORES

A região visível do espectro eletromagnético é aquela na qual encontramos ondas cujas frequências variam de $4,0 \cdot 10^{14}$ a $7,5 \cdot 10^{14}$ Hz e cujos comprimentos de onda estão compreendidos entre $4,0 \cdot 10^{-7}$ a $7,5 \cdot 10^{-7}$ m.

Figura 5: região visível do espectro eletromagnético.

Luz	Comprimento de onda (10^{-7} m)	Frequência (10^{14} Hz)
Violeta	4,0 a 4,5	6,7 a 7,5
Anil	4,5 a 5,0	6,0 a 6,7
Azul	5,0 a 5,3	5,7 a 6,0
Verde	5,3 a 5,7	5,3 a 5,7
Amarela	5,7 a 5,9	5,0 a 5,3
Alaranjada	5,9 a 6,2	4,8 a 5,0
Vermelha	6,2 a 7,5	4,0 a 4,8

Disponível em: < <http://www.if.ufrgs.br/mpef/mef004/20021/Claudia/Html/espectroelectromagnetico.html>>.

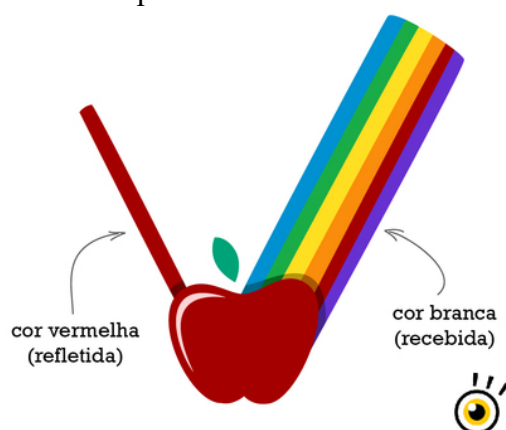
Acesso em: 21/09/2018.

Chamamos esta faixa de radiação de luz visível, pois é ela que sensibiliza o olho humano. Como vimos na aula passada, a nossa estrela Sol emite radiações eletromagnéticas em toda a região do espectro, com predominância na região visível.

Pode parecer coincidência, mas a Teoria de Evolução, proposta na segunda metade do século XIX pelo cientista inglês Charles Darwin (1809-1882), explica que houve um processo de seleção natural durante nosso processo evolutivo. Desta forma, podemos supor que indivíduos que melhor se adaptaram ao espectro de radiação de maior intensidade emitido pelo Sol, ou seja, na região visível, tiveram maiores chances de sobrevivência do que indivíduos menos adaptados. Mas será que seres extraterrestres (se é que eles existem!) habitantes de planetas em torno de outras estrelas, diferente do nosso Sol, veriam a mesma faixa de cores que nós enxergamos? Calma, pois esse é assunto que discutiremos nas próximas aulas.

Graças à luz visível, é possível enxergarmos uma grande parte dos objetos que nos cercam. Isso acontece devido ao fenômeno da *reflexão*, uma vez que a maioria dos objetos reflete a luz que incide sobre eles. Por exemplo, vemos uma maçã como sendo vermelha, pois ela reflete a componente vermelha da luz branca incidente, absorvendo as demais cores.

Figura 6: exemplo sobre o fenômeno da reflexão.

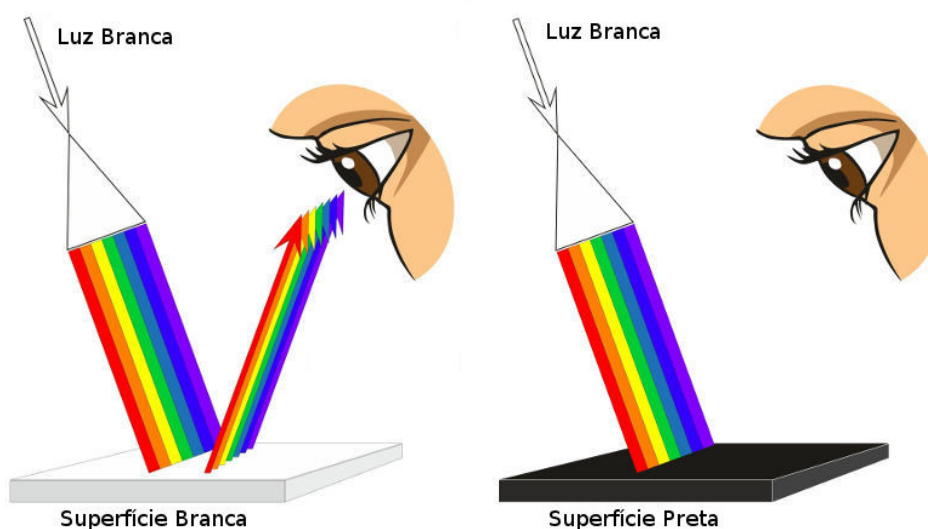


Disponível em: <<http://polouabufgrgspicotic.pbworks.com/w/page/96673014/grupo3-3p>>
Acesso em: 24/09/2018

Assim, as cores que percebemos dos objetos correspondem às componentes da luz branca que são refletidas por eles. Da mesma forma que um objeto de cor vermelha reflete a componente vermelha, um objeto de coloração azul refletirá a componente azul da luz branca incidente. Se o enxergamos amarelo, ele estará refletindo as componentes verde e vermelha da luz branca, que resultam na cor amarela.

No entanto, se iluminarmos um objeto com luz branca e ele apresentar coloração branca, significa que ele refletiu todas as componentes da luz incidente. Já se o objeto assumir a cor preta ao incidirmos luz branca sobre ele, quer dizer que o objeto iluminado não refletiu nenhuma componente da luz branca, absorvendo-a em sua totalidade.

Figura 7: cores resultantes da reflexão total e da absorção total da luz branca incidente.



Disponível em: <<https://mundoeducacao.bol.uol.com.br/fisica/cinco-curiosidades-sobre-as-cores>>
Acesso em: 24/09/2018

Foi no século XVII, que o físico e matemático inglês Isaac Newton (1643-1727), ao estudar a decomposição da luz branca solar utilizando um prisma, chegou à conclusão de que a luz branca é o resultado da combinação de diferentes cores. Newton chamou de *espectro* esse conjunto de cores resultante da decomposição da luz solar.

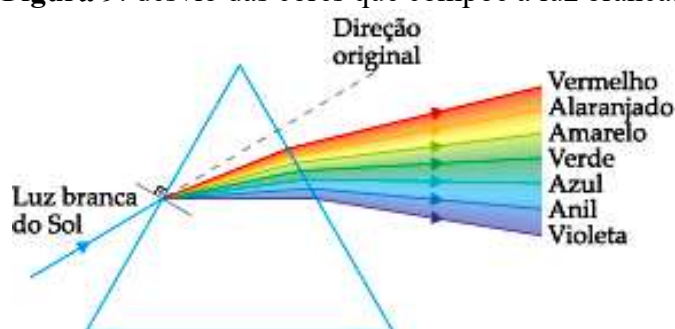
Figura 8: Newton e seus estudos sobre a decomposição da luz branca solar.



Disponível em: <<http://www.quimica3d.com/ir/br/introducao.php>>. Acesso em: 26/09/2018.

A explicação para este fenômeno observado por Newton deve-se ao fato de a luz branca no interior do prisma de vidro sofrer refração (desvio da luz ocasionado pela passagem de um meio para o outro, onde cada cor componente da luz branca sofre um desvio diferente), se decompondo em um feixe multicolorido que se estende do vermelho ao violeta.

Figura 9: desvio das cores que compõe a luz branca.



Disponível em: <<https://interna.coceducacao.com.br/ebook/pages/613.htm>>. Acesso em: 26/09/2018.

Mas será que dá para “juntar” essas cores e ter como resultado o branco? Um experimento legal e que dá para fazer em casa é o famoso “Disco de Newton”. Para saber como criar o seu próprio disco, confira o passo-a-passo demonstrado a seguir. Lembrando, que o procedimento descrito é apenas uma das diferentes formas de se construir esse experimento. Então, mãos à obra!

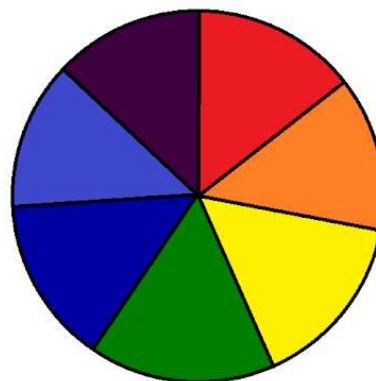


DISCO DE NEWTON

O disco de Newton é um experimento interessante para demonstrar que a luz branca é composta por um feixe multicolorido contendo as seguintes cores: **vermelha**, **alaranjada**, **amarela**, **verde**, **azul**, **anil** e **violeta**.

✓ **Materiais necessários**

- Cartolina;
- Tesoura;
- Barbante;
- Lápis de cor;
- Cola;
- Régua;
- *Compact Disc (CD)* usado.



✓ **Procedimentos**

8. Utilize o formato do CD como molde e trace uma circunferência utilizando a cartolina;
9. Recorte o círculo formado e divida-o em sete partes iguais, colorindo cada uma delas com as sete cores observadas na decomposição da luz branca, conforme mostrado na figura acima;
10. Cole o disco colorido no CD;
11. Faça dois pequenos orifícios ao lado do furo central do CD, de forma que o barbante passe bem apertado por eles;
12. Passe dois pedaços de barbante (de aproximadamente 40 centímetros cada) pelos orifícios feitos e emende-os em ambas as extremidades;
13. Centralize o CD nos pedaços de barbantes e use cola para fixá-los aos orifícios feitos para que o disco não se mova ao ser girado;
14. Espere a cola secar e pronto! Gire seu disco de Newton rapidamente e observe a “mágica” das cores!

➤ RELAÇÃO COR E TEMPERATURA

Vimos anteriormente, que a maioria das cores que percebemos pelo mecanismo da visão e que dá sentido ao mundo que nos cerca está associada ao fenômeno da reflexão.

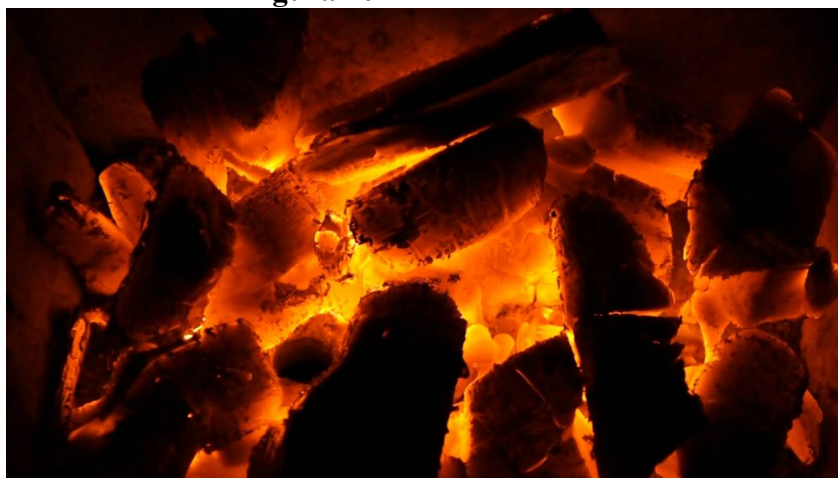
Você alguma vez já se perguntou por que na ausência de iluminação não conseguimos enxergar a maioria das coisas que estão ao nosso redor? Pois bem! Este é um assunto que abordaremos neste tópico e que tem a ver com a *radiação térmica* dos corpos.

Qualquer corpo com temperatura acima do zero absoluto (ou -273°C) emite radiação eletromagnética que está diretamente relacionada à vibração das partículas (átomos, íons ou moléculas) que constituem o corpo. E dependendo da temperatura do corpo, ele pode emitir radiação eletromagnética localizada dentro da região visível do espectro eletromagnético ou fora desta. Essa radiação visível ou invisível emitida pelos corpos devido à sua temperatura é denominada *radiação térmica*.

Corpos à temperatura ambiente emitem radiação na faixa do infravermelho, imperceptível ao olho humano. Por este motivo, no escuro não conseguimos enxergar objetos e pessoas.

Já em temperaturas elevadas os corpos podem adquirir luminosidade própria, emitindo também na região visível do espectro, tornando possível sua visualização. O Sol, o carvão em brasa, o filamento de uma lâmpada incandescente, a lava derretida de um vulcão e uma barra de ferro aquecida são exemplos de corpos que, devido à elevada temperatura, emitem uma parcela de sua radiação na região visível.

Figura 10: carvão em brasa.



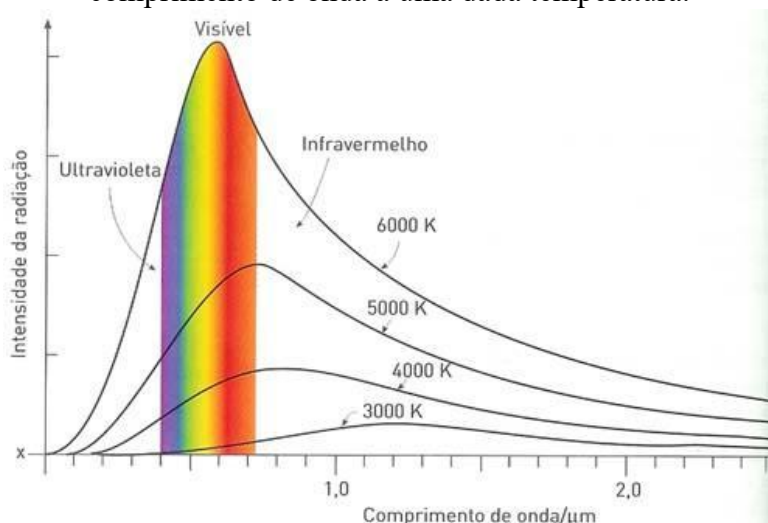
Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=dEdNS4xY85k>>

Acesso em: 26/09/2018

Ao analisarmos a radiação emitida por estes corpos relacionando-a com sua temperatura, chegamos à conclusão de que eles emitem da mesma forma, independentemente de quais forem suas características (forma, volume, massa, dentre outras). Tais corpos, considerados emissores ideais, são conhecidos comumente como *corpos negros*.

O gráfico da Figura 11, mostra por meio de curvas (conhecidas como curvas espectrais da radiação térmica) como varia a intensidade da radiação (eixo das ordenadas) em função do comprimento de onda da radiação eletromagnética (eixo das abscissas) emitida por um corpo a uma dada temperatura. É interessante destacar que, em temperaturas menores, como 3000 K, por exemplo, a emissão da radiação ocorre intensamente na região do infravermelho. À medida que as temperaturas se elevam, observamos um deslocamento do pico de intensidade para a região visível do espectro.

Figura 11: Gráfico da intensidade da radiação eletromagnética emitida em função do comprimento de onda a uma dada temperatura.

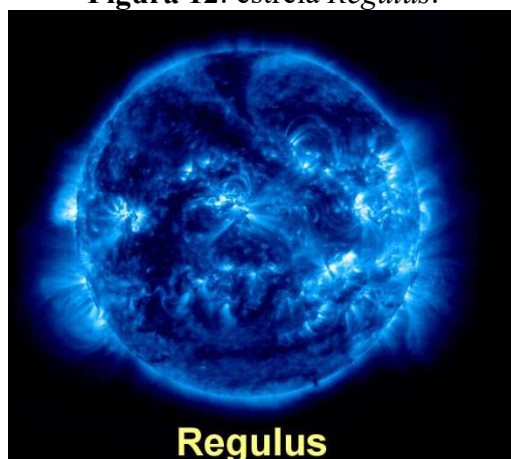


Disponível em: <<https://interna.coceducacao.com.br/ebook/pages/613.htm>>. Acesso em: 26/09/2018.

Vimos na aula anterior, que a superfície solar possui uma temperatura próxima de 6000 K, sendo uma fonte de radiação de extrema importância na faixa visível. Como podemos verificar no gráfico da Figura 11, sua emissão engloba grande parte da radiação infravermelha, toda a faixa do espectro visível, além de uma pequena fração da radiação ultravioleta. Repare que é na região visível que a nossa estrela Sol possui maior intensidade, mais especificamente, na faixa do amarelo, conferindo-lhe sua coloração característica.

Se continuássemos aumentando a temperatura, a curva se deslocaria para mais próximo do azul. Isso explica porque estrelas que possuem coloração azulada, como a estrela *Regulus*, por exemplo, são mais quentes do que as que apresentam coloração avermelhada.

Figura 12: estrela *Regulus*.



Disponível em: <<https://earthsky.org>>
Acesso em: 27/09/2018.

Por dentro do assunto!



Você sabia que para soldar ou cortar uma peça de aço, por exemplo, utilizando um maçarico a gás é necessário que a temperatura da chama seja suficiente para soldar ou cortar a peça?

Para isso, o soldador regula as quantidades de oxigênio e de gás combustível (geralmente, gás acetileno) até obter uma chama de coloração azulada, indicando que a mesma possui temperatura elevada o suficiente para cortar ou soldar uma peça.

Figura 13: chama de coloração azulada de um maçarico.



Disponível em: <<https://www.bobvila.com/articles/1147-plumbing-tools/>>
Acesso em: 27/09/2018.

Figura 14: Wilhelm Wien.



Disponível em:
<https://pt.wikipedia.org/wiki/Wilhelm_Wien>
Acesso em: 28/09/2018

Ao observarmos atentamente o gráfico da intensidade da radiação eletromagnética emitida em função do comprimento de onda a uma dada temperatura, podemos verificar que, à medida que a temperatura aumenta, as curvas espectrais se deslocam para menores comprimentos de onda. O físico alemão Wilhelm Wien (1864-1928) quantificou essa relação por meio da seguinte expressão matemática:

$$\lambda_{\text{máx}} \cdot T = \text{constante} .$$

LEI DO DESLOCAMENTO DE WIEN

Na equação que ficou conhecida como *lei de deslocamento de Wien*, o valor para a **constante** denominada *constante de Wien* é de $2,9 \cdot 10^{-3} \text{ m} \cdot \text{K}$ (metros por Kelvin). O comprimento de onda no qual a intensidade da radiação atinge seu valor máximo para uma dada temperatura $\lambda_{\text{máx}}$ é medido em m (metros) e a temperatura **T**, em K (Kelvin).



EXERCÍCIO RESOLVIDO

- Qual é o comprimento de onda no qual a intensidade da radiação emitida pelo Sol atinge seu valor máximo ($\lambda_{\text{máx}}$)? Dada a temperatura da superfície do Sol de 5700 K.

Resolução: Aplicando o valor da temperatura da superfície do Sol de 5700 K na lei de deslocamento de Wien, temos que:

$$\lambda_{\text{máx}} \cdot T = \text{constante} \rightarrow \lambda_{\text{máx}} = \frac{\text{constante}}{T}$$

$$\lambda_{\text{máx}} = \frac{2,9 \cdot 10^{-3} \text{ m} \cdot \text{K}}{5700 \text{ K}}$$

$$\lambda_{\text{máx}} \cong 5,110^{-7} \text{ m}$$



AGORA É SUA VEZ!

- Qual é o comprimento de onda no qual a intensidade da radiação emitida pela estrela Regulus atinge seu valor máximo ($\lambda_{\text{máx}}$)? Dada a temperatura da estrela aproximadamente igual a 12.000 K.



Figura 15: Josef Stefan.

Além disso, podemos observar graficamente, que a intensidade da radiação aumenta bem rápido com o aumento da temperatura. Foi um físico e matemático austríaco chamado Josef Stefan (1835-1893) que estabeleceu uma relação matemática entre a intensidade da radiação I e a temperatura T , na qual ele concluiu que a energia irradiada por um corpo aquecido era proporcional à quarta potência da temperatura.



$$I = \sigma \cdot T^4$$



LEI DE STEFAN

Disponível em:
<https://pt.wikipedia.org/wiki/Joseph_Stefan>
Acesso em: 28/09/2018

Nesta equação, conhecida como *lei de Stefan*, σ é a constante de Stefan-Boltzmann, que possui um valor de $5,67 \cdot 10^{-8} \frac{W}{m^2 \cdot K^4}$ (Watt por metro quadrado Kelvin à quarta potência). As unidades da intensidade da radiação I e da temperatura T são, respectivamente, $\frac{W}{m^2}$ (Watt por metro quadrado) e K (Kelvin).



EXERCÍCIO RESOLVIDO

- Sabendo que a temperatura da superfície do Sol é de 5700 K, calcule a intensidade da radiação da superfície solar.

Resolução: Aplicando o valor da temperatura da superfície do Sol de 5700 K na lei de Stefan, temos que:

$$I = \sigma \cdot T^4 \rightarrow I = 5,67 \cdot 10^{-8} \frac{W}{m^2 \cdot K^4} \cdot (5700 \text{ K})^4$$

$$I = 5,67 \cdot 10^{-8} \frac{W}{m^2 \cdot K^4} \cdot 1,06 \cdot 10^{15} K^4$$

$$I = 6,0 \cdot 10^7 \frac{W}{m^2}$$



AGORA É SUA VEZ!

- Sabendo que a temperatura da superfície da estrela Regulus é de 12.000 K, calcule a intensidade da radiação da superfície desta estrela.



Elaborando um mapa conceitual

Que tal construir um mapa conceitual a fim de relacionar conceitos importantes que vimos até aqui? A sessão abaixo lhe dará dicas importantes sobre como elaborar um mapa conceitual. Fique atento!



MAPA CONCEITUAL

De modo geral, *mapas conceituais* funcionam como diagramas capazes de apresentar relações significativas entre os conceitos para um determinado assunto, ou entre palavras que usamos para representar conceitos. Por sua utilidade no que se refere à integração, reconciliação e diferenciação de conceitos, os mapas conceituais podem ser utilizados como um interessante recurso de aprendizagem.



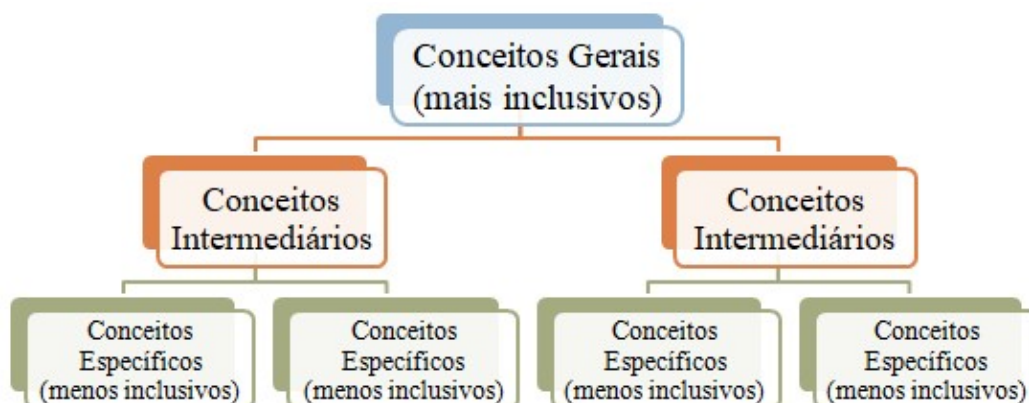
✓ **Dicas para elaborar um mapa conceitual**

6. Identifique os conceitos-chave do conteúdo que você irá mapear e organize-os em uma lista;
7. Ordene seus conceitos de forma hierárquica, colocando o(s) mais geral(is)/mais inclusivo(s) no topo de seu mapa, agregando os demais conceitos gradualmente até completar seu diagrama;
8. Busque conectar os conceitos com o uso de setas e palavra(s) de ligação(ões) com o objetivo de explicitar a relação entre os conceitos;
9. É possível adicionar exemplos ao seu mapa conceitual, desde que inseridos logo abaixo dos conceitos correspondentes;
10. Lembre-se: não há uma forma única e correta de se traçar um mapa conceitual. Ele é um instrumento dinâmico que se modifica à medida que você avança em seu aprendizado.

MAPA CONCEITUAL

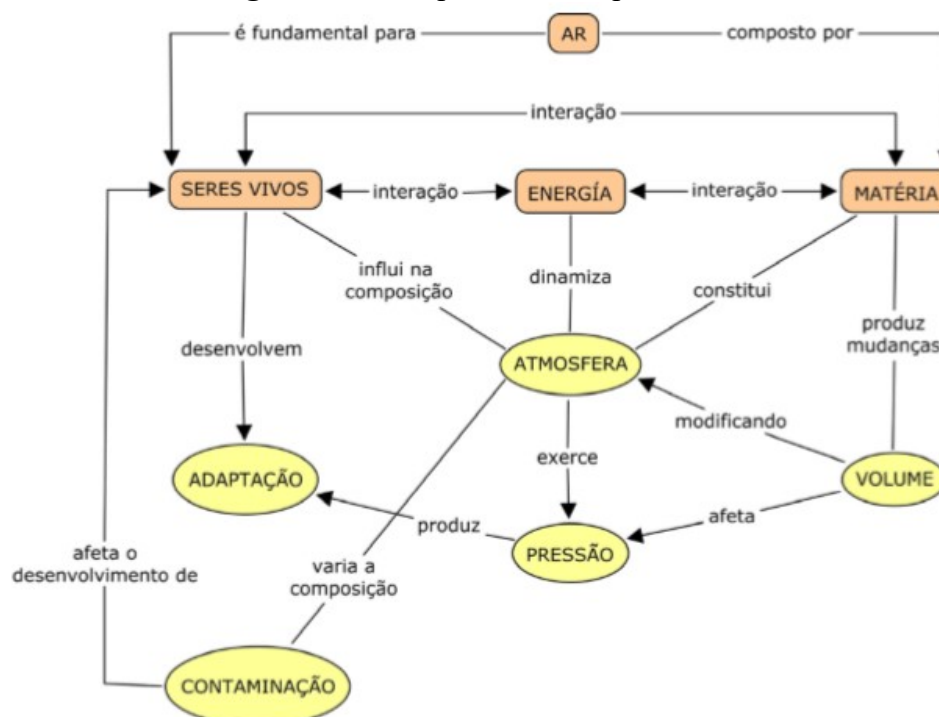
Observe a seguir um modelo hierárquico de um mapa conceitual e um bom exemplo de mapa para você se inspirar:

Figura 16: modelo hierárquico de um mapa conceitual.



Fonte: MOREIRA; MASINI, 2001, p. 33 (a adaptação própria).

Figura 17: exemplo de um mapa conceitual.



Fonte: MOREIRA, M. A. Mapas conceituais e aprendizagem significativa. São Paulo: Centauro, 2010.

Você está pronto para compartilhar, trocar e “negociar” significados de todo o conteúdo visto até aqui com seus colegas? Então, use e abuse de sua criatividade na construção de um mapa conceitual!



AULA EXPERIMENTAL COM ROTEIRO
AVALIATIVO

ETAPA INVESTIGATIVA





TESTE DA CHAMA



O experimento conhecido como “teste chama” é muito utilizado para identificação de elementos químicos presentes em certas substâncias (como sais, por exemplo) por intermédio da coloração apresentada pela chama.

✓ **Objetivos**

- Associar a coloração apresentada pela chama à presença de elementos químicos nas soluções utilizadas no experimento;
- Reconhecer a possibilidade de identificação de elementos químicos por meio do experimento conhecido como “teste da chama”.

✓ **Materiais necessários**

- Soluções diversas: cloreto de sódio, cloreto de potássio, sulfato de cobre, cloreto de cálcio;
- Borrifador;
- Álcool;
- Fósforo;
- Lamparina.



✓ **Procedimentos**

5. Adicione álcool à lamparina e acenda o pavio utilizando um palito de fósforo;
6. Com o auxílio do borrifador, lance uma pequena quantidade de uma das soluções em direção à chama da lamparina;
7. Repita a segunda etapa utilizando uma solução diferente da anterior e assim sucessivamente.
8. Observe atentamente a coloração da chama apresentada e responda as questões que se seguem.



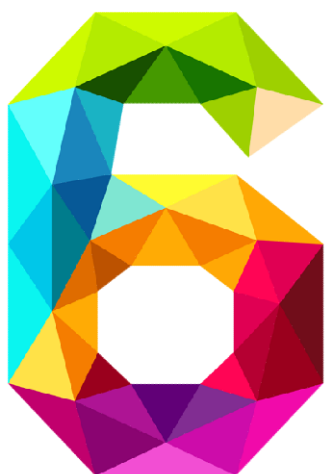
ROTEIRO EXPERIMENTAL

4. Na tabela a seguir, relacione as soluções utilizadas no experimento com a coloração da chama observada:

SOLUÇÕES UTILIZADAS	COLORAÇÃO DA CHAMA
Cloreto de sódio	
Cloreto de potássio	
Sulfato de cobre	
Cloreto de cálcio	

5. Na sua opinião, por que a chama apresenta colorações diferentes ao ser borrifada com substâncias diferentes?

6. Você já deve ter reparado que as lâmpadas utilizadas para iluminação pública apresentam coloração amarela. Com base no que você observou neste experimento, qual elemento químico deve estar presente no interior destas lâmpadas?



APROFUNDANDO CONHECIMENTOS
SOBRE ESPECTROS

ETAPA INVESTIGATIVA

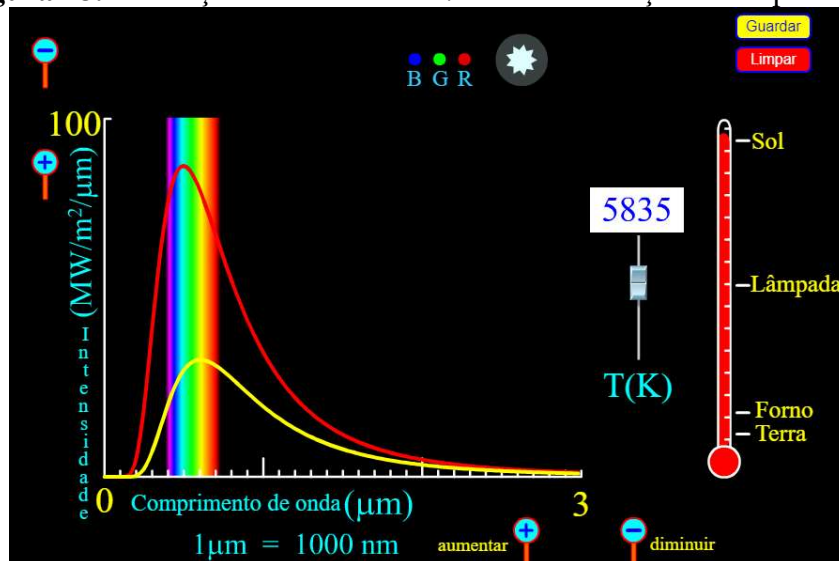




HORA DA REVISÃO!

Que tal relembrar melhor estes conceitos? Para isso, explore a simulação interativa do software *PhET* sobre radiação de corpo negro e discuta com seus colegas as questões a seguir:

Figura 18: simulação interativa do *PhET* sobre radiação de corpo negro.



Disponível em: <https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/legacy/blackbody-spectrum>.

- 1) O que acontece com a curva espectral da radiação à medida que a temperatura aumenta?

- 2) Quando o filamento de tungstênio de lâmpadas incandescentes é aquecido pela passagem de corrente elétrica, ele atinge uma temperatura aproximada de 3000 K. Com base nessas informações e ajustando a temperatura do gráfico para 3000 K, você acredita que essas lâmpadas são eficientes para iluminar um ambiente? Justifique sua resposta com base no observado graficamente.

- 3) Ao ajustar a temperatura do gráfico para 5700 K (temperatura aproximada da superfície solar), o que acontece com o pico de intensidade da radiação? Relacione o observado com o processo de adaptação dos indivíduos ao espectro de radiação de maior intensidade emitido pelo Sol.

- 4) Ao observar dois objetos aquecidos, foi possível diferenciar duas colorações distintas: uma vermelho-alaranjada e outra azul brilhante. Qual deles seria o mais quente? Justifique sua resposta observando o deslocamento da curva espectral com a temperatura.

Figura 19: objeto vermelho-alaranjado e objeto azul brilhante.



Disponível em: <<https://es.dreamstime.com>>.

Acesso em: 28/09/2018.

➤ ESPECTROS ATÔMICOS

Você se lembra do experimento realizado na aula anterior, conhecido como “teste da chama”? Nele verificamos que substâncias diferentes quando aquecidas conferem colorações diferentes à chama. Ficou curioso em saber por que isso acontece? Calma, pois essa é uma resposta que você terá a partir da aula de hoje sobre *espectros atômicos*.

Já estudamos que, o físico Isaac Newton, no século XVII, ao atravessar a luz branca solar por um prisma, concluiu que ela é composta de um feixe multicolorido que se estende do vermelho ao violeta, que ele chamou de *espectro*.

Figura 20: espectro contínuo.



Fonte: FELTRE, 2004, p. 90.

Na realidade, esse padrão espectral chamado de *espectro contínuo* pode ser observado para qualquer corpo à elevada temperatura com luminosidade própria (os chamados corpos negros, tais como: o Sol, o carvão em brasa, o filamento de uma lâmpada incandescente, dentre outros).

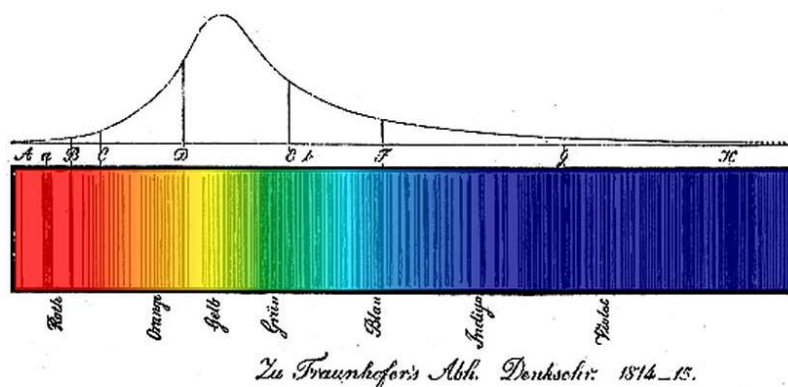
Uma investigação relevante sobre o espectro solar foi realizada em 1814, pelo cientista alemão Joseph Fraunhofer (1787-1826). Utilizando prismas e grades de difração, ele conseguiu mapear 574 linhas escuras no espectro solar, conhecidas como “raias ou linhas de Fraunhofer” em sua homenagem, associando as mais fortes às letras do alfabeto.

Figura 21: Joseph Fraunhofer.



Disponível em:
<<https://www.alamy.pt/joseph-von-fraunhofer>>.
Acesso em: 30/09/2018.

Figura 22: linhas escuras no espectro solar observadas por Fraunhofer.

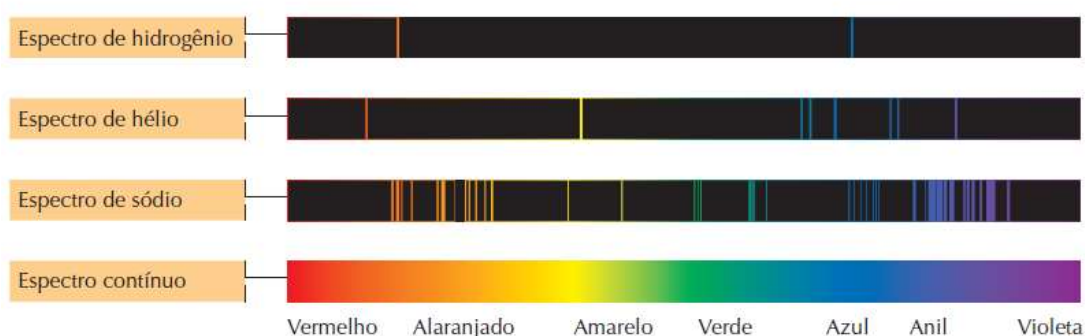


Disponível em: <http://www.ice-age-ahead-iaa.ca/scrp_absolute_climate/tccd031.htm>.
Acesso em: 30/09/2018.

Apesar das contribuições de Fraunhofer, ainda não havia uma explicação teórica adequada acerca da formação das linhas escuras que pareciam cores subtraídas do espectro contínuo. Mesmo assim, seus experimentos motivaram novas investigações na busca do entendimento deste fenômeno.

Entretanto, ao se fazer atravessar um feixe de luz emitido por um gás de um elemento aquecido, por exemplo, por um prisma, obtemos como resultado um *espectro discreto* (ou descontínuo), e não contínuo como o espectro solar. Uma característica peculiar deste tipo de espectro são suas linhas luminosas brilhantes.

Figura 23: diferença entre o espectro contínuo e espectros discretos de alguns elementos químicos.



Fonte: FELTRE, 2004, p. 90.

Esses espectros de linhas foram rigorosamente estudados por dois cientistas importantes: o alemão Robert Bunsen (1811-1899) e o prussiano Gustav Kirchhoff (1824-1887). A dupla de cientistas foi responsável pela disseminação do uso de técnicas espectrais na identificação e no estudo de elementos químicos, tornando-se personagens cruciais para o desenvolvimento da *espectroscopia*, que quer dizer *estudo da luz*.

Ambos os cientistas foram responsáveis pela construção de um instrumento de fundamental importância para o avanço da Química, da Física e da Astronomia: o espectroscópio, mostrado na figura abaixo.

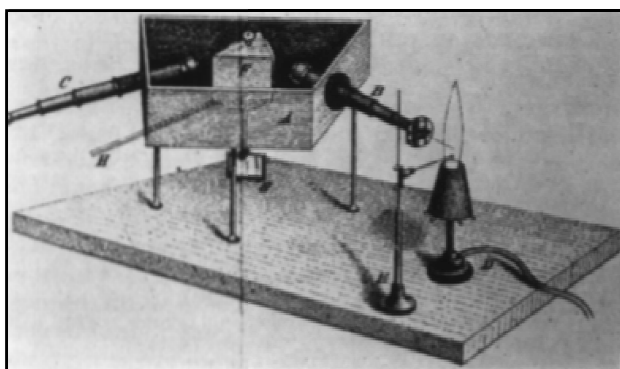


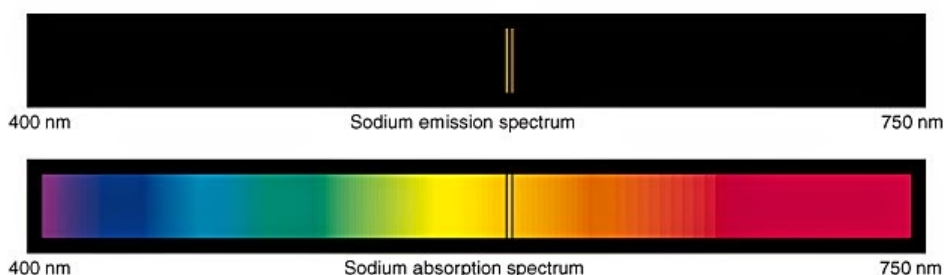
Figura 24: Espectroscópio de Kirchhoff e Bunsen.

Ao compararem vários espectros discretos, obtidos pelo aquecimento de diferentes elementos químicos, Kirchhoff e Bunsen constataram que cada elemento químico quando aquecido apresentava uma série de linhas espectrais bem definidas que lhe era característica.

Essas linhas brilhantes bem definidas constituem o chamado *espectro de emissão* do elemento analisado. Deste modo, o aquecimento do vapor de sódio (borrifando solução de cloreto de sódio numa chama, por exemplo) resulta em duas linhas espectrais bem próximas do amarelo do espectro, responsáveis pela cor amarela observada pela luz emitida.

É interessante observar que, duas linhas se destacam no espectro de emissão do vapor de sódio e que também aparecem entre as raias de Fraunhofer do espectro solar, porém como linhas escuras.

Figura 25: Espectro de emissão (acima) e espectro de absorção (abaixo) do sódio.



Disponível em: <<http://dererummundi.blogspot.com.br/2014/09/tomaz-de-figueiredo-1902-1970.html>>.
Acesso em: 30/09/2018.

Analisando-se as linhas iluminadas que pareciam ser correspondentes às linhas escuras quando sobrepostas, Kirchhoff e Bunsen chegaram à conclusão de que as linhas escuras deveriam representar o *espectro de absorção* daquele elemento. Se no espectro solar houvesse a presença destas duas linhas escuras, este fato deveria sinalizar a presença do elemento (neste caso, o sódio) ao qual se associam na atmosfera do Sol.

Deste modo, podemos concluir que, ao se analisar espectros emitidos por átomos distintos, ou simplesmente *espectros atômicos*, é possível verificar que cada tipo de átomo possui um espectro que lhe é característico, ou seja, o **espectro atômico funciona como uma espécie de impressão digital** que permite a caracterização e diferenciação dos elementos químicos que constituem a natureza.

A partir de então, foi possível prever por meio da radiação emitida por um corpo não só sua temperatura como também sua composição química. Esta previsão iniciou uma nova era para a Ciência, marcada pela descoberta de inúmeros elementos químicos que constituíam tanto os corpos celestes quanto os terrestres.

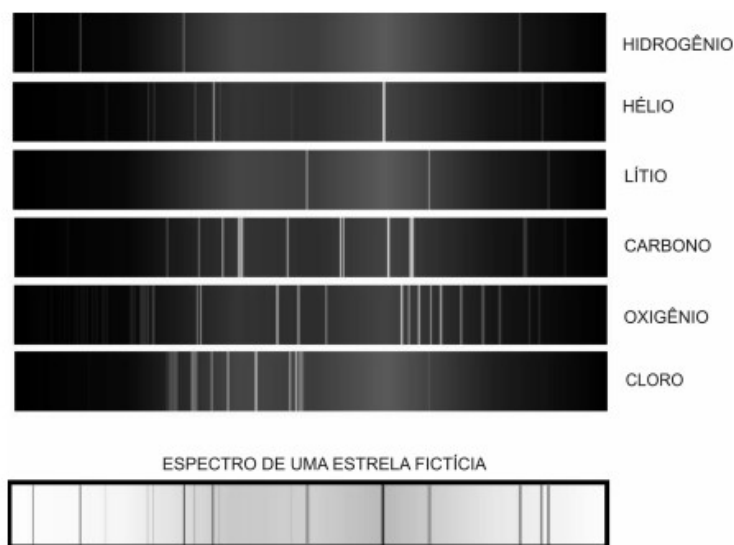
É importante mencionar que, investigações posteriores realizadas no ramo da espectroscopia e impulsionadas pelo excepcional trabalho dos brilhantes cientistas Kirchhoff e Bunsen permitiram identificar o desvio para o vermelho (conhecido como *redshift*), no qual é possível detectar um desvio das linhas espectrais para o vermelho – indicando o afastamento das galáxias em relação ao nosso planeta, servindo para comprovar a expansão do Universo.

Vale destacar que, a explicação para os espectros individuais e peculiares dos elementos químicos – que produziam cores características ao serem submetidos à chama – foi um problema que intrigou muitos cientistas da época e que será explicado em nosso próximo encontro. Até lá!



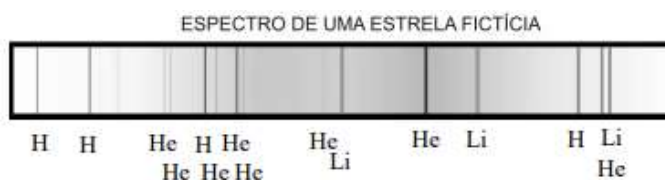
EXERCÍCIO RESOLVIDO

- (OBA-2008/adaptado) Na figura abaixo são encontrados espectros de emissão de alguns elementos químicos, além do espectro simplificado de uma estrela fictícia (último espectro).



Analisando os espectros apresentados, indique quais elementos químicos estão presentes na estrela fictícia.

Resolução: Por meio da comparação dos espectros de emissão dos elementos químicos com o espectro da estrela fictícia, é possível identificar (ao sobrepormos as linhas de cada elemento individual com o espectro da estrela) os seguintes elementos químicos: hidrogênio, hélio e lítio.





ATIVIDADE: “ESCRITO NAS ESTRELAS”

- ✓ Analise as linhas espectrais das estrelas fictícias e compare-as com o espectro dos elementos químicos apresentados, indicando a composição química de cada estrela (dica: cada estrela é formada por no mínimo três e no máximo cinco elementos químicos).

Figura 26: Espectro dos elementos químicos.

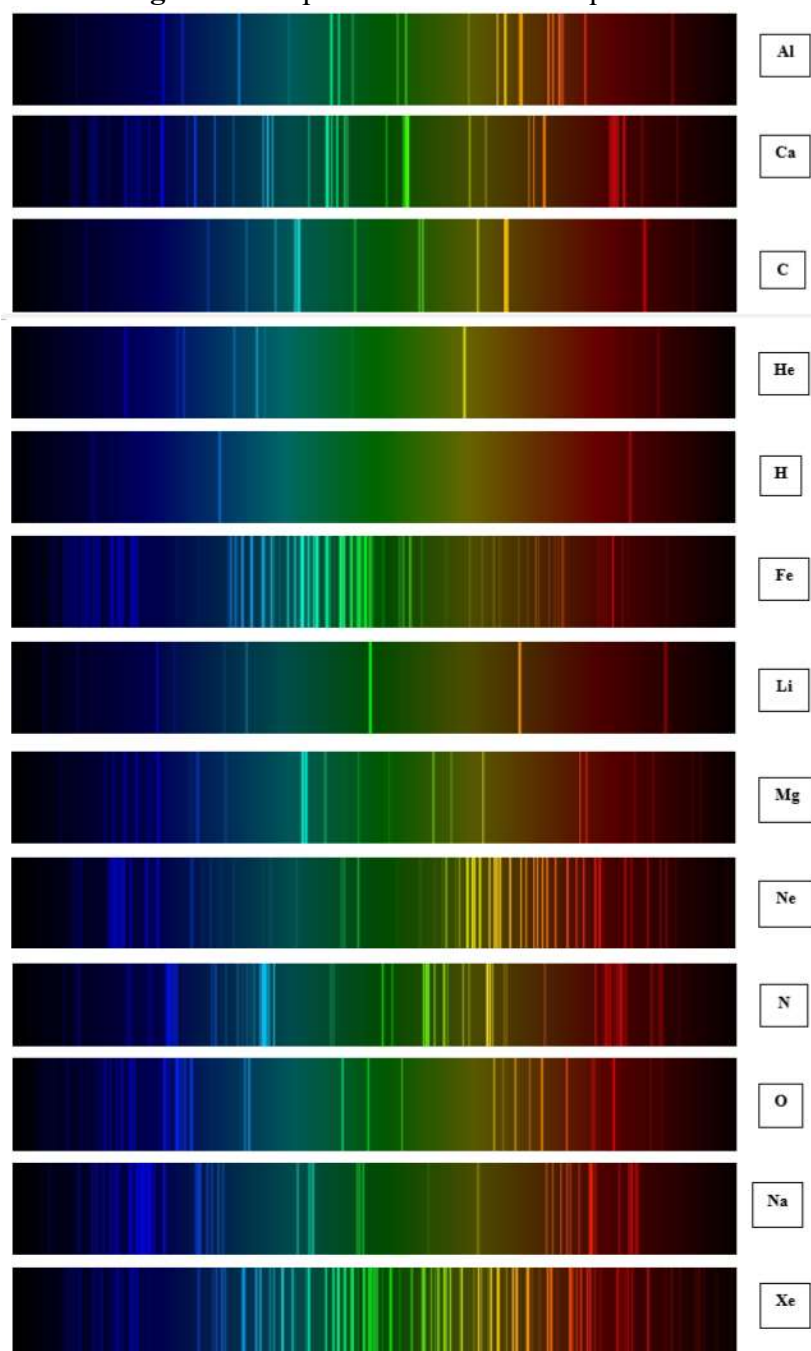
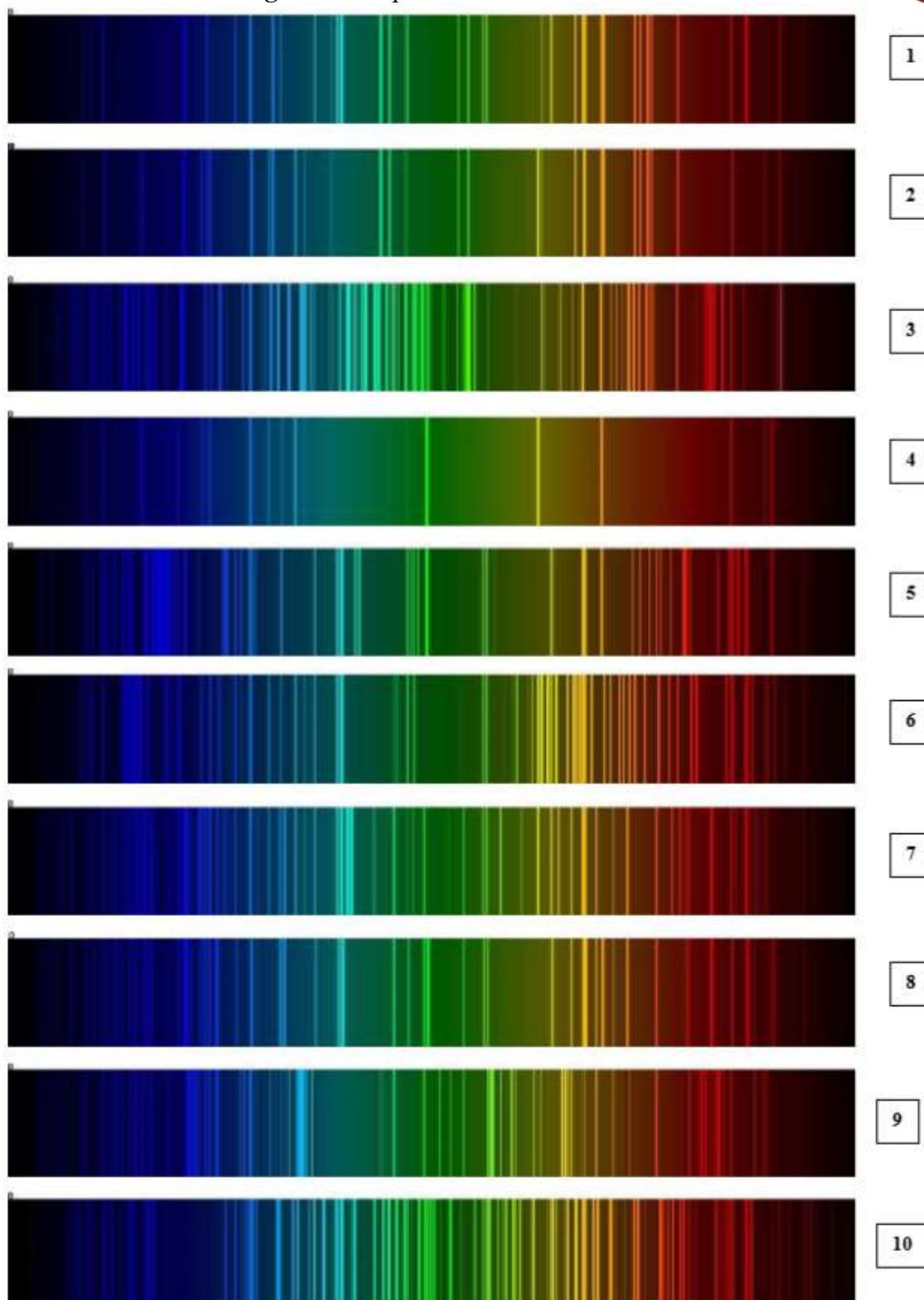




Figura 27: Espectro das estrelas fictícias.



Fonte: BROCKINGTON, Guilherme. *A realidade escondida: a dualidade onda-partícula para estudantes do Ensino Médio*. Dissertação (Mestrado) – Universidade de São Paulo, 2005 (Adaptado).



AULA EXPOSITIVA DIALOGADA E
ENCERRAMENTO DO CONTEÚDO

ETAPA INVESTIGATIVA



Atividade inicial: Para Pensar...

Vimos anteriormente, que cada tipo de átomo possui seu próprio espectro, isto é, o espectro atômico funciona como uma espécie de “impressão digital”, favorecendo a caracterização e diferenciação dos diversos elementos químicos que existem.

Algumas questões que ainda não tinham sido respondidas e que intrigavam os cientistas da época eram: por que havia um conjunto de linhas características – que indicavam comprimentos de onda específicos – para cada elemento químico? Por que amostras de elementos químicos diferentes ao serem queimadas conferiam colorações diferentes à chama?



PARA PENSAR...

- Utilizando espectroscópios feitos de cano PVC, fornecidos pela Sociedade Brasileira de Física (SBF) ao Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF) – Polo 34 (Instituto Federal Fluminense – IFF), analise o espectro das seguintes fontes de luz:

- ✓ Vela;
- ✓ Lâmpada incandescente;
- ✓ Luz negra ou luz ultravioleta;
- ✓ Lâmpada fluorescente;
- ✓ Lâmpada de vapor de sódio;
- ✓ Lâmpada de vapor de mercúrio.



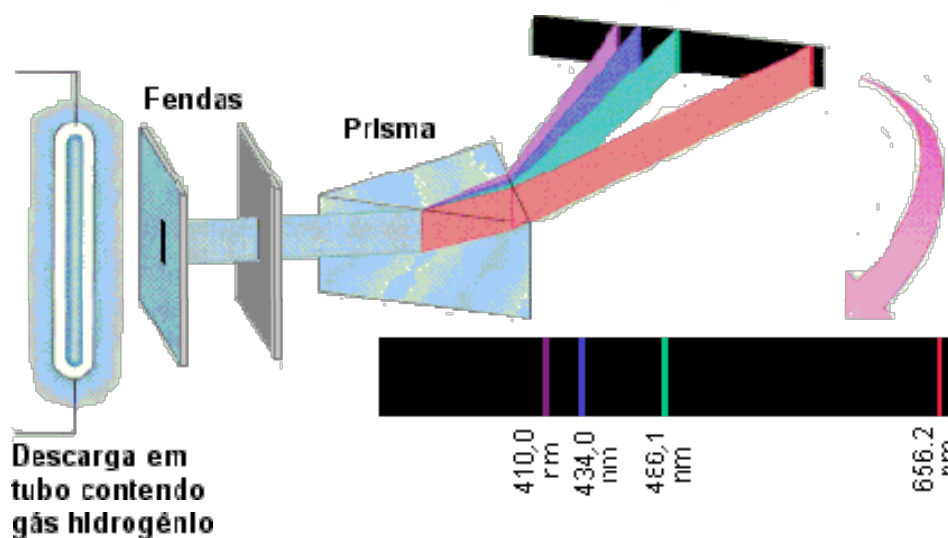
- Quais foram as semelhanças e as diferenças entre os espectros observados?

- Em sua opinião, o que justifica os espectros observados para as fontes luminosas descritas acima?

➤ ESPECTRO ATÔMICO DO HIDROGÊNIO

Um dos espectros que foi bastante investigado pelos cientistas em busca de respostas que explicassem as peculiares características dos espectros atômicos é o espectro de emissão do hidrogênio atômico devido a sua simplicidade, abundância no universo e por apresentar uma parte do seu espectro dentro da região de comprimentos de onda da luz visível.

Figura 28: espectro de emissão do hidrogênio atômico.



Disponível em: <http://www.feiradeciencias.com.br/sala23/23_ma02.asp>.
Acesso em: 10/10/2018.

Houve um grande esforço da comunidade científica para obtenção de uma relação matemática que representasse o comprimento de onda das linhas observadas no espectro de emissão do átomo de hidrogênio.

No entanto, todos esses resultados não eram explicados pelos princípios da Física Clássica, sendo necessária a elaboração de um modelo atômico que pudesse explicar as características inerentes aos espectros atômicos. E é neste contexto que emerge uma explicação dada pelo cientista dinamarquês Niels Bohr.



PARA SABER MAIS!

Figura 29: Jakob Balmer.



Disponível em:
<https://nl.wikipedia.org/wiki/Johann_Jakob_Balmer>.
Acesso em: 10/10/2018.

Em 1885, um professor suíço de uma escola secundária, chamado Johann Jakob Balmer (1825-1898) encontrou uma função matemática que descrevia com grande precisão os comprimentos de onda das linhas visíveis do espectro de emissão do átomo de hidrogênio.

$$\lambda = 3646 \frac{n^2}{n^2 - 4} \quad n = 3,4,5, \dots$$

Na equação, λ corresponde ao comprimento de onda em metros (m) e n é um número inteiro maior ou igual a 3.

Mais adiante, em 1890, Johannes Rydberg, um físico sueco, apresentou uma forma mais conveniente de se apresentar a fórmula de Balmer, generalizando-a e reescrevendo-a da seguinte forma.

$$\frac{1}{\lambda} = R_H \left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{n^2} \right), \quad n = 3,4,5, \dots$$

onde R_H é conhecida como constante de Rydberg para o hidrogênio. Seu valor corresponde a $10967757,6 \pm 1,2 m^{-1}$.

A corrida por uma explicação matemática que explicasse o enigma dos espectros atômicos, mais especificamente para o átomo de hidrogênio não parou por aí.

Na tabela a seguir estão relacionadas diversas séries obtidas para o átomo de hidrogênio:

Figura 30: Johannes Rydberg



Disponível em:
<https://wikiciencias.casadasciencias.org/wiki/index.php/Johannes_Robert_Rydberg>.
Acesso em: 10/10/2018.





Tabela 1: Séries do hidrogênio.

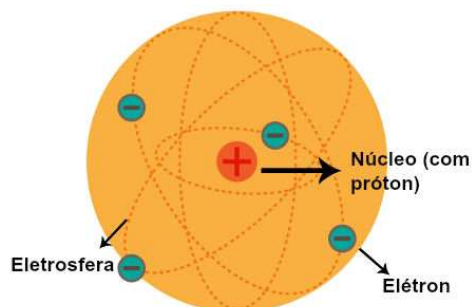
Nomes	Faixas de comprimento de onda	Fórmulas	Valores de n
Lyman	Ultravioleta	$\frac{1}{\lambda} = R_H \left(\frac{1}{1^2} - \frac{1}{n^2} \right)$	n = 2, 3, 4, ...
Balmer	Ultravioleta próximo e visível	$\frac{1}{\lambda} = R_H \left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{n^2} \right)$	n = 3, 4, 5, ...
Paschen	Infravermelho	$\frac{1}{\lambda} = R_H \left(\frac{1}{3^2} - \frac{1}{n^2} \right)$	n = 4, 5, 6, ...
Brackett	Infravermelho	$\frac{1}{\lambda} = R_H \left(\frac{1}{4^2} - \frac{1}{n^2} \right)$	n = 5, 6, 7, ...
Pfund	Infravermelho	$\frac{1}{\lambda} = R_H \left(\frac{1}{5^2} - \frac{1}{n^2} \right)$	n = 6, 7, 8, ...

Adaptado pela autora (Fonte: EISBERG; RESNICK, 1979, p. 137).

➤ A SOLUÇÃO INUSITADA DE NIELS BOHR

Em 1911, o modelo atômico proposto por Ernest Rutherford (1871-1937), era constituído de um núcleo contendo cargas positivas ao redor do qual giravam cargas negativas (elétrons).

Figura 31: modelo atômico do Sistema Solar de Rutherford.



Disponível em: <<https://brasilecola.uol.com.br/quimica/o-atomo-rutherford.htm>>. Acesso em: 10/10/2018.

Além de não dar conta de explicar a estabilidade do átomo, este modelo atômico proposto por Rutherford, conhecido como modelo do Sistema Solar, não era suficiente para explicar as linhas relacionadas a comprimentos de onda específicos que apareciam nos espectros atômicos.

Figura 32: Niels Bohr.

Coube ao físico dinamarquês Niels Bohr (1885-1962) desvendar esse enigma, explicando, assim, as peculiares características dos espectros atômicos.

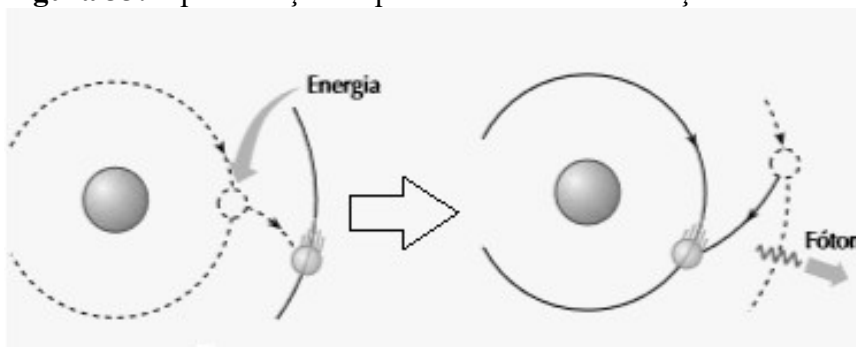
Em 1913, Bohr propõe um modelo simples da estrutura atômica que explicava com sucesso o espectro discreto da radiação emitida por certos átomos, obtido experimentalmente. Este modelo foi fundamentado com base nas ideias de quantização propostas por Max Planck (1858-1947) e Albert Einstein (1879-1955).

Deste modo, mesclando ideias da Física Clássica com ideias da Física Quântica, Bohr propõe uma série de postulados (afirmações aceitas como verdadeiras, porém sem demonstração):

- ✓ Os elétrons se movem em órbitas circulares ao redor do núcleo, ocupando determinados níveis de energia ou camadas eletrônicas;
- ✓ Cada nível possui um valor determinado de energia;
- ✓ O elétron não pode permanecer entre os níveis de energia;
- ✓ Um elétron pode “saltar” de um nível de menor energia para outro de maior energia, desde que absorva energia suficiente para tal. Quando isso acontece, dizemos que um elétron foi excitado e houve uma transição eletrônica;
- ✓ Ao retornar para sua camada original e de menor energia, ocorre a liberação de energia, que pode ocorrer na forma de luz visível.

Disponível em:
<https://pt.wikipedia.org/wiki/Niels_Bohr>.
Acesso em: 10/10/2018.

Figura 33: representação esquemática de uma transição eletrônica.

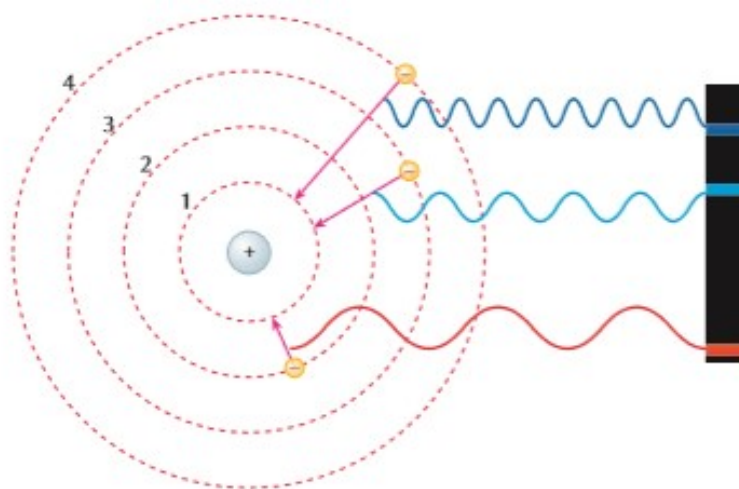


Fonte: FELTRE, 2004, p. 91.

Para Bohr, cada linha luminosa observada no átomo de hidrogênio, por exemplo, representa a energia liberada quando o elétron retorna ao seu estado de menor energia, denominado estado fundamental.

Tomando o átomo de hidrogênio como referência, podemos relacionar os saltos dos elétrons com as respectivas raias observadas no seu espectro, como mostrado na figura abaixo:

Figura 34: relação entre os saltos eletrônicos e as raias espectrais.



Fonte: FELTRE, 2004, p. 91.

Observe na Figura 34, que para cada diferente retomada do elétron ao seu estado fundamental, há emissão de luz com cores diferentes. Desta forma, é possível explicarmos as diferentes cores apresentadas pelos fogos de artifício e as diferentes colorações da chama observadas no experimento “teste da chama”.

Cabe ressaltar, que apesar do sucesso do modelo atômico proposto por Niels Bohr e de sua importância histórica, ele é insuficiente para descrever completamente os sistemas atômicos, não refletindo a descrição moderna de nenhum átomo. Na realidade, contribuições da mecânica quântica dadas por Schrödinger e Heisenberg forneceram um método mais abrangente de descrição dos sistemas atômicos que se estende ao comportamento de partículas de qualquer sistema microscópico.



ENCONTRO FINAL INTEGRADOR

ETAPA INVESTIGATIVA



Encontro final integrador

Sejam todos muito bem-vindos ao nosso último encontro! Parabéns por terem chegado até aqui e espero que as aulas anteriores e as atividades realizadas tenham lhes auxiliado bastante em seu aprendizado.

E que tal construir um mapa conceitual a fim de relacionar conceitos importantes que vimos até aqui? Para isso, vamos relembrar dicas importantes sobre como elaborar um mapa conceitual. Fique atento!

DICAS PARA ELABORAR UM MAPA CONCEITUAL



6. Identifique os conceitos-chave do conteúdo que você irá mapear e organize-os em uma lista;
7. Ordene seus conceitos de forma hierárquica, colocando o(s) mais geral(is)/mais inclusivo(s) no topo de seu mapa, agregando os demais conceitos gradualmente até completar seu diagrama;
8. Busque conectar os conceitos com o uso de setas e palavra(s) de ligação(ões) com o objetivo de explicitar a relação entre os conceitos;
9. É possível adicionar exemplos ao seu mapa conceitual, desde que inseridos logo abaixo dos conceitos correspondentes;
10. Lembre-se: não há uma forma única e correta de se traçar um mapa conceitual. Ele é um instrumento dinâmico que se modifica à medida que você avança em seu aprendizado.

E então? Você está pronto para compartilhar, trocar e “negociar” significados de todo o conteúdo visto até aqui com seus colegas? Então, use e abuse de sua criatividade na construção de um mapa conceitual cooperativo!

Avaliação somativa individual

Vamos testar seus conhecimentos adquiridos até aqui? Para isso, responda atentamente o simulado a seguir preparado com questões do ENEM e de vestibular. Boa sorte!

1) (ENEM-2014) Alguns sistemas de segurança incluem detectores de movimento. Nesses sensores, existe uma substância que se polariza na presença de radiação eletromagnética de certa região de frequência, gerando uma tensão que pode ser amplificada e empregada para efeito de controle. Quando uma pessoa se aproxima do sistema, a radiação emitida por seu corpo é detectada por esse tipo de sensor.

WENDLING, M. **Sensores**. Disponível em: www2.feg.unesp.br. Acesso em: 7 maio 2014 (adaptado).

A radiação captada por esse detector encontra-se na região de frequência

- a) da luz visível.
- b) do ultravioleta.
- c) do infravermelho.
- d) das micro-ondas.
- e) das ondas longas de rádio.

2) (ENEM-2014) Quando adolescente, as nossas tardes, após as aulas, consistiam em tomar às mãos o violão e o dicionário de acordes de Almir Chediak e desafiar nosso amigo Hamilton a descobrir, apenas ouvindo o acorde, quais notas eram escolhidas. Sempre perdíamos a aposta, ele possui o ouvido absoluto.

O ouvido absoluto é uma característica perceptual de poucos indivíduos capazes de identificar notas isoladas sem outras referências, isto é, sem precisar relacioná-las com outras notas de uma melodia.

LENT, R. **O cérebro do meu professor de acordeão**. Disponível em: <http://cienciahoje.uol.com.br> (adaptado).

No contexto apresentado, a propriedade física das ondas que permite essa distinção entre as notas é a

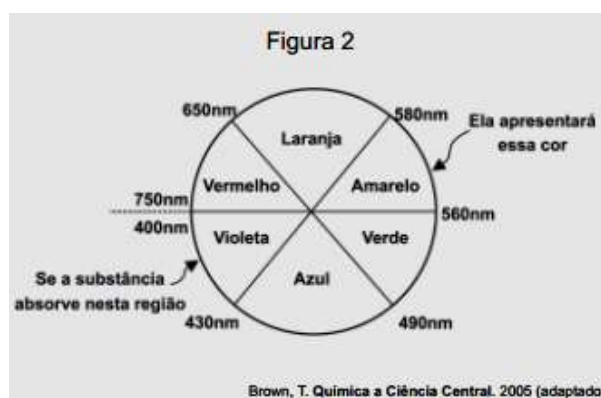
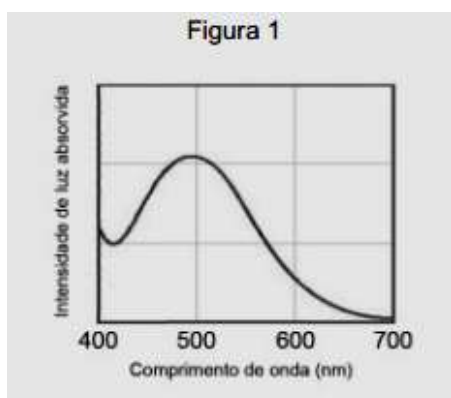
- a) frequência.
- b) intensidade.
- c) forma de onda.
- d) amplitude de onda.
- e) velocidade de propagação.

3) (ENEM-2017) Um fato corriqueiro ao se cozinhar arroz é o derramamento de parte da água de cozimento sobre a chama azul do fogo, mudando-a para uma chama amarela. Essa mudança de cor pode suscitar interpretações diversas, relacionadas às substâncias presentes na água de cozimento. Além do sal de cozinha (NaCl), nela se encontram carboidratos, proteínas e sais minerais.

Cientificamente, sabe-se que essa mudança de cor da chama ocorre pela:

- reação do gás de cozinha com o sal, volatilizando gás cloro.
- emissão de fótons pelo sódio, excitado por causa da chama.
- produção de derivado amarelo, pela reação com o carboidrato.
- reação do gás de cozinha com a água, formando gás hidrogênio.
- excitação das moléculas de proteínas, com formação de luz amarela.

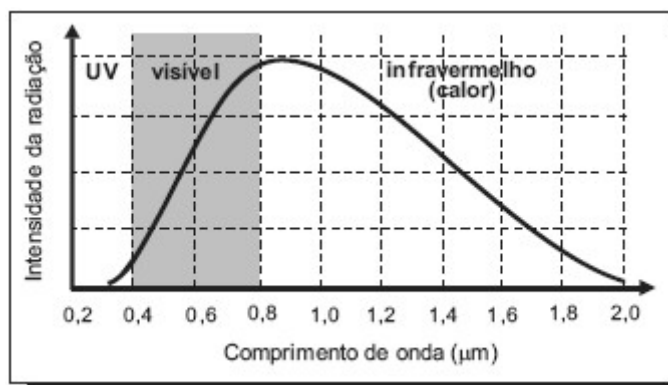
4) (ENEM-2011) Para que uma substância seja colorida ela deve absorver luz na região do visível. Quando uma amostra absorve luz visível, a cor que percebemos é a soma das cores restantes que são refletidas ou transmitidas pelo objeto. A Figura 1 mostra o espectro de absorção para uma substância e é possível observar que há um comprimento de onda em que a intensidade de absorção é máxima. Um observador pode prever a cor dessa substância pelo uso da roda de cores (Figura 2): o comprimento de onda correspondente à cor do objeto é encontrado no lado oposto ao comprimento de onda da absorção máxima.



Qual a cor da substância que deu origem ao espectro da Figura 1?

- Azul.
- Verde.
- Violeta.
- Laranja.
- Vermelho.

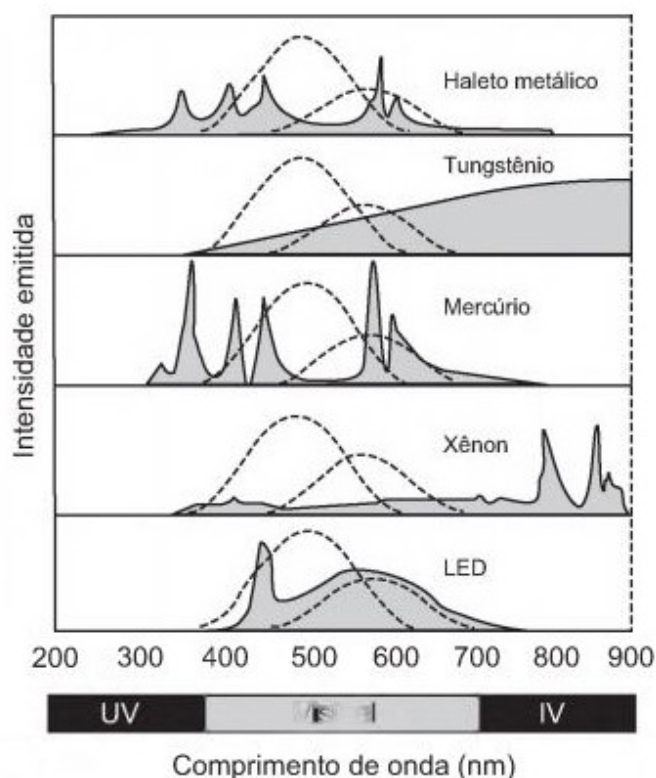
5) (ENEM-2008) A passagem de uma quantidade adequada de corrente elétrica pelo filamento de uma lâmpada deixa-o incandescente, produzindo luz. O gráfico abaixo mostra como a intensidade da luz emitida pela lâmpada está distribuída no espectro eletromagnético, estendendo-se desde a região do ultravioleta (UV) até a região do infravermelho.



A eficiência luminosa de uma lâmpada pode ser definida como a razão entre a quantidade de energia emitida na forma de luz visível e a quantidade total de energia gasta para o seu funcionamento. Admitindo-se que essas duas quantidades possam ser estimadas, respectivamente, pela área abaixo da parte da curva correspondente à faixa de luz visível e pela área abaixo de toda a curva, a eficiência luminosa dessa lâmpada seria de aproximadamente:

- a) 10%.
- b) 15%.
- c) 25%.
- d) 50%.
- e) 75%.

6) (ENEM-2017) A figura mostra como é a emissão de radiação eletromagnética para cinco tipos de lâmpada: haleto metálico, tungstênio, mercúrio, xênon e LED (diodo emissor de luz). As áreas marcadas em cinza são proporcionais à intensidade da energia liberada pela lâmpada. As linhas pontilhadas mostram a sensibilidade do olho humano aos diferentes comprimentos de onda. UV e IV são as regiões do ultravioleta e do infravermelho, respectivamente.



Disponível em: <http://zeiss-campus.magnet.fsu.edu>. Acesso em: 8 maio 2017 (adaptado).

Um arquiteto deseja iluminar uma sala usando uma lâmpada que produza boa iluminação, mas que não aqueça o ambiente. Qual tipo de lâmpada melhor atende ao desejo do arquiteto?

- a) Haleto metálico.
- b) Tungstênio.
- c) Mercúrio.
- d) Xênon.
- e) LED

7) (ENEM-2012) Nossa pele possui células que reagem à incidência de luz ultravioleta e produzem uma substância chamada melanina, responsável pela pigmentação da pele. Pensando em se bronzear, uma garota vestiu um biquíni, acendeu a luz de seu quarto e deitou-se exatamente abaixo da lâmpada incandescente. Após várias horas ela percebeu que não conseguiu resultado algum.

O bronzeamento não ocorreu porque a luz emitida pela lâmpada incandescente é de

- a) baixa intensidade.
- b) baixa frequência.

- c) um espectro contínuo.
- d) amplitude inadequada.
- e) curto comprimento de onda.

8) (ENEM-2009) Sabe-se que o olho humano não consegue diferenciar componentes de cores e vê apenas a cor resultante, diferentemente do ouvido, que consegue distinguir, por exemplo, dois instrumentos diferentes tocados simultaneamente. Os raios luminosos do espectro visível, que têm comprimento de onda entre 380 nm e 780 nm, incidem na córnea, passam pelo cristalino e são projetados na retina. Na retina, encontram-se dois tipos de fotorreceptores, os cones e os bastonetes, que convertem a cor e a intensidade da luz recebida em impulsos nervosos. Os cones distinguem as cores primárias: vermelho, verde e azul, e os bastonetes diferenciam apenas níveis de intensidade, sem separar comprimentos de onda. Os impulsos nervosos produzidos são enviados ao cérebro por meio do nervo óptico, para que se dê a percepção da imagem.

Um indivíduo que, por alguma deficiência, não consegue captar as informações transmitidas pelos cones, perceberá um objeto branco, iluminado apenas por luz vermelha, como

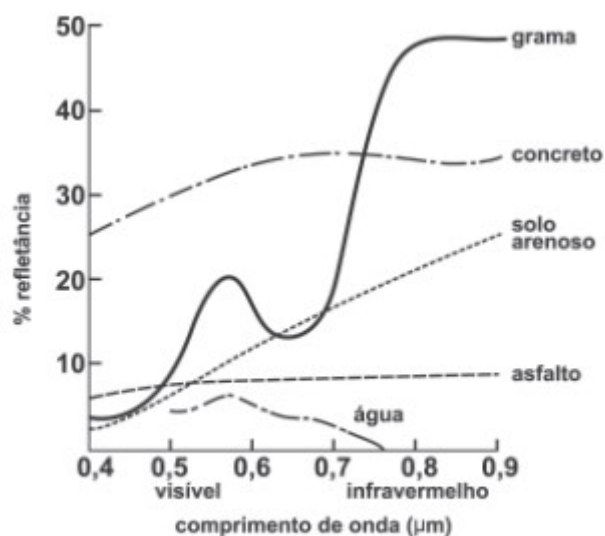
- a) um objeto indefinido, pois as células que captam a luz estão inativas.
- b) um objeto rosa, pois haverá mistura da luz vermelha com o branco do objeto.
- c) um objeto verde, pois o olho não consegue diferenciar componentes de cores.
- d) um objeto cinza, pois os bastonetes captam luminosidade, porém não diferenciam cor.
- e) um objeto vermelho, pois a retina capta a luz refletida pelo objeto, transformando-a em vermelho.

9) (ENEM-2013) Em viagens de avião, é solicitado aos passageiros o desligamento de todos os aparelhos cujo funcionamento envolva a emissão ou a recepção de ondas eletromagnéticas. O procedimento é utilizado para eliminar fontes de radiação que possam interferir nas comunicações via rádio dos pilotos com a torre de controle.

A propriedade das ondas emitidas que justifica o procedimento adotado é o fato de

- a) terem fases opostas.
- b) serem ambas audíveis.
- c) terem intensidades inversas.
- d) serem de mesma amplitude.
- e) terem frequências próximas

10) (ENEM-2011) O processo de interpretação de imagens capturadas por sensores instalados a bordo de satélites que imageiam determinadas faixas ou bandas do espectro de radiação eletromagnética (REM) baseia-se na interação dessa radiação com os objetos presentes sobre a superfície terrestre. Uma das formas de avaliar essa interação é por meio da quantidade de energia refletida pelo objeto. A relação entre a refletância de um dado objeto e o comprimento de onda da REM é conhecida como curva de comportamento espectral ou assinatura espectral do objeto, como mostra na figura, para objetos comuns na superfície terrestre.



D'ARCO, E. Radiometria e Comportamento Espectral de Alvos. INPE. Disponível em: <http://www.agro.unitau.br>. Acesso em: 3 maio 2009.

De acordo com as curvas de assinatura espectral apresentada na figura, para que se obtenha a melhor discriminação dos alvos mostrados, convém selecionar a banda correspondente a que comprimento de onda em micrômetros (μm)?

- 0,4 a 0,5.
- 0,5 a 0,6.
- 0,6 a 0,7.
- 0,7 a 0,8.
- 0,8 a 0,9.

11) (ENEM-2009) Considere um equipamento capaz de emitir radiação eletromagnética com comprimento de onda bem menor que a da radiação ultravioleta. Suponha que a radiação emitida por esse equipamento foi apontada para um tipo específico de filme fotográfico e entre o equipamento e o filme foi posicionado o pescoço de um indivíduo. Quanto mais exposto à radiação, mais escuro se torna o filme após a revelação. Após acionar o equipamento e revelar o filme, evidenciou-se a imagem mostrada na figura abaixo.



Dentre os fenômenos decorrentes da interação entre a radiação e os átomos do indivíduo que permitem a obtenção desta imagem inclui-se a

- a) absorção da radiação eletromagnética e a consequente ionização dos átomos de cálcio, que se transformam em átomos de fósforo.
- b) maior absorção da radiação eletromagnética pelos átomos de cálcio que por outros tipos de átomos.
- c) maior absorção da radiação eletromagnética pelos átomos de carbono que por átomos de cálcio.
- d) maior refração ao atravessar os átomos de carbono que os átomos de cálcio.
- e) maior ionização de moléculas de água que de átomos de carbono.

12) (FMTM-MG) Fogos de artifício utilizam sais de diferentes íons metálicos misturados com um material explosivo. Quando incendiados, emitem diferentes colorações. Por exemplo: sais de sódio emitem cor amarela, de bário, cor verde e de cobre, cor azul. Essas cores são produzidas quando os elétrons excitados dos íons metálicos retornam para níveis de menor energia. O modelo atômico mais adequado para explicar esse fenômeno é o modelo de:

- a) Rutherford
- b) Dalton
- c) Bohr
- d) Thomson
- e) Chadwick

13) (UFV-MG) O sal de cozinha (NaCl) emite luz de coloração amarela quando colocado numa chama. Baseando-se na teoria atômica, é correto afirmar que:

- a) os elétrons do cátion Na^+ , ao receberem energia da chama, saltam de uma camada mais externa para uma mais interna, emitindo luz amarela.
- b) a luz amarela emitida nada tem a ver com o sal de cozinha, pois ele não é amarelo.
- c) a emissão da luz amarela se deve a átomos de oxigênio.
- d) os elétrons do cátion Na^+ , ao receberem energia da chama, saltam de uma camada mais interna para uma mais externa e, ao perderem a energia ganha, emitem-na sob a forma de luz amarela.
- e) qualquer outro sal também produziria a mesma coloração.

14) (UFRGS-RS) Considere as afirmações a seguir:

I - As ondas luminosas são constituídas pelas oscilações de um campo elétrico e de um campo magnético.

II - As ondas sonoras precisam de um meio material para se propagar.

III - As ondas eletromagnéticas não precisam de um meio material para se propagar.

Quais delas são corretas?

- a) Apenas I
- b) Apenas I e II
- c) Apenas I e III
- d) Apenas II e III
- e) I, II e III

15) (UFV-MG) Em alguns filmes de ficção científica a explosão de uma nave espacial é ouvida em outra nave, mesmo estando ambas no vácuo do espaço sideral. Em relação a este fato é CORRETO afirmar que:

- a) Isto não ocorre na realidade, pois não é possível a propagação do som no vácuo.
- b) Isto ocorre na realidade, pois sendo a nave tripulada, possui em seu interior preenchido por gases.
- c) Isto ocorre na realidade, uma vez que o som se propagará junto com a imagem da mesma.
- d) Isto ocorre na realidade, pois as condições de propagação do som no espaço sideral são diferentes daquelas daqui da Terra.
- e) Isto ocorre na realidade e o som será ouvido inclusive com maior nitidez, por não haver meio material no espaço sideral.

16) (Vunesp-SP) Numa experiência clássica, coloca-se dentro de uma campânula de vidro onde se faz o vácuo, uma lanterna acesa e um despertador que está despertando. A luz da lanterna é vista, mas o som do despertador não é ouvido. Isso acontece porque:

- a) o comprimento de onda da luz é menor que o do som.
- b) nossos olhos são mais sensíveis que nossos ouvidos.
- c) o som não se propaga no vácuo e a luz sim.
- d) a velocidade da luz é maior que a do som.
- e) o vidro da campânula serve de blindagem para o som, mas não para a luz.

17) (Vunesp-SP) Pesquisadores da UNESP, investigando os possíveis efeitos do som no desenvolvimento de mudas de feijão, verificaram que sons agudos podem prejudicar o crescimento dessas plantas, enquanto que os sons mais graves, aparentemente, não interferem no processo.

CIÊNCIA E CULTURA, 42 (7) supl: 180-1, Julho 1990.

Nesse experimento o interesse dos pesquisadores fixou-se principalmente na variável física:

- a) velocidade
- b) umidade
- c) temperatura
- d) frequência
- e) intensidade

AVALIACÃO DAS ETAPAS INVESTIGATIVAS DA UEPS

SUA OPINIÃO É MUITO IMPORTANTE!

1) O que você achou do tema trabalhado neste bimestre?

Escala de 1 a 5: onde 5 = Muito Interessante e 1 = Irrelevante

() 5 () 4 () 3 () 2 () 1

2) Como você avalia nossos encontros para realização dos trabalhos?

() Muito satisfatórios

() Satisfatórios

() Regulares

() Insatisfatórios

() Muito insatisfatórios

3) Você visualizou nas atividades realizadas e nas aulas dadas que o assunto trabalhado tinha relação com o cotidiano?

() Sim

() Não

Exemplifique.

4) Ao longo das aulas você notou que houve retomada aos conteúdos abordados nas aulas anteriores?

() Sim

() Não

5) Das atividades relacionadas a seguir, qual(is) dela(s) você mais gostou?

() Estudo de caso: Descobrimos os “ingredientes” que compõe o Sol

() Experimento “Enxergando o invisível” (com o controle remoto)

() Exercícios com utilização do aplicativo *online Plickers*

() Disco de Newton

() Exercícios sobre a lei de Stefan e a lei de deslocamento de Wien

- Experimento “Teste da chama”
- Simulação do PhET (gráfico da radiação térmica) da sessão “Hora da revisão”
- Escrito nas estrelas (identificação de elementos químicos nas estrelas)
- Observação dos espectros das lâmpadas
- Mapa conceitual

Comente: _____

6) Qual das atividades elencadas na questão anterior, você acredita que mais lhe ajudou em seu aprendizado?

7) Na sua opinião, os conteúdos aprendidos foram relevantes para sua formação? Comente.

8) A maneira como as atividades foram realizadas facilitou sua compreensão dos conteúdos estudados? Justifique.

9) Utilizando uma escala de 1 a 5, onde 1 quer dizer *tive muita dificuldade em aprender* e 5 quer dizer *compreendi muito bem*, como você avalia sua compreensão dos conteúdos listados abaixo:

- Conceito de ondas e principais características das ondas
- Ondas mecânicas e eletromagnéticas
- Espectro eletromagnético e sua divisão (ondas de rádio, microondas, infravermelho, luz visível, ultravioleta, raios-X e raios gama)

- () Luz visível, cores e o fenômeno da reflexão
- () Relação cor e temperatura (conceito de radiação térmica, corpos negros)
- () Curvas espectrais da radiação térmica
- () Lei do deslocamento de Wien
- () Lei de Stefan
- () Espectros atômicos e diferença entre espectros de emissão e absorção
- () Modelo atômico de Niels Bohr

10) O que você acredita que poderia ter melhorado ao longo das aulas? Registre aqui alguma sugestão ou comentário sobre as aulas e atividades desenvolvidas neste bimestre.

REFERÊNCIAS

ALLCHIN, D. *From Rhetoric to Resources: New Historical Problem-Based Case Studies for Nature of Science Education*. 1ª Conferencia Latino Americana do International History, Philosophy, and Science Teaching Group. Atas da Conferência Latino Americana do International History, Philosophy, and Science Teaching Group (Impresso), 2010.

AUSUBEL, D. P. *Educational psychology: a cognitive view*. New York: Holt, Rinehart and Winston, 1968.

BROCKINGTON, G. *A realidade escondida: a dualidade onda-partícula para estudantes do Ensino Médio*. Dissertação (Mestrado) – Universidade de São Paulo, 2005.

FERRARO, N. G.; SOARES, P. A. de T. *Física básica: volume único*. 3. ed., São Paulo: Atual, 2009.

GRAF (Grupo de Reelaboração do Ensino de Física). *Física 2: Física Termica/Óptica*. 3. ed., São Paulo: Edusp – Editora da Universidade de São Paulo, 1998.

HERREID, C. F. *What makes a good case?* Journal of College Science Teaching, v. 27, n. 3, p. 163-169, 1998.

HILGER, T. R.; GRIEBELER, A. Uma proposta de Unidade de Ensino Potencialmente Significativo utilizando mapas conceituais. *Investigações em Ensino de Ciências – V18(1)*, pp. 199-213, 2013.

LINHARES, M. P.; REIS, E. M. *Educando Jovens e Adultos para a Ciência com Tecnologias Estudos de caso como estratégia de ensino na formação de professores de física*. *Ciência e Educação*, v.14, n.3, p. 555-74, 2008.

MOREIRA, M. A. *Aprendizagem significativa em mapas conceituais*. Porto Alegre: UFRGS, Instituto de Física, 2013.

_____. *O que é afinal aprendizagem significativa?* Aula Inaugural do Programa de Pós Graduação em Ensino de Ciências Naturais, Instituto de Física, Universidade Federal do Mato Grosso, Cuiabá, MT, 23 de abril de 2002.

_____. *Unidades de Enseñanza Potencialmente Significativas – UEPS*. *Aprendizagem Significativa em Revista/Meaningful Learning Review*, 1(2), 43-63, 2011.

MOREIRA, M. A.; MASINI, E. F. S. *Aprendizagem significativa: a teoria de David Ausubel*. São Paulo: Centauro, 2001.

NOVAK, J. D.; GOWIN, D. B. *Aprender a Aprender*. Lisboa: Plátano Edições Técnicas, 1996.

_____. *Learning how to learn*. New York: Cambridge University Press, 1989.

NOVAK, J. D. *Uma teoria de educação*. Tradução de Marco Antonio Moreira e apresentação de Ralph Tyler. São Paulo: Pioneira, 1981.

PERUZZO, F. M.; CANTO, E. L do. *Química na abordagem do cotidiano: volume único*. 4. ed., São Paulo: Moderna, 2012.

PIETROCOLA, M. et al. *Coleção Física em contextos: ensino médio*. 1. ed., São Paulo: Editora do Brasil, 2016.

SÁ, L. P.; QUEIROZ, S. L. *Estudo de Casos no Ensino de Química*. São Paulo: Editora Átomo, 2009.

SILVA, O. B. da; OLIVEIRA, J. R. S. de; QUEIROZ, S. L. *SOS Mogi-Guaçu: Contribuições de um Estudo de Caso para a Educação Química no Nível Médio*. *Química Nova na Escola*, São Paulo, v. 33, n. 3, p. 185-192, 2011.