



WANDERSON ALVES LEAL

**ESTUDANDO SEMICONDUTORES NO ENSINO
FUNDAMENTAL II**

LAVRAS – MG

2021

WANDERSON ALVES LEAL

ESTUDANDO SEMICONDUTORES NO ENSINO FUNDAMENTAL II

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação, Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, para a obtenção do título de Mestre.

Profa. DSc. Iraziet da Cunha Charret

Orientadora

Prof. DSc. Antonio dos Anjos Pinheiro da Silva

Coorientador

LAVRAS – MG

2021

**Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema de Geração de Ficha Catalográfica da Biblioteca
Universitária da UFLA, com dados informados pelo(a) próprio(a) autor(a).**

Leal, Wanderson Alves

Estudando Semicondutores no Ensino Fundamental II /
Wanderson Alves Leal. 1^a ed. – Lavras : UFLA, 2021.
210 p. : il.

Dissertação (Mestrado Profissional) –Universidade Federal
de Lavras, 2021.

Orientadora: Profa. DSc. Iraziet da Cunha charret.

Bibliografia.

1. Alfabetização Científica. 2. Ensino de Ciências. 3.
Física Moderna e Contemporânea. I. Charret, Iraziet da Cunha.
II. da Silva, Antonio dos Anjos Pinheiro. III. Título.

A reprodução e a divulgação total ou parcial deste trabalho são autorizadas, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

Este documento possui páginas em branco para facilitar a impressão frente-e-verso.

WANDERSON ALVES LEAL

**ESTUDANDO SEMICONDUTORES NO ENSINO FUNDAMENTAL II
STUDYING SEMICONDUCTORS IN ELEMENTARY SCHOOL II**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação, Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, para a obtenção do título de Mestre.

APROVADA em 29 de Junho de 2021.

Prof. DSc. Antônio Marcelo Martins Maciel UFLA
Prof. DSc. Frederico Augusto Toti UNIFAL
Prof. DSc. Jefferson Adriano Neves UFLA

Profa. DSc. Iraziet da Cunha Charret
Orientadora

Prof. DSc. Antonio dos Anjos Pinheiro da Silva
Co-Orientador

**LAVRAS – MG
2021**

Aos meus Pais

Agradecimentos

À Sociedade Brasileira de Física (SBF), à Universidade Federal de Lavras (UFLA) e ao Departamento de Educação em Ciências Físicas e Matemática (DFM), por terem concedido a oportunidade de realização do Mestrado em Ensino de Física.

À professora Iraziet da Cunha Charret por todo profissionalismo, toda dedicação e paciência durante a orientação, contribuindo de diversas formas para o meu crescimento acadêmico e profissional. Ao professor Antonio dos Anjos Pinheiro da Silva pela coorientação e pela disposição em sempre ajudar tirando dúvidas.

Aos professores Antônio Marcelo, Ulisses Leitão, Helena, Rita, José Antônio e Fábio, por terem me aturado e orientado em toda a minha trajetória, agradeço a paciência e a persistência em todos os impasses dentro e fora da sala de aula, obrigado por me ajudarem a crescer e amadurecer como profissional.

Aos colegas de mestrado, Samuell Amaral, Phelipe Góis, Cristian, Juciane, Geraldo, Dayvidson, Douglas, Dircilene, Igor, Cilken e Aleandro pela boa convivência e pelos bons momentos de estudos e conversas.

À Laila Zorkot e ao Colégio Losango pela oportunidade de realizar e desenvolver a sequência didática que deu origem a dissertação e, em especial, meus alunos do ensino fundamental de 2020 que compuseram o material de minha análises e pesquisa.

À minha esposa, Flávia Mendonça Laudaes, pelo companheirismo, compreensão, paciência e sempre indicando o melhor caminho.

À minha família pelo apoio e torcida pela conclusão de um sonho!

MUITO OBRIGADO!

RESUMO

Neste trabalho discutimos a viabilidade de introduzir conceitos de Física Moderna e Contemporânea no sexto ano do Ensino Fundamental II dentro da perspectiva de estabelecimento de um processo de Alfabetização Científica. Para isso usamos como objeto de estudos o conceito de semicondutores, as suas características e algumas das suas aplicações tecnológicas. Propusemos e desenvolvemos uma sequência de ensino fundamentada em um conjunto de atividades interativas, que permitisse a discussão sobre os modelos de estrutura da matéria, passando para o conceito de condução em meios materiais e alcançando o conceito de semicondutores. Ao longo do desenvolvimento dessa sequência de ensino, foram discutidos os aspectos associados com o uso e os impactos da tecnologia atual, que tem como base os materiais semicondutores. A sequência de ensino foi desenvolvida em quase a sua totalidade no formato virtual, devido à pandemia da COVID19, em uma escola privada e os resultados, analisados a partir dos indicadores de alfabetização científica propostos por Sasseron e por Pizarro, mostram que os estudantes foram se apropriando do vocabulário científico, se tornando capazes de elaborar argumentos explicativos para os fenômenos apresentados.

Palavras-chave: Semicondutores, Física Moderna e Contemporânea, Recursos didáticos interativos, Ensino de Ciências, Estrutura da matéria, Ensino de Física, Alfabetização Científica.

ABSTRACT

In this paper we discuss the feasibility of introducing concepts of Modern and Contemporary Physics in the sixth year of Elementary School II from the perspective of establishing a process of Scientific Literacy. For this we use the concept of semiconductors, their characteristics and some of their technological applications as the object of studies. We proposed and developed a teaching sequence based on a set of interactive activities, which would allow the discussion on the models of structure of matter, moving on to the concept of conducting in material media and reaching the concept of semiconductors. During the development of this teaching sequence, aspects associated with the use and impacts of current technology, which are based on semiconductor materials, were discussed. The teaching sequence was developed almost entirely in the virtual format, due to the pandemic of COVID19, in a private school and the results, analyzed from the scientific literacy indicators proposed by Sasseron and Pizarro, show that the students were appropriating the scientific vocabulary, becoming capable of elaborating explanatory arguments for the presented phenomena.

Keywords: Semiconductors, Modern and Contemporary Physics, Interactive Teaching Resources, Science Teaching, Subject Structure, Physics Teaching, Scientific Literacy.

LISTA DE FIGURAS

Figura 4.1 – Esquema representativo para um átomo de cobre, de acordo com o modelo atômico de Bohr. Os 29 elétrons estão distribuídos nas camadas eletrônicas, de acordo com o Princípio de Exclusão de Pauli. O elétron representado em verde escuro, na última camada, representa o chamado elétron "livre".	47
Figura 4.2 – Representação dos níveis de energia de um ou vários átomos próximos. Devido à interação e aos efeitos quânticos de indistinguibilidade dos elétrons, quando muito próximos, há um desdobramento dos níveis de energia individuais de cada átomo, formando um conjunto de níveis que depende do número de átomos. Num sólido, quando o número de átomos é muito grande, isso equivale à formação de uma faixa (banda) de energia relacionada aos estados eletrônicos originais dos átomos individuais.	48
Figura 4.3 – Representação esquemática para dois átomos de cobre separados por uma grande distância. Para simplificar o desenho, a separação entre os níveis de energia é mostrada como se fosse constante.	50
Figura 4.4 – Representação esquemática da formação das bandas de energia quando aumentamos o número de átomos na rede. Quando temos N átomos é possível perceber que aparecerá uma superposição entre bandas, o que poderá gerar sobreposição de bandas totalmente preenchidas e bandas com espaços ainda vazios.	51
Figura 4.5 – Representação idealizada da estrutura de bandas de energia para um condutor, um semicondutor e um isolante.	52
Figura 4.6 – Representação bidimensional para uma rede de silício puro.	53
Figura 4.7 – Representação bidimensional para uma rede de silício dopada com antimônio.	54
Figura 4.8 – Representação bidimensional para uma rede de silício dopada com o boro.	54
Figura 4.9 – Representação esquemática para semicondutores tipo n e tipo p	56
Figura 4.10 – Representação esquemática de uma junção $p-n$	56
Figura 4.11 – Representação de um Diodo Laser ou LED	57
Figura 4.12 – Representação esquemática para um transistor de junção tipo $n-p-n$	58
Figura 4.13 – Representação esquemática para um transistor de efeito de campo.	59
Figura 6.1 – Alguns dos materiais contidos dentro das sacolas entregues aos grupos.	74
Figura 6.2 – Caixa preta recebida por cada grupo para trabalhar a ideia de modelos.	77

Figura 6.3 – Tela inicial da simulação PhET – Construindo Átomos.	84
Figura 6.4 – Os quatro conjuntos das cartas como foram elaboradas para a atividade em sala de aula. Cada cor representa um grupo.	90
Figura 6.5 – Infográfico <i>O Físico Quântico</i> , que apresenta um resumo da ideia da quantização da energia e da dualidade onda-partícula para o elétron.	95
Figura 6.6 – Representação esquemática das ligações covalentes presentes no grafeno.	99
Figura 6.7 – Captura da tela do computador mostrando o manuseio das imagens dos quebra-cabeças, usando o programa Photoshop (Adobe), para auxiliar na discussão sobre os materiais intrínseco e extrínseco.	104
Figura 6.8 – Quebra-cabeça composto por átomos de Silício (Si), Boro (B) e Fósforo (P).	105
Figura 6.9 – Quebra-cabeça composto por átomos de Carbono (C), Alumínio (Al) e Antimônio (Sb).	106
Figura 6.10 – Imagem ilustrativa mostrando um dos slides usados nesta aula.	108
Figura 7.1 – Respostas do Grupo da Pedra para a tarefa de casa da Atividade 01.	119
Figura 7.2 – Respostas do Grupo Garotas Superpoderosas para a tarefa de casa que faz parte da pesquisa sobre o modelo do átomo de Thomson.	120
Figura 7.3 – Esquema representando a pesquisa sobre o modelo do átomo de Thomson do Grupo Garotas Superpoderosas.	120
Figura 7.4 – Representações dos alunos do Grupo da Pedra para o que havia dentro da Caixa Preta nas quatro etapas da atividade.	121
Figura 7.5 – Representações dos alunos do Grupo Os Criativos para o que havia dentro da Caixa Preta nas quatro etapas da atividade.	122
Figura A.1 – Alguns dos materiais contidos dentro de uma das sacolas entregues aos grupos.	145
Figura A.2 – Caixa recebida por cada grupo para trabalhar a ideia de modelos.	147
Figura A.3 – Link em QR-CODE	148
Figura A.4 – Link em QR-CODE	149
Figura A.5 – Link em QR-CODE	150
Figura A.6 – Link em QR-CODE	150
Figura A.7 – Link em QR-CODE	151
Figura A.8 – Tela inicial da simulação PhET – Construindo Átomos.	151
Figura A.9 – Cartas elaboradas para uso em sala. Cada cor representa um grupo de alunos.	156

Figura A.10 –Cartas contendo a distribuição eletrônica para os vários átomos que foram analisados pelos estudantes.	157
Figura A.11 –Link em QR-CODE	158
Figura A.12 –Link em QR-CODE	159
Figura A.13 –Infográfico <i>O Físico Quântico</i> , que apresenta um resumo da ideia da quantização da energia e da dualidade onda-partícula do elétron.	160
Figura A.14 –Link em QR-CODE	161
Figura A.15 –Link em QR-CODE	162
Figura A.16 –Representação esquemática das ligações covalentes presentes no grafeno. . .	164
Figura A.17 –Link em QR-CODE	165
Figura A.18 –Tela do simulador PhET para circuitos elétricos.	165
Figura A.19 –Materiais que compõem o kit experimental para a montagem de um circuito elétrico.	166
Figura A.20 –Esquema do circuito elétrico a ser montado para acender a lâmpada. . . .	166
Figura A.21 –Quebra-cabeça montado, representando um material formado pela junção entre carbono (C), alumínio (Al) e antimônio (Sb).	168
Figura A.22 –Quebra-cabeça montado, representando um material formado pela junção entre silício (Si), fósforo (P) e boro (B).	169
Figura A.23 –Link em QR-CODE	170
Figura A.24 –Tela inicial do simulador PhET de semicondutores.	170
Figura A.25 –Link em QR-CODE	172
Figura A.26 –Link em QR-CODE	172
Figura A.27 –Link em QR-CODE	173
Figura B.1 – Carta entregue aos alunos para liberação dos responsáveis para a pesquisa . .	174
Figura C.1 – Carta de liberação para pesquisa no Colégio Losango em Formiga-MG . . .	175

LISTA DE QUADROS

Quadro 3.1 – Número de trabalhos encontrados a partir das buscas por portal a partir das palavras-chaves Ensino de Ciências + Alfabetização Científica, no período de 2015 a 2020.	28
Quadro 3.2 – Número de trabalhos encontrados a partir das buscas por portal a partir das palavras-chaves Alfabetização Científica + Ensino Fundamental, no período de 2015 a 2020.	28
Quadro 3.3 – Número de trabalhos encontrados a partir das buscas por portal a partir das palavras-chaves Alfabetização Científica + Física Moderna e Contemporânea, no período de 2015 a 2020.	29
Quadro 3.4 – Número de trabalhos encontrados a partir das buscas por portal a partir das palavras-chaves Ensino de Física + Física Moderna e Contemporânea, no período de 2015 a 2020.	30
Quadro 3.5 – Número de trabalhos encontrados a partir das buscas por portal a partir das palavras-chaves Ensino de Física + Semicondutores, no período de 2015 a 2020.	30
Quadro 3.6 – Trabalhos selecionados a partir da busca nos portais, usando como palavras-chave: Alfabetização Científica no Ensino Fundamental, FMC no Ensino Fundamental e Básico, cobrindo o período de 2015-2020.	32
Quadro 5.1 – Indicadores de Alfabetização Científica segundo Sasseron (2015)	65
Quadro 5.2 – Lista de verbos usados para pontuar indicativos de Alfabetização Científica, segundo Pizarro e Lopes Jr. (2015)	66
Quadro 6.1 – Detalhamento da Sequência Didática, aula por aula, com os objetivos e a dinâmica prevista para cada uma, bem como as adaptações que foram necessárias por causa da pandemia.	72
Quadro 6.2 – Etapas da aula 1, com uma breve descrição da dinâmica da aula e do conteúdo abordado.	73
Quadro 6.3 – Aulas da SD adaptadas para o período de pandemia (ensino remoto). Em vermelho aparecem as aulas inseridas por causa da pandemia, em azul aquelas que foram mais profundamente alteradas da sua proposta original e as em verde com poucas alterações para o modelo remoto.	81

Quadro 6.4 – Etapas da aula 4, com uma breve descrição da dinâmica e dos conteúdos previstos para cada etapa.	83
Quadro 7.1 – Transcrição da Aula 04, que ocorreu após a aula Construindo Átomos, em 31/03/2020. Esta aula é anterior ao questionário e a transcrição diz respeito ao <i>Grupo Friks do Fires</i>	124
Quadro 7.2 – Transcrição da Aula 04, que ocorreu após a aula Construindo Átomos, em 31/03/2020. Esta aula é anterior ao questionário e a transcrição diz respeito ao <i>Grupo Red Dragons</i>	132
Quadro 7.3 – Transcrição da Aula 04, que ocorreu após a aula Construindo Átomos, em 31/03/2020. Esta aula é anterior ao questionário e a transcrição diz respeito ao Sexto ano B.	133
Quadro 7.4 – Transcrição da Aula 10 – Condutores e Isolantes.	134
Quadro 7.5 – Transcrição da aula 12 – Material Intrínseco e Extrínseco, ocorrida em 10/06/2020, após a aula do Quebra-cabeça.	135
Quadro 7.6 – Transcrição da aula 12 – Material Intrínseco e Extrínseco, ocorrida em 10/06/2020, após a aula do Quebra-cabeça, com o uso de slide com desenho de cadeia de carbono com alumínio e cadeia de carbono com antimônio – junção <i>pn</i>	136

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	17
2.1	Alfabetização Científica	17
2.2	Transposição Didática	22
3	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	26
4	MATERIAIS SEMICONDUTORES	43
5	METODOLOGIA DE PESQUISA	60
5.1	Produção e Coleta dos Dados	60
5.2	Análise dos Dados	63
6	ORGANIZAÇÃO E DESENVOLVIMENTO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA	67
6.1	Sequência Didática	68
6.2	Detalhando a SD	71
6.2.1	Aula 1 - Problematização/Que Material é Esse?	73
6.2.2	Aula 2 - A Caixa Escura e a Construção de Modelos	76
6.2.3	Pandemia	78
6.2.4	Aula 3 – Questionário sobre o Átomo	81
6.2.5	Aula 4 – Construindo Átomos	82
6.2.6	Aula 5 – Texto: O Elétron e o Futebol	86
6.2.7	Aula 6 – Distribuição eletrônica	89
6.2.8	Aula 7 – Produção de Texto	92
6.2.9	Aula 8 – O Físico Quântico	94
6.2.10	Aula 9 – Construindo Moléculas	97
6.2.11	Aula 10 – Condutores e Isolantes	100
6.2.12	Aula 11 – Quebra Cabeça	103
6.2.13	Aula 12 – Intrínseco e Extrínseco	107
6.2.14	Aula 13 – Funcionamento de um Semicondutor	109
6.2.15	Aula 14 – Chips, Transistores e Diodos	112
6.2.16	Aula 15 – Avaliação	114
7	RESULTADOS E ANÁLISE	117
7.1	Aulas presenciais	118
7.1.1	Episódio modelos de átomos	118

7.1.2	Episódio da caixa preta	121
7.2	Aulas remotas	123
7.2.1	Episódios no início da pandemia	123
7.2.2	Episódio cargas elétricas	125
7.2.3	Episódio camada de valência	127
7.2.4	Episódio intrínseco e extrínseco	129
7.2.5	Episódio camada de depleção	129
7.2.6	Questionários virtuais	130
8	CONSIDERAÇÕES FINAIS	137
	REFERÊNCIAS	141
A	MATERIAIS PARA OS ALUNOS	145
B	CARTA DE LIBERAÇÃO DOS RESPONSÁVEIS	174
C	CARTA DE LIBERAÇÃO DA ESCOLA	175
D	TRANSCRIÇÃO AULA 04 - (APÓS) CONSTRUÍDO ÁTOMOS	176
E	TRANSCRIÇÃO AULA 04 - (APÓS) CONSTRUÍDO ÁTOMOS	181
F	TRANSCRIÇÃO AULA 04 - (APÓS) CONSTRUÍDO ÁTOMOS	186
G	TRANSCRIÇÃO AULA 10 – CONDUTORES E ISOLANTES	191
H	TRANSCRIÇÃO AULA 12 – MATERIAL INTRÍNSECO E EXTRÍNSECO	202

1 INTRODUÇÃO

A produção de sentido é a forma mais eficaz para que uma pessoa faça parte do mundo que a cerca. Movimentos, cenas, eventos e objetos são as bases para nos pensar sobre a realidade e que nos fazem ser quem somos. Para uma criança, um objeto que desperta sua atenção se torna um convite à produção de sentido, de descobertas e de fonte para se tornar o que poderíamos chamar de “texto memórico”, se transformando em dizeres, contos, causos e funcionalidades do dia a dia, durante o seu processo de socialização. A forma de compreensão e o quanto isso se torna cultural é um processo individual e é o que podemos chamar de alfabetização. O comunicar, ler, escrever e o falar a língua mãe são processos culturais de alfabetização.

Em minha experiência como professor de Física, tive a oportunidade de ser contratado por uma escola da rede privada, para lecionar Física no Ensino Fundamental II (EF II). Digo oportunidade, pois eu, até então, desconhecia o ensino de Física no EF II. Diante desta oportunidade desenvolvi inicialmente, com uso de metodologias diversas, alguns conceitos de Física Clássica abordando, por exemplo, energia potencial e cinética com alunos do sexto ano do EF II e, pelas minhas percepções, eles tiveram um certo deslumbramento com esses conceitos, ao perceberem como é possível correlacionar energia à altura, força e movimento, com os objetos à nossa volta.

Em março de 2019, trabalhei com os alunos Cinemática e as Leis de Trânsito. Em um determinado momento – um estudo sobre o que é a velocidade de um objeto – um aluno me perguntou como ele poderia construir uma máquina do tempo e se eu, professor de Física, poderia ajudá-lo a entender como funciona uma máquina como essa. Em resposta ao aluno, disse que iria pensar em algo para explicar o funcionamento da máquina do tempo. Levei a questão para a orientadora deste trabalho, Iraziet Charret, e ela me perguntou porquê não desenvolver o conteúdo sobre a Teoria da Relatividade, mais especificamente *O Paradoxo dos Gêmeos* com esses alunos, e assim fiz. Elaboramos quatro aulas, partindo dos dois postulados de Albert Einstein, para tratar desse tema com eles.

1º Postulado: as leis da Física são as mesmas em todos os sistemas de referência inercial.

2º Postulado: a velocidade da luz no vácuo tem o mesmo valor para qualquer referencial inercial, ou seja, $c = 300000\text{ km/s}$.

Usamos o movimento de uma bola jogada para o alto dentro de uma locomotiva com dois observadores do movimento, um interno ao trem e outro externo, posicionado em uma estação.

Assim, desenvolvemos com os alunos a ideia de que o tempo e o espaço não são grandezas absolutas, como nos parece, mas sim grandezas relativas, que dependem da velocidade dos corpos. Dessa forma, alcançamos a discussão sobre *o paradoxo dos gêmeos* e a possibilidade de uma máquina do tempo. O que ganhamos com essa discussão em sala foi no final, um aluno aparecer com o livro: *George e o Segredo do Universo* de Stephen Hawking.

O desenvolvimento das competências gerais da educação básica, como previsto na BNCC – Base Nacional Comum Curricular (BRASIL, 2018), nos tópicos sobre Matéria e Energia, passa pela abordagem de vários temas, tendo como foco, principalmente, a Física Clássica. Por outro lado, discussões sobre conceitos de Física Moderna e Contemporânea (FMC) não são claramente previstas dentro desse nível de ensino, embora o documento cite o compromisso com o desenvolvimento da capacidade de compreender e interpretar o mundo tecnológico no Ensino Fundamental (EF), como pode ser observado abaixo:

...ao longo do Ensino Fundamental, a área de Ciências da Natureza tem um compromisso com o desenvolvimento do letramento científico, que envolve a capacidade de compreender e interpretar o mundo (natural, social e tecnológico), mas também de transformá-lo com base nos aportes teóricos e processuais das ciências (BRASIL, 2018, p.321).

Mesmo os documentos oficiais prevendo discussões, durante o EF, de tópicos de Física Clássica com possibilidade e autonomia do professor para desenvolver discussões sobre FMC, sabemos que isso está longe de ser uma realidade nas escolas brasileiras. A atual distribuição de conteúdos de Ciências para o EF II prevê que os conceitos de Física apareçam no final do ciclo, durante o nono ano, dividindo espaço com os conceitos de química. No entanto, existem algumas exceções com relação a essa abordagem.

Algumas escolas da rede privada já começam a possibilitar que essas discussões sejam iniciadas mais cedo. E aí voltamos a minha oportunidade, lecionar Física desde o sexto ano do EF II.

Diante desse desafio, aparecem vários dilemas: Quais conteúdos priorizar? Qual quantidade de conhecimentos devemos trabalhar? Quais as metodologias são as mais indicadas? Como não é usual o Ensino de Física nessa etapa da educação básica, todas essas questões carecem de respostas. Estamos diante de inúmeras possibilidades.

Inspirados pela frase de Jerome Bruner, citada no livro de Moreira (1999), que diz que "é possível ensinar qualquer assunto, de uma maneira honesta, a qualquer criança em qualquer estágio de desenvolvimento"(MOREIRA, 1999, p.81) e associado a esse contexto, surge a proposta desse trabalho. Propusemos o ensino de conteúdos de Física Moderna e Contemporânea

(FMC) para estudantes nessa etapa da formação – sexto ano do EF II. As minhas aulas com estes grupos de estudantes têm mostrado que eles são ávidos por conhecimento, tanto quanto por tecnologia. Nasceram e vivem em um mundo cercado de aparatos tecnológicos os mais diversos. Tem curiosidades em saber como eles funcionam, de que são feitos, entre outras questões.

Esse interesse natural dos estudantes me levou a questionar se é possível fazermos uma discussão sobre conceitos fundamentais de FMC nessa etapa da educação e quais são as habilidades desenvolvidas com os alunos neste período da educação básica. Além disso, será que é possível conduzi-los através de um processo de Alfabetização Científica (AC) usando FMC como pano de fundo? Alfabetização compreendida aqui como capacidade de leitura de mundo, numa perspectiva freiriana.

Assim, propomos uma investigação sobre as possibilidades de iniciarmos um processo de Alfabetização Científica com um grupo de estudantes de sexto ano do EFII, usando como objeto de estudo o conceito de semicondutores, discutindo as suas características e algumas aplicações tecnológicas.

Para alcançarmos esse objetivo, propusemos o desenvolvimento de uma sequência de ensino fundamentada em um conjunto de atividades inicialmente investigativas, mas que por causa da pandemia de COVID19, tiveram que ser desenvolvidas de forma virtual, que permitisse a discussão sobre os modelos de estrutura da matéria, passando para o conceito de condução em meios materiais e alcançando o conceito de semicondutores. Ao longo do desenvolvimento dessa sequência de ensino, foram discutidos também os aspectos associados com o uso e os impactos da tecnologia atual, que tem como base os materiais semicondutores. Investigamos também, através da análise da produção dos estudantes e dos diálogos entre estudantes e entre estudantes e professor, se o processo de Alfabetização Científica esteve presente ao longo do desenvolvimento das aulas.

Para desenvolvermos esse trabalho foi preciso pesquisar referências bibliográficas relacionadas ao Ensino de FMC no EFII e, com isso, elaborarmos uma análise sobre o que se discute atualmente sobre o Ensino de Física nessa etapa da educação básica. Escolhemos como fundamentação teórica a Alfabetização Científica (AC) e seus indicadores. Com o intuito de observarmos se o processo de AC esteve em curso durante o desenvolvimento do trabalho, buscamos usar metodologias de ensino que despertassem o interesse dos alunos (por isso a escolha por atividades que desenvolvessem a investigação por parte deles). Já para a captação dos dados

(as discussões e as respostas dos alunos), olhamos para a produção individual e em grupo, na busca pela presença dos indicadores do processo de AC.

Este trabalho está estruturado da seguinte forma: no capítulo 2 abordamos a nossa fundamentação teórica, onde falamos sobre a Alfabetização Científica e os seus indicadores, no capítulo 3 apresentamos alguns dos trabalhos já publicados que, de alguma maneira, estão associados ao nosso tema, no capítulo 4 apresentamos uma breve revisão sobre os conceitos físicos necessários para uma compreensão do tema, no capítulo 5 apresentamos a metodologia de pesquisa e no capítulo 6 apresentamos a metodologia de produção dos dados, detalhando a sequência de ensino utilizada para a nossa produção e coleta de dados, no capítulo 7 apresentamos e discutimos os resultados obtidos e no capítulo 8 apresentamos as nossas considerações finais e perspectivas futuras.

Ao final são apresentados, em vários apêndices (A ao H), os materiais desenvolvidos para cada aula, as transcrições dos dados e os documentos de autorização para o desenvolvimento da pesquisa.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Alfabetização Científica

Historicamente, o desenvolvimento social da humanidade se deu pelo aprofundamento dos conhecimentos acerca do nosso mundo natural. No momento em que os nossos antepassados começaram a produzir os primeiros artefatos de pedra, pudemos identificar, através dos meios e da apropriação dos métodos utilizados para atingir tais objetivos, o desenvolvimento do que hoje denominamos como conhecimento *científico*.

O interesse em aprender a moldar os artefatos e em transmitir esses conhecimentos no meio social – ou parental, tinha uma função urgente para a sobrevivência daquela sociedade. Aquele conhecimento era de uso essencial diário para a manutenção da comunidade. Essa transmissão de conhecimentos gerou um tipo de alfabetização, ou seja, foi necessário um tipo de desenvolvimento comunicacional ou de uma linguagem, onde o aprendiz precisava entender símbolos, gestos, sons e a própria anatomia do instrumento, que eram então transmitidos por um membro da comunidade que, por sua vez, entendia esses símbolos, gestos e sons capazes de fazer com que o aprendiz desenvolvesse esses instrumentos e até mesmo os aperfeiçoasse.

A necessidade de desenvolver artefatos e ferramentas e, ainda, de transmitir a técnica de cunho, de produção, dá origem ao que podemos chamar de uma *cultura científica*. Ela está ligada diretamente aos processos de produção e difusão dos conhecimentos. A produção do conhecimento, que se traduz em resultado, também gera as tentativas de construir algo novo, como teorias alternativas de saber, novos modos de produzir o próprio conhecimento. E, a partir daí podemos definir a Ciência, como uma linguagem construída pela humanidade, com a necessidade de compreender e explicar o nosso mundo natural e, com isso, explicar a construção desses e de outros instrumentos.

Chassot (2003) nos traz uma descrição reducionista, de forma incompleta da ciência que se conecta com essa visão.

A ciência pode ser considerada como uma linguagem construída pelos homens e pelas mulheres para explicar o nosso mundo natural. Compreendermos essa linguagem (da ciência) como entendemos algo escrito numa língua que conhecemos (por exemplo, quando se entende um texto escrito em português) é podermos compreender a linguagem na qual está (sendo) escrita a natureza (CHASSOT, 2003, p.91).

Aprender essa linguagem é um processo de alfabetização. Se analisarmos a necessidade de aprendizado dos nossos antepassados como um tipo de alfabetização, notaremos que ela se

traduz na interferência do homem sobre o seu contexto de vida. Guardadas as devidas proporções, podemos fazer uma analogia com alguns pontos da alfabetização freiriana. Por exemplo, o entender que aquele aprendiz faz parte de uma contribuição importante para a sociedade e isso põem o "aprendiz" na condição de um interferidor social.

A concepção freiriana da alfabetização aborda a premissa de que é preciso haver o querer aprender para, assim se criar um ambiente ideal para o processo de ensino-aprendizagem. Freire (1980) vai além das concepções de alfabetização como um processo limitado a ler e escrever. Para ele a alfabetização é a interferência do homem sobre o seu contexto de vida.

...a alfabetização é mais que o simples domínio psicológico e mecânico de técnicas de escrever e de ler. É o domínio destas técnicas em termos conscientes. (...) Implica numa auto formação de que possa resultar uma postura interferente do homem sobre seu contexto (FREIRE, 1980, p.41).

Saber da importância do uso dos conteúdos discutidos no dia a dia e dessa posição de interferente social gera o interesse, ou não, pelo aprendizado, que está ligado diretamente a necessidade de aplicação desse conhecimento na sociedade. Amplia a possibilidade de se desenvolver um membro dessa comunidade com uma perspectiva crítica dentro do grupo social. Para Freire (1989) a alfabetização é um processo que estabelece conexões entre o mundo em que a pessoa vive e a escrita, o que faz o ser humano construir os conhecimentos e ser mais atuante na vida social.

De alguma maneira, porém, podemos ir mais longe e dizer que a leitura da palavra não é apenas precedida pela leitura do mundo mas por uma certa forma de "escrevê-lo" ou de "reescrevê-lo", quer dizer, de transformá-lo através de nossa prática consciente. Este movimento dinâmico é um dos aspectos centrais, para mim, do processo de alfabetização (FREIRE, 1989, p.13).

A utilização de símbolos, sons e gestos é uma habilidade para o ser humano se fazer social e importante no meio em que vive, para usar de interpretações e ser interpretado de formas mais abrangentes socialmente. E é aqui que entra o papel fundamental da instituição chamada Escola. O grande papel desta instituição é formar um cidadão crítico e participativo perante a sociedade em que ele vive. E, é a partir dos conhecimentos, como o conhecimento científico, que se abre a perspectiva de compreender e questionar as formas de transformação do mundo a nosso volta.

A concepção de uma alfabetização freiriana engloba os conceitos de Alfabetização Científica, Letramento Científico e Enculturação Científica, no sentido em que tanto o letramento quanto a alfabetização torna o ser humano mais ativo na sociedade. Ao pensar na Alfabetização

Científica (AC) como enculturação, da mesma forma que a escrita e a linguagem o são, podemos dizer que a AC ajuda a desenvolver no indivíduo a capacidade de organizar o pensamento de forma lógica para fazer interferências que o auxiliem na construção de uma consciência mais crítica em relação ao mundo que o cerca.

A comunicação, mais diretamente o diálogo, é a fonte de maior enriquecimento cultural do ser humano. Se formos analisar nossa formação social, podemos dizer que desde que nascemos somos moldados e criamos nossa personalidade a partir do diálogo com o externo. É através desse diálogo que definimos o entendimento do mundo que nos cerca, os limites da consciência, o meu eu interno é moldado pelo externo. Ou seja, o processo de ensino-aprendizagem só ocorre através da comunicação. Assim, no Ensino de Física é mais interessante para o desenvolvimento do processo de ensino-aprendizagem a utilização de bases culturais sociais que sejam comumente reconhecidas pelo aluno.

Para a definição do termo AC, há uma pluralidade de possibilidades. Há pelo menos três variações, muito utilizadas, que vieram de pesquisas realizadas no exterior para a tradução do termo em nosso país, que definem uma didática do ensino de ciências com foco na formação de cidadãos com ação e atuação na sociedade.

Segundo Sasseron e Carvalho (2008), as variações para o termo Alfabetização Científica estão relacionadas diretamente com a formação do indivíduo, com a formação do cidadão e, portanto, há vários termos presentes na literatura que são utilizados com objetivos semelhantes.

Os autores de língua espanhola costumam utilizar a expressão “Alfabetización Científica” (Díaz, Alonso e Mas, 2003, Cajas, 2001, Gil-Pérez e Vilches-Peña, 2001); nas publicações em língua inglesa aparece o termo “Scientific Literacy” (Norris e Phillips, 2003, Laugksch, 2000, Hurd, 1998, Bybee, 1995, Bingle e Gaskell, 1994, Bybee e DeBoer, 1994); e, nas publicações francesas, encontramos o uso da expressão “Alphabétisation Scientifique” (Fourez, 2000, 1994, Astolfi, 1995) (SASSERON; CARVALHO, 2008, p.334).

Devido a essa pluralidade semântica, podemos encontrar hoje na literatura nacional as expressões “Letramento Científico”, “Alfabetização Científica” e “Enculturação Científica”, todos associados com o ensino de Ciências que tem como objetivo formar cidadãos com o domínio e uso dos conhecimentos científicos e seus desdobramentos nas mais diferentes esferas da sociedade.

Assim como a “aculturação”¹ do fazer ciências não tem uma necessidade biológica em primeiro plano, o saber científico nasce da necessidade de entender e interferir na natureza e sociedade que nos cercam como humanidade. Por isso, o termo “Alfabetização Científica”, em minha concepção, está ligado diretamente a necessidade biológica da comunicação e é imprescindível para uma evolução do indivíduo. O que cria no indivíduo práticas e interpretações que vão além do aprender a ler e a escrever com utilização de símbolos e gestos é uma Alfabetização Científica. Mas, como podemos mensurar as ações para que a AC possa estar em processo? Os objetivos da AC estão associados a formar uma sociedade consciente sobre a presença da ciência no dia a dia da população e a direcionar o aluno para desenvolver habilidades vinculadas à construção de entendimento sobre os temas de ciências presentes nos processos dentro de sala de aula e na sua vida cotidiana. Dessa forma, estimula-se o estudante por se tornar ativo na busca pelo seu próprio conhecimento, como nos trazem Freire (1980), Miller (1983) e Sasseron (2015).

Miller (1983) propôs uma mensuração e uma definição para o caráter multidimensional do conceito da alfabetização científica. Ele sugere que a alfabetização científica fosse concebida como tendo três dimensões:

[...] a alfabetização científica cívica deve ser conceituada como envolvendo três dimensões relacionadas: (1) um vocabulário de construções científicas básicas suficientes para ler pontos de vista concorrentes em um jornal ou revista, (2) uma compreensão do processo ou natureza da investigação científica, e (3) algum nível de compreensão do impacto da ciência e tecnologia nos indivíduos e na sociedade (MILLER, 1983, p.205) (tradução nossa).

Esta concepção combina um nível razoável de realização em cada uma dessas três dimensões, citadas por Miller (1983) e reflete um nível de compreensão e competência para acompanhar e compreender os argumentos sobre questões de política científica e tecnológica na mídia. Essas dimensões citadas deram base a um programa que amparou uma reforma educacional em ciência, matemática e tecnologia nos Estados Unidos, visando melhorar a performance da população estudantil.

Podemos reorganizar as três dimensões propostas por Miller (1983) em (1) conhecimento de termos e conceitos científicos chaves; (2) compreensão das normas e métodos da ciência (natureza da ciência) e (3) entendimento e clareza sobre o impacto da tecnologia e da ciência sobre a sociedade.

¹ Processo de alteração cultural de uma pessoa, grupo ou sociedade que busca se adaptar a outra cultura ou retira dela aspectos importantes: aculturação de comunidades indígenas. Fonte: <https://www.dicio.com.br/aculturacao/>, acesso em 24 nov. 2020.

Sasseron (2015) estrutura essas ideias e habilidades, a serem desenvolvidas para que a AC possa estar em processo. Segundo a autora são necessárias linhas orientadoras para o trabalho em sala de aula que transitem entre os pontos do currículo de ciências e elementos que marquem a apropriação desses conhecimentos para ações fora da escola, no dia a dia do aluno. Mesmo que esses eixos estruturantes não estejam presentes em todas as aulas é preciso que eles sejam considerados no desenvolvimento de um tema. Assim, essas linhas orientadoras, propostas pela autora, para analisar o processo de desenvolvimento da Alfabetização Científica conversa diretamente com Miller (1983) e passam por:

(a) a compreensão básica de termos e conceitos científicos, retratando a importância de que os conteúdos curriculares próprios das ciências sejam debatidos na perspectiva de possibilitar o entendimento conceitual; (b) a compreensão da natureza da ciência e dos fatores que influenciam sua prática, deflagrando a importância de que o fazer científico também ocupa espaço nas aulas de mais variados modos, desde as próprias estratégias didáticas adotadas, privilegiando a investigação em aula, passando pela apresentação e pela discussão de episódios da história das ciências que ilustrem as diferentes influências presentes no momento de proposição de um novo conhecimento; e (c) o entendimento das relações entre ciência, tecnologia, sociedade e ambiente, permitindo uma visão mais completa e atualizada (SASSERON, 2015, p.57).

Sasseron (2015) também apresenta um conjunto de ações que podem ser usadas para evidenciar a interação do aluno com os conteúdos, na perspectiva de uma AC:

(a) trabalhos com dados e informações disponíveis por meio de organização da seriação ou da classificação de informações; (b) a criação de hipóteses e testes realizados pelos estudantes; (c) estabelecimento de explicações sobre fenômenos em estudo, sempre buscando justificativas mais plausíveis para estabelecer previsões; e (d) o uso de raciocínio lógico e raciocínio proporcional durante a investigação junto com uma geração de comunicação de ideias nas situações de ensino e aprendizagem (SASSERON, 2015, p.57).

Este conjunto de ações evidencia o envolvimento do aluno com discussões e resoluções de problemas ligados a ciências trabalhados na situação de ensino ao longo do processo.

Pizarro e Lopes Jr. (2015) citam outras formas de caracterizar os indicadores de alfabetização científica como forma de expansão do envolvimento do aluno nos desenvolvimentos dos trabalhos na escola. Para esses autores, além dos indicadores de Sasseron (2015), ações como *articular ideias, investigar, argumentar, ler em Ciências, escrever em Ciências, problematizar, criar e atuar*, demonstram evidências e são indicativos de um processo de AC.

Ao primeiro olhar, pode parecer que muitos desses indicadores estejam subentendidos naqueles propostos por Sasseron e Carvalho (2008). Contudo,

vale ressaltar que, dependendo da realidade vivida por professores e alunos em vista ao fato dos anos iniciais ainda conviverem com o desafio da alfabetização na idade certa, muitos dos alunos podem não demonstrar os indicadores de alfabetização científica propostos por Sasseron e Carvalho (2008), por exemplo, da forma que se espera. Todavia isso não necessariamente significa que eles não aprenderam Ciências e que não estão empreendendo os esforços esperados para se aproximarem do “fazer científico” (PIZARRO; LOPES JR., 2015, 234).

Se analisarmos o que indica que há um processo de alfabetização científica em curso, notaremos a atuação de um aluno envolvido com as atividades, estimulado para trabalhar os conteúdos e consciente sobre a importância das ciências no dia a dia. Ou seja, compreendendo o fazer científico como algo indissociável do ser social atuante e consciente.

Pizarro e Lopes Jr. (2015) discutem em seu trabalho que as dificuldades e facilidades no aprendizado dos alunos, principalmente nos anos iniciais, estão ligadas diretamente ao nível de alfabetização na língua materna. Assim, a fala se torna o espaço mais democrático para se colocarem e para demonstrarem suas aprendizagens. O sexto ano do EFII é o período no qual se espera que os alunos estejam com uma alfabetização comunicacional bem desenvolvida para iniciar atividades com pensamentos e conceitos teóricos mais abstratos.

As discussões desses conceitos de Ciências em sala de aula pode mostrar que os alunos não possuem um repertório suficiente para eles se posicionarem na atividade. Desta forma, a alfabetização, no sentido fundamental, é baseada na mesma epistemologia que a Ciência. Ou seja, o raciocínio necessário para compreender, interpretar, analisar e criticar qualquer texto se assemelha em suas principais características, ao raciocínio no cerne de toda a Ciência. Assim o uso dos oito indicadores de Alfabetização Científica na perspectiva social propostos por Pizarro e Lopes Jr. (2015), a partir de sua pesquisa de levantamento bibliográfico: articular ideias, investigar, argumentar, ler em Ciências, escrever em Ciências, problematizar, criar e atuar; nos dá uma clareza, a partir das ações dos alunos, para analisar sua evolução perante esses indicadores.

2.2 Transposição Didática

Para endossar a formação de um cidadão com senso crítico e ativo na sociedade onde vive, seria essencial que a escola abordasse o ensino de Ciências desde a Educação Infantil, com o objetivo de formar indivíduos com contatos com uma linguagem e procedimentos do fazer científico, desde os primeiros anos de formação. Assim, para a criança aprender os vocabulários,

o professor tem que estar em sintonia comunicacional com ele. O professor precisa saber usar as palavras para que elas façam sentido para os alunos.

Essa "tradução" é um conceito abordado por Chevallard (2000). O conteúdo acadêmico precisa ser transposto para um conteúdo que faça sentido para o aluno, tanto cultural quanto socialmente. Para Chevallard (2000), a transposição didática pode ser entendida como:

Um conteúdo de saber que tenha sido definido como saber a ensinar, sofre, a partir de então, um conjunto de transformações adaptativas que irão torná-lo apto a ocupar um lugar entre os *objetos de ensino*. O 'trabalho' que faz de um objeto de saber a ensinar, um objeto de ensino, é chamado de *transposição didática* (CHEVALLARD, 2000, p.45) (tradução e grifos nossos).

Ainda para Chevallard (2000), um conteúdo científico tem que ser transposto para um conteúdo acadêmico, assim como esse conhecimento acadêmico tem que ser transposto para a linguagem informal dos alunos. Para isso, o professor tem a autonomia para interpretar o meio social em sala de aula e desenvolver, de forma pedagógica, a facilitação ao ensino do conteúdo. O contato dos alunos com conteúdos científicos nos anos iniciais da educação pode facilitar o desenvolvimento de leituras com um vocabulário mais rico em relação aos termos utilizados comumente nas ciências.

A transposição didática é um instrumento de análise sobre o movimento dos saberes. Ele parte do saber sábio, proveniente do cientista, é transformado para o saber a ensinar em forma de livros didáticos, plataformas digitais e apostilas para ser transformado no saber ensinado, aquele que realmente acontece em sala de aula. Ou seja, a passagem do saber científico ao saber ensinado.

Este processo de transformação é necessário pois as formas de divulgação, tanto a didática, realizada pelos professores, quanto a científica, realizada pelos cientistas, não são as mesmas, há uma inter-relação, mas elas não se sobrepõem. Por isso o olhar atento do professor faz a diferença no processo de elaboração do conhecimento a ser compartilhado com o aluno. É ele, o professor, o responsável por fazer a transposição didática adequada ao mundo social, econômico e cultural do aluno. Ou seja, as adequações do conhecimento apropriadas para que eles sejam transmitidos dentro do contexto social e ideológico em que o aluno está inserido.

Existem muitas interferências no processo de transformação do saber sábio para o saber acadêmico. Há interferências das esferas Federal, Estadual e Municipal na transposição, principalmente em relação a apostilas, livros didáticos e plataformas adotadas pelas escolas, porém é o professor que estabelece a relação ensino-aprendizagem no dia a dia em sala de aula. E é nessa

fase que o professor deverá fazer a diferença na construção do conhecimento do aluno, compreendendo e pesquisando nos conteúdos dos materiais didáticos a melhor forma de desenvolvê-los em sala de aula, rompendo assim com a cultura da reprodução passiva do conhecimento, procurando fazer as adequações apropriadas dos conteúdos a serem desenvolvidos com os alunos de acordo com o seu contexto e com o seu nível de aprendizagem.

A transposição didática utilizada neste trabalho foi pensada com o objetivo de transformar um tema de Física Moderna e Contemporânea, no caso semicondutores, de maneira a que fosse possível discuti-lo com alunos do sexto ano do Ensino Fundamental. Tanto a linguagem quanto os meios utilizados foram pensados para fazerem sentido para esse público.

Os alunos neste período da educação tem os primeiros contatos com o mundo científico com trabalhos desenvolvidos no âmbito das aulas de Ciências. Quando pensamos na palavra Ciências, somos levados a entendê-la como sendo um sistema único de pensamento e forma, de regras. Porém, Chalmers (1993) amplia essa definição da Ciência.

...a pergunta que constitui o título desse livro é enganosa e arrogante. Ela supõe que exista uma única categoria “ciência” e implica que várias áreas do conhecimento, a física, a biologia, a história, a sociologia e assim por diante se encaixam ou não nessa categoria. Não sei como se poderia estabelecer ou defender uma caracterização tão geral da ciência. Os filósofos não têm recursos que os habilitem a legislar a respeito dos critérios que precisam ser satisfeitos para que uma área do conhecimento seja considerada aceitável ou “científica” (CHALMERS, 1993, p.197).

Para Chalmers (1993), a ciência não existe como um conceito abrangente, totalitário. O que existe são corpus de proposições coerentes, como o olhar da Física, da Biologia, da História. Assim, estas proposições coerentes precisam ser aceitas e avaliadas pelas regras próprias de cada uma delas, com seus próprios vocábulos, sem a possibilidade de intervenção de um método único.

Quando se pensa no desenvolvimento desse conhecimento, que chamamos de Ciências ou Física ou, mais especificamente neste trabalho, FMC no Ensino Fundamental, sempre vem a questão: Qual é a importância de se aprender estes conteúdos?

Talvez a mais profunda importância seja abordada por Gérard Fourez. Segundo Fourez (1995), o conhecimento científico implica no poder de um ser humano sobre o outro.

Na medida em que a ciência é sempre um "poder fazer", um certo domínio da Natureza, ela se liga, por tabela, ao poder que o ser humano possui um sobre o outro. A ciência e a tecnologia tiveram uma parte bem significativa na organização da sociedade contemporânea, a ponto de esta não poder prescindir das primeiras: energia, meios de transporte, comunicações, eletrodomésticos

etc. O conhecimento é sempre uma representação daquilo que poderia ser objeto de uma decisão na sociedade (FOUREZ, 1995, p.207).

Ainda segundo Fourez (1995, p.207), podemos afirmar que além da ciência organizar os cenários econômicos e sociais na nossa sociedade contemporânea, de certa forma, ela é a maior riqueza que uma sociedade pode ter.

A discussão sobre temas científicos na escola se torna uma forma do aluno ter autonomia sobre decisões que podem afetar a sua própria vida e da sociedade onde ele vive e então, surge a importância de uma Alfabetização Científica desde as etapas iniciais da Educação Básica.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Durante quase dois anos tentamos ficar atentos as publicações relacionadas ao nosso objeto de estudo, que envolve as possibilidades de discussão de conceitos de FMC no sexto ano do ensino fundamental, Ou seja, nosso principal objetivo na revisão bibliográfica era achar um caminho, ou inspiração para a discussão de FMC no Ensino Fundamental II, mais especificamente algum trabalho que discutisse semicondutores no sexto ano do Ensino Fundamental e, assim alguma descrição ou apontamento de quais habilidades podem ser desenvolvidas com os alunos, a partir do uso de indicadores presentes nos processos de Alfabetização Científica. Embora todos esses trabalhos tenham suas contribuições para o mundo científico, não encontramos um trabalho que discutisse o conteúdo Semicondutores no sexto ano do EFII. O que se tem são alguns trabalhos que abordam a discussão de FMC no EFII nos anos finais, mais exatamente no nono ano do EFII.

Nossa revisão bibliográfica selecionou trabalhos que tivessem abordagens acerca das palavras chaves que compõem as discussões presentes na questão problema da pesquisa, para entender o que se discute atualmente sobre o assunto e que envolve: o Ensino de Ciências, o Ensino de Física, Física Moderna e Contemporânea, Ensino Fundamental, Ensino Básico e Alfabetização Científica.

Iniciamos a pesquisa em maio de 2019, porém as buscas mais intensas ocorreram entre setembro de 2020 e fevereiro de 2021. No primeiro semestre de 2020 realizamos buscas por artigos e monografias que pudessem auxiliar no trabalho, mas foram escassos os trabalhos relacionados ao nosso foco, que é o Ensino de Física Moderna e Contemporânea no Ensino Fundamental, mais especificamente o trabalho com o conteúdo de semicondutores em sala de aula.

Os bancos de dados acessados para a pesquisa deste trabalho foram as plataformas: CAPES¹; SciELO²; BDTD³ e Google Acadêmico⁴, com as palavras chaves: i) Ensino de Ciências e Alfabetização Científica; ii) Alfabetização Científica e Ensino Fundamental; iii) Alfabetização Científica e Física Moderna e Contemporânea; iv) Ensino de Física e Física Moderna e Contemporânea; e por último v) Ensino de Física e Semicondutores. Adotamos como método

¹ <http://www.periodicos.capes.gov.br>

² <http://www.scielo.br>

³ <https://bdttd.ibict.br>

⁴ <https://scholar.google.com.br>

de busca: i) Primeiro termo; ii) filtro: os mais recentes; iii) uso do (AND); iv) segundo termo e por fim, v) de janeiro de 2015 à dezembro de 2020.

Apresentamos a seguir os resultados obtidos nas buscas realizadas nos diferentes portais.

Ensino de Ciências e Alfabetização Científica

Para essa pesquisa buscamos trabalhos que abordassem o Ensino de Ciências com Alfabetização Científica no Ensino Fundamental II.

No portal CAPES iniciamos a busca usando o termo **Ensino de Ciências** e encontramos **22.576** trabalhos publicados. Acrescentando o segundo termo **Alfabetização Científica**, este número cai para **478** e, limitando a busca aos últimos seis anos, chegamos ao número de **304** trabalhos. A maioria destes trabalhos apesar de abordar dois tópicos importantes para o nosso trabalho, está ligada a outras vertentes das Ciências como Clima, Química, Biologia e outros conteúdos que fogem do nosso recorte. Desta pesquisa separamos **03** trabalhos que abordam o enredo das aulas, o uso de animação e uma abordagem sobre gravitação. Ressaltamos que o portal CAPES possui uma limitação para a realização da busca, permitindo o uso de apenas dois termos.

Utilizando os parâmetros **Ensino de Ciências** no portal da SciELO encontramos **2.332** trabalhos e, ao introduzir o segundo termo **Alfabetização Científica**, o número de publicações cai para **51**. Quando limitamos a busca ao período de 2015-2020, o número de trabalhos chega a **25**. Ao realizar a leitura dos resumos dos trabalhos encontrados, buscando relações com o nosso trabalho, o número cai para **18** publicações. Destas, separamos **06** artigos por estarem ligados diretamente a análise de argumentos produzidos pelos alunos dentro de uma perspectiva da Alfabetização e/ou Letramento Científico.

Já na pesquisa realizada no portal da Biblioteca Digital de Teses e Dissertações – BDTD, ao usarmos o termo **Ensino de Ciências** apareceram **42.864** trabalhos; ao colocarmos o segundo termo **Alfabetização Científica**, o número de trabalhos cai para **520** e, limitando aos últimos seis anos, esse número cai para **339**. Desse conjunto selecionamos **4** trabalhos por envolverem as discussões sobre Alfabetização Científica com uso de metodologias envolvendo laboratórios com tecnologias.

Notamos que cada portal tem um acervo diferente e poucos trabalhos se repetem quando utilizamos os mesmos tópicos de pesquisa. O quadro (3.1) resume esses resultados.

Quadro 3.1 – Número de trabalhos encontrados a partir das buscas por portal a partir das palavras-chaves Ensino de Ciências + Alfabetização Científica, no período de 2015 a 2020.

Portais	Ensino Ciências	+ Alfabetização Científica	2015-2020	Nº selecionados
CAPES	22576	478	305	3
SCIELO	2332	51	25	6
BDTD	42864	520	339	4

Fonte: Autor (2021).

Alfabetização Científica e Ensino Fundamental

No portal CAPES, usando o termo **Alfabetização Científica** encontramos **965** trabalhos publicados. Com a inclusão do segundo termo **Ensino Fundamental**, o número cai para **541** trabalhos, e quando limitamos a busca aos últimos cinco anos chegamos ao número de **291** trabalhos. Destes separamos **4** trabalhos que envolvem sequências didáticas com uso de materiais alternativos, como animações e reportagens jornalísticas para o EF com uso da AC.

Utilizando os mesmos parâmetros no portal SciELO encontramos **118** trabalhos ao iniciar com **Alfabetização Científica**, quando introduzimos o segundo termo **Ensino Fundamental** o número de publicações cai para **19** e ao limitar aos últimos cinco anos o número de trabalhos chega a **11**. Destes, separamos apenas **1** que aborda a AC nos anos iniciais por trabalhar indicadores por meio de uma SD.

Na pesquisa no portal da Biblioteca Digital de Teses e Dissertações - BDTD, ao usar o termo **Alfabetização Científica** apareceram **732** trabalhos; ao colocar o segundo termo **Ensino Fundamental** o número de trabalhos cai para **311** e limitando aos últimos cinco anos cai para **205** trabalhos. Destes, separamos **2** trabalhos sobre argumentação e ensino de Física por investigação. O quadro (3.2) resume esses resultados.

Quadro 3.2 – Número de trabalhos encontrados a partir das buscas por portal a partir das palavras-chaves Alfabetização Científica + Ensino Fundamental, no período de 2015 a 2020.

Portais	Alfabetização Científica	+Ensino Fundamental	2015-2020	Nº selecionados
CAPES	965	541	291	4
SCIELO	118	19	11	1
BDTD	732	311	205	2

Fonte: Autor (2021).

Alfabetização Científica e Física Moderna e Contemporânea

No portal CAPES iniciamos com **Alfabetização Científica** e obtivemos **965** trabalhos; ao adicionarmos Física Moderna e Contemporânea o número de publicações cai para **61** e li-

mitando aos últimos cinco anos encontramos **25** trabalhos, sendo que destes apenas **1** que fala sobre Semicondutores foi selecionado.

No portal SciELO ao colocarmos o primeiro termo **Alfabetização Científica** foram selecionados **118** trabalhos; ao colocarmos o segundo termo **Física Moderna e Contemporânea** o número caiu para **zero**.

Na página da BDTD, o primeiro termo **Alfabetização Científica** tem **732**; ao adicionar **Física Moderna e Contemporânea (FMC)** o número de publicações cai para **10**; ao limitar para os últimos cinco anos aparecem **07** trabalhos. Destes separamos **2** sobre Semicondutores e Radiação. O quadro (3.3) resume esses resultados.

Quadro 3.3 – Número de trabalhos encontrados a partir das buscas por portal a partir das palavras-chaves Alfabetização Científica + Física Moderna e Contemporânea, no período de 2015 a 2020.

Portais	Alfabetização Científica	+ FMC	2015-2020	Nº selecionados
CAPEL	965	61	25	1
SCIELO	118	0	0	0
BDTD	732	10	07	2

Fonte: Autor (2021).

Ensino de Física e Física Moderna e Contemporânea

Mudando de termos, usamos no portal da CAPES o primeiro termo como **Ensino de Física** e apareceram **13.922** publicações. Ao colocar o segundo termo **Física Moderna e Contemporânea** o número de trabalhos cai para **709**. E, delimitando para os últimos cinco anos, apareceram **308** trabalhos. Destes apenas **1**, falando sobre radiação, tinha consonância com nosso trabalho.

No portal SciElo o primeiro termo **Ensino de Física** resultou em **3.206** publicações, ao colocar o segundo termo **Física Moderna e Contemporânea** esse valor cai para **20** trabalhos; e ao limitar aos últimos cinco anos aparecem **05** trabalhos, sendo que nenhum deles tinha consonância com nosso trabalho.

Na página da BDTD o primeiro termo **Ensino de Física** contabilizou **9.167** trabalhos; ao colocar o segundo termo **Física Moderna e Contemporânea** o número de publicações chega a **222**; ao limitar para os últimos cinco anos esses números caem para **115**. Desta pesquisa separamos **4** trabalhos que envolvem o livro didático, a cultura digital e dois sobre Light Emitting Light - LED. O quadro (3.4) resume esses resultados.

Quadro 3.4 – Número de trabalhos encontrados a partir das buscas por portal a partir das palavras-chaves Ensino de Física + Física Moderna e Contemporânea, no período de 2015 a 2020.

Portais	Ensino de Física	+ FMC	2015-2020	N° selecionados
CAPES	13.922	709	308	1
SCIELO	3.206	20	05	0
BDTD	9.167	222	115	4

Fonte: Autor (2021).

Ensino de Física e Semicondutores

Ao substituir o segundo termo da pesquisa para **semicondutores** os parâmetros mudam. No portal da CAPES, após o uso do primeiro termo como **Ensino de Física (13.922)**, o uso do segundo termo **Semicondutores** mostra **21** trabalhos, e ao limitar para os últimos cinco anos esse número cai para **4**. Selecionamos um artigo sobre semicondutores e o ensino médio.

Na página da SciELO, após o uso do primeiro termo como **Ensino de Física (3.206)**, o uso do segundo termo **Semicondutores** mostra um quantidade de **10** trabalhos, e ao limitar para os últimos cinco anos esse número cai para **4**. Apenas um artigo envolve ensino de semicondutores no ensino médio.

No portal da BDTD, a mudança do segundo termo para **Semicondutores** restringe o número de trabalhos publicados para pesquisa. No primeiro termo **Ensino de Física** (aparecem 9.167), o uso do segundo termo **Semicondutores** mostra um quantidade de **16** trabalhos, e ao limitar para os últimos cinco anos esse número cai para **13**. Foram selecionados dois artigos sobre uma proposta de ensino e uma oficina de semicondutores. O quadro (3.5) resume esses resultados.

Quadro 3.5 – Número de trabalhos encontrados a partir das buscas por portal a partir das palavras-chaves Ensino de Física + Semicondutores, no período de 2015 a 2020.

Portais	Ensino de Física	+ Semicondutores	2015-2020	N° selecionados
CAPES	13.922	21	04	1
SCIELO	3.206	10	04	1
BDTD	9.167	16	13	2

Fonte: Autor (2021).

Ao tentar aumentar um terceiro termo conjugando os dados de **Ensino de Física**, (AND) **Física Moderna e Contemporânea** (AND) **Ensino Fundamental** não obtivemos sucesso nas pesquisas nos portais selecionados.

A grande dificuldade nesta pesquisa bibliográfica foi encontrar trabalhos que correlacionassem Física Moderna e Contemporânea, mais especificamente Semicondutores com o Ensino

Fundamental, objeto de pesquisa do nosso trabalho - Ensino de Semicondutores no Ensino Fundamental. Conseguimos encontrar trabalhos abordando semicondutores para o ensino médio, trabalhos com o uso de alfabetização científica para o ensino básico completo (fundamental e médio), além de abordagens de FMC no ensino médio.

Para completar a nossa pesquisa bibliográfica usamos o Google Acadêmico na busca por materiais nos quais pudéssemos encontrar outras publicações para completar a nossa revisão bibliográfica. O trabalho de Alves (2017) sobre semicondutores no Ensino Médio, foi encontrado no Google Acadêmico, no repositório da Universidade Federal de Lavras (UFLA).

A partir desses 33 trabalhos encontrados na busca e da análise dos trabalhos selecionados, utilizamos os trabalhos listados no quadro (3.6) para compor a nossa discussão sobre os resultados de outras pesquisas que de alguma forma podem nos auxiliar com as nossas discussões.

Quadro 3.6 – Trabalhos selecionados a partir da busca nos portais, usando como palavras-chave: Alfabetização Científica no Ensino Fundamental, FMC no Ensino Fundamental e Básico, cobrindo o período de 2015-2020.

Ano	Título do Trabalho	Autores
2020	Interações discursivas e argumentações em sala de aula: a construção de conclusões, evidências e raciocínios	Lúcia Helena Sasseron (SASSERON, 2020)
2020	O estudo do campo gravitacional no Ensino Fundamental Anos Iniciais: uma proposta didática com abordagem investigativa	Dierimi Luiz Ferreira da Silva, Silvana Perez, Simone da Graça de Castro Fraiha (SILVA; PEREZ; FRAIHA, 2020)
2020	Animações na alfabetização científica: possibilidades e ferramentas metodológicas alternativas no ensino de ciências e biologia	Marcelo Alberto Elias et. al. (ELIAS et al., 2020)
2020	O Enredo das aulas experimentais no ensino fundamental: concepções de professores sobre atividades práticas no ensino de ciências	Maria Eliane Oliveira da Silva, Paulo Roberto Brasil de Oliveira Marques, Clara Virgínia Vieira Carvalho Oliveira Marques (SILVA; MARQUES; MARQUES, 2020)
2020	Física moderna e contemporânea no ensino médio: tecendo conexões com os recursos da cultura digital	Ione dos Santos Canabarro Araújo (ARAÚJO, 2020)
2019	Física Moderna e Contemporânea no Ensino Médio: o livro didático e as representações sociais de docentes	Diana Patrícia Gomes de Almeida (ALMEIDA, 2019)
2019	Ensino de Física Moderna e Contemporânea na Última Década: revisão sistemática de literatura	Thaynara C. F. Marques, Tiago C. Martins, Andréa L. F. Novais, Luiz M. Gomes, Cinthia M. M. Paschoal, Cindy S. Fernandes, Fernanda C. L. Ferreira (MARQUES et al., 2019)
2019	Acidente Nuclear de Goiânia nos Livros Didáticos de Física	Cleci Teresinha Werner da Rosa (ROSA, 2019)
2019	Oficina Didática sobre Semicondutores e suas Aplicações sob a Estratégia de Abordagem Multi Representacional	Leidi Katia Giehl e Reginaldo Aparecido Zara (GIEHL; ZARA, 2018)
2018	O que significa alfabetização ou letramento para os pesquisadores da educação científica e qual o impacto desses conceitos no ensino de ciências	Rodrigo Bastos Cunha (CUNHA, 2018)
2018	O Ensino e a Aprendizagem das Ciências da Natureza no Ensino Fundamental II: uma proposta envolvendo a Natureza da Ciência	Ana Paula Barbosa Martins, Maria Beatriz Dias da Silva Maia Porto (MARTINS; PORTO, 2020)
2017	Materiais Semicondutores: uma abordagem para o Ensino Médio	Andressa Giarola Alves (ALVES, 2017)
2017	Alfabetização e educação científicas: consensos e controvérsias	Fernanda Cavalcanti Vitor e Ana Paula Bispo da Silva. (VITOR; SILVA, 2017)
2017	Espaço Interativo de Argumentação Colaborativa: condições criadas pelo professor para promover argumentação em aulas investigativas	Arthur Tadeu Ferraz e Lúcia Helena Sasseron. (FERRAZ; SASSERON, 2017)
2016	Ensino de Ciências por Investigação: uma estratégia pedagógica para promoção da alfabetização científica nos primeiros anos do ensino fundamental	Liliane Oliveira de Brito, Elton Casado Fireman (BRITO; FIREMAN, 2016)
2015	Alfabetização Científica, Ensino por Investigação e Argumentação: Relações Entre Ciências da Natureza e Escola	Lúcia Helena Sasseron (SASSERON, 2015)
2015	Promovendo a argumentação em sala de aula de Física Moderna e Contemporânea - Uma sequência de ensino investigativa e as interações professor-alunos	Nelson Barrelo Júnior (BARRELO, 2015)

Fonte: Autor (2021).

Os trabalhos mencionados no quadro (3.6) são importantes para nos mostrar a necessidade de uma mudança no ensino básico brasileiro. Esses trabalhos mostram que ainda são poucas as publicações abordando o ensino de Física no Ensino Fundamental (EF) e que a maioria está ligada ao Ensino de Ciências e a Alfabetização Científica.

A consonância dos trabalhos selecionados com nossa pesquisa

Os trabalhos mostrados no quadro (3.6) tem uma consonância com o objeto de estudo do nosso trabalho, mas há uma tangencialidade nos trabalhos que abordam a AC no que diz respeito ao objetivo de proporcionar melhores oportunidades e condições para que o processo de ensino-aprendizagem ocorra. E isso pode ser percebido a partir das conclusões ou considerações finais presentes em cada um deles.

Alguns desses trabalhos apontam para uma necessidade de mudança na estrutura da educação nacional. Os trabalhos de Silva e Lorenzetti (2020), Elias et al. (2020), Araújo (2020), Ferreira, Damasio e Rodrigues (2014), Rosa (2019), Silva, Perez e Fraiha (2020), Sasseron (2015) e Pizarro e Lopes Jr. (2015) convergem para alguns pontos que mostram alguns caminhos pelos quais o Ensino de Ciências e de Física precisa avançar para que consigamos ter um salto na educação e desenvolver alunos críticos e atuantes na sociedade. São eles:

- As escolas devem estar preparadas com locais destinados à trabalhos com experimentações e investigações pelos alunos.
- A existência de uma matriz curricular que esteja interligada com o universo vivencial do aluno.
- Elaboração de Sequências Didáticas (SD) com cunho experimental e investigativo.
- Professor atento e atualizado com o uso de equipamentos de prática simples e com materiais alternativos.
- Desenvolvimento da autonomia docente na elaboração de suas aulas.
- Desenvolvimento da autonomia do aluno na resolução dos problemas das SD e/ou Sequências de Ensino Investigativas (SEI) em suas pesquisas.
- Materiais bibliográficos, principalmente o Livro Didático real ou virtual, com abordagens dos conteúdos, principalmente os conteúdos de FMC, sem ser de caráter verificacionista, mas sim com cunho que favoreça o processo de Alfabetização Científica.

Todas essas pesquisas dizem respeito ao estudo das melhores formas para desenvolvermos uma evolução epistemológica a partir dos conceitos já trazidos pelos alunos. O foco é a concretização efetiva das interações ocorridas entre professor, alunos, materiais, informações

e, principalmente, o próprio engajamento do estudante. Dessa forma, acredita-se que poderá haver um extravasamento da simples apresentação de conteúdos de uma disciplina, permitindo um enfoque mais amplo e sistêmico de aspectos sobre a área do conhecimento – Ciências da Natureza, contribuindo para um desenvolvimento mais amplo dos estudantes.

Barrelo (2015) afirma que os discursos dos alunos em sala de aula são construídos a partir das discussões entre estudantes e entre estudantes e professor.

Os alunos não foram sempre estimulados à execução dos experimentos, discussão das observações, pois a dinâmica das aulas, muitas vezes, esteve pautada no discurso do professor, que levou os estudantes a uma espera passiva de respostas do professor. Constatou-se que o discurso dos alunos é alimentado pelas intervenções dos colegas e do professor e, assim eles reelaboram seus argumentos, acatando ou refutando as contribuições das falas de seus interlocutores (BARRELO, 2015, p.132).

Se há esse desenvolvimento epistêmico no aluno, há a presença de interações discursivas em aula, o que permite a construção de argumentos, pois as práticas epistêmicas de propor e de comunicar estão presentes. Com isso, o desenvolvimento da prática epistêmica de avaliação manifesta-se porque as ideias são debatidas no grupo, entre professor e alunos.

Com condições sendo expostas, ponderadas e analisadas, teremos o que Sasseron (2020) chama de **práticas epistêmicas de legitimação**. Dessa forma a didática aplicada em sala contribui para o caráter coletivo da construção dos argumentos, com a dimensão social do conhecimento das ciências.

Alfabetização Científica no Ensino Fundamental

Ao contrário do que muitos pensam, ler e escrever nas aulas de Ciências parece fácil, mas não é! Não para crianças e pré-adolescentes. É um serviço árduo, que envolve reflexão e ação e, por vezes, até o exercício de pronunciar palavras que não são tão comuns no dia a dia, pela falta de familiarização com esse vocabulário (PIZARRO; LOPES JR., 2015).

As publicações que abordam a Alfabetização Científica no Ensino Fundamental, a partir dos anos iniciais, fazem uma análise de trabalhos que demonstram a presença de indícios de AC e o quanto essa dinâmica facilita o desenvolvimento do aluno. Isto é notado pela comunicação; da escrita, leituras e discussão em sala de aula. O aluno se desenvolve com um vocabulário mais rico, contendo termos das áreas das ciências. Porém, há autores que questionam sua efetividade para formar cidadãos com poder de tomada de decisão tecnocientífico, como Vitor e Silva (2017).

Há várias propostas de como fazer, mas poucas efetivamente realizadas, e quase nada avaliado de forma a esclarecer se as ações locais intencionais, como intervenções em sala de aula, visitas a ambientes não formais etc., podem levar o estudante a estender seus conhecimentos para tomadas de decisões de cunho tecnocientífico. Assim, ainda que haja consenso em torno da alfabetização científica e da educação científica enquanto possíveis caminhos para a formação de cidadãos, permanece vaga sua efetividade em sala de aula. (VITOR; SILVA, 2017, p.423)

As críticas de Vitor e Silva (2017) à AC podem ser entendidas pelo fato da presença da AC ainda ser relativamente nova no sistema educacional brasileiro, não há uma profusão de aplicações de temas investigativos que beneficie o processo de AC no ensino no Brasil. Aliás, o Ministério da Educação – MEC, iniciou a adaptação do "Novo Ensino Médio" em 2021 com o Programa Nacional do Livro Didático – PNLD 2021, que passou a contar com escolhas realizadas em duas fases. Na primeira fase, com Projetos Integradores e Projeto Vida, estão obras que propõem um aprendizado voltado à vivência prática, com ações de pesquisa e investigação, discussão e produção. Metodologias que favorecem o processo de Alfabetização Científica.

Silva e Lorenzetti (2020) e Sasseron (2020) demonstram que as interações com discursos e argumentos dos alunos indicam uma construção do raciocínio.

As práticas realizadas na exploração de fenômenos da natureza são argumentativas, pois elas requerem constantes análise de ideias, avaliação de informações e de pontos de vistas, fundamentação de proposições para que o entendimento proposto possa ser entendido por quem o recebe e para que não parem muitas dúvidas acerca dos processos realizados e como eles implicaram nos resultados obtidos (SASSERON, 2020, p.4).

O desenvolvimento de um aluno participativo capaz de construir argumentações em sala de aula, é um trabalho árduo para o professor. Brito e Fireman (2016) utilizam a metodologia de investigação com o propósito de alfabetizar cientificamente os alunos.

[...] ficou evidenciado que o ensino por investigação é uma metodologia eficiente para os propósitos de alfabetizar cientificamente nossos alunos. Essa assertiva foi se confirmando ao passo que os discentes, mediados pelos problemas a serem resolvidos, posicionaram-se como protagonistas ativos na construção da aprendizagem, isto é, os alunos não se constituíram meros observadores da aula do professor. Essa ação permitiu aos discentes aprender conteúdos conceituais pelo exercício da análise crítica (BRITO; FIREMAN, 2016, p.143-144).

Brito e Fireman (2016) realizaram um trabalho em que os alunos apresentaram uma empatia para resolver um problema a partir da metodologia de investigação e, com isso, desenvolveram habilidades de manipular variáveis, questionar evidências, investigar situações con-

troversas de forma coerente com os trabalhos. As discussões em sala para a resolução de problemas, com uso de argumentação em atividades investigativas cria um ambiente favorável ao aprendizado, de acordo com esses autores.

Ferraz e Sasseron (2017) abordam o ambiente colaborativo para o compartilhamento de ideias e a negociação de significados para o desenvolvimento do ensino-aprendizagem.

Ao compreender a necessidade de os alunos terem espaço para fornecerem e elaborarem múltiplas explicações e que a argumentação é um processo iterativo e colaborativo, o professor se torna apto a favorecer um espaço de compartilhamento de ideias e negociação de significados. Assim, por meio da argumentação, favorecida em abordagens que se pautam nos pressupostos do ensino por investigação, mais do que garantir a autonomia dos alunos frente aos seus avanços cognitivos, promove e valoriza a postura coerente com os objetivos do ensino de Ciências e da alfabetização científica, ambos amplamente discutidos por pesquisadores (FERRAZ; SASSERON, 2017, p.23).

A AC cria oportunidades de discussões bem aprofundadas em sala de aula, sem a necessidade de se ter um pré requisito de conteúdos educacionais seriados, embora o trabalho de Martins e Porto (2020), talvez por estratégia de desenvolvimento do conteúdo do trabalho, afirmem que os momentos apropriados para se desenvolver conteúdos de Física com os alunos seja o nono ano de EFII.

O último ano do segundo segmento do Ensino Fundamental é um ano estratégico, pois é justamente nele que há abertura para trabalhar conceitos mais complexos da Física e da Química além de todos os conceitos de Biologia ou Ciências, que foram trabalhados em todos os anos anteriores (MARTINS; PORTO, 2020, p. 982).

Um exemplo de uma abordagem inspiradora para o uso da AC em ciências é o trabalho desenvolvido pelo grupo de Elias et al. (2020), no qual uma análise de um material de divulgação científica é feita através de uma animação, um desenho para crianças "Show da Luna". Na animação o simples interesse de uma abelha por um bolo desperta a produção de vários vocabulários científicos e questões pertinentes ao estudo de ciências.

Viecheneski, Lorenzetti e Carletto (2015) concluem que o processo de AC é possível desde as primeiras séries dos anos iniciais, junto com o aprendizado da língua materna, desde que as possibilidades cognitivas da faixa etária e o contexto em que se encontram inseridos estejam vinculados com a realidade do aluno. Também indicam que para dinamizar o ensino de ciências é preciso que a formação do professor se dê dentro da perspectiva da AC, incluindo as faculdades de licenciaturas de ciências.

[...] considerando-se os resultados apresentados, a importância e as possibilidades de crescimento dessa área de estudo, sugere-se que as pesquisas e discussões sobre a AC nos anos iniciais permeiem os processos de formação inicial e continuada de professores de modo a aprofundar a discussão e a reflexão crítica sobre as propostas de intervenções, que comprovadamente, podem dinamizar o ensino de ciências nos anos iniciais (VIECHENESKI; LORENZETTI; CARLETTO, 2015, p.8).

As discussões sobre essa dinamização do ensino de ciências nos anos iniciais está fundamentada nos trabalhos que abordam a transposição didática baseada nas ideias de Chevallard (2000). Os conteúdos a serem desenvolvidos em sala com crianças e adolescentes tem a necessidade de serem transpostos para a linguagem dos alunos. Ou seja, o professor tem que realizar uma interpretação do meio social em sala de aula e assim desenvolver, de forma pedagógica, a facilitação ao ensino do conteúdo selecionado. Pois é o professor que tem o comando das discussões e da necessidade de intervir, de maneira sutil, mas precisa, na tentativa de auxiliar no enriquecimento do vocabulário apropriado dos alunos.

Viecheneski, Lorenzetti e Carletto (2015) indicam que se este tema, Alfabetização Científica, for incorporado nos cursos de formação inicial e continuada de professores que atuam nos anos iniciais do Ensino Fundamental, pode resultar em uma ampliação de ações voltadas a formação do cidadão interferente, como apontado por Freire (1980), resultando em tomadas de decisões e compreensão da ciência, da tecnologia e da sociedade em que os alunos estão inseridos, desde as idades mais precoces.

Há uma subestimação no ensino de ciências no EF, em relação aos próprios alunos e as outras ciências naturais como a Física e Química. O trabalho de Araújo (2020) exemplifica muito bem o quanto os alunos querem entender o mundo que os cerca. Gera uma inspiração para atuação dos professores e o quanto uma abordagem com Alfabetização Científica nos anos iniciais socializa e promove o desenvolvimento de um senso crítico ao aluno.

É um erro pensar que o ensino de física inicia na etapa final da educação básica. Muitos temas abordados nas aulas de Ciências e também estudados a partir das perguntas dos alunos, nas séries iniciais, já pertencem ao campo da física. Quando, por exemplo, uma criança do 2º ano, com aproximadamente 7 anos, pergunta a professora: Por que a água se transforma em fumaça na chaleira? Não estaria essa criança querendo saber as causas que levam a água a se transformar em "fumaça" ou em entender o fenômeno da ebulição e evaporação? Assim, o ensino de física não pode ser analisado de forma individualizada, sem considerar o ensino de Ciências nos anos iniciais e finais do Ensino Fundamental. (ARAÚJO, 2020, p. 51)

Essa curiosidade é natural da idade de crianças e pré adolescentes. E não aproveitar dessa naturalidade, do querer saber, diminui a possibilidade de se construir uma sociedade mais democrática, mais crítica e mais atuante no nosso dia a dia.

Física Moderna e Contemporânea no Ensino Fundamental

A nossa pesquisa envolve essencialmente a perspectiva de inserção de um tema de FMC nas primeiras séries do Ensino Fundamental II. Portanto, iniciamos a nossa revisão buscando trabalhos que falem sobre esse tipo de proposta e que possam nos guiar em um caminho para desenvolvermos a nossa abordagem.

Algumas discussões sobre esses temas já são encontradas em materiais educacionais de alguns grupos de ensino atuantes no Brasil, que trabalham com sistemas apostilados próprios. Esses grupos já tem inserido, em seus materiais didáticos, tópicos como Relatividade⁵ e Radiação⁶ no final dos capítulos, tais como os de Cinemática e Ondas Eletromagnéticas, para as turmas do último ano do Ensino Fundamental II, o nono ano, em seções com o título de *Para Saber Mais*⁷.

Segundo o trabalho de Ferreira, Damasio e Rodrigues (2014), a FMC hoje não se limita mais apenas ao laboratório do cientista. Os alunos convivem no cotidiano com vários equipamentos que carregam elementos para uma boa descoberta dos fenômenos de FMC, como: lasers, sensores fotoelétricos, microondas, celulares, microcontroladores, geração de energia fotoelétrica, e assim por diante. Quando essas discussões chegam a sala de aula a recepção dos alunos do nono ano do EF perante estas discussões é positiva e conta com a participação efetiva deles.

Porém, observamos que há uma falta de publicações direcionadas as turmas do sexto ao oitavo ano do EF II. Não encontramos menção ou propostas de análise de como se dá a presença de Física Moderna e Contemporânea para estas séries. A Base Nacional Comum Curricular (BRASIL, 2018) contempla a possibilidade de que, através da autonomia docente, se abram possibilidades de inserção desses temas nesses anos do EFII, mas isso ainda não é uma realidade.

⁵ Apostila Bernoulli 2019 - Ciências - Ens. Fund. - 9^o ano Volume 01 - Capítulo 02 - Para saber mais - Relatividade - O paradoxo dos gêmeos.

⁶ Apostila Bernoulli 2020 - Ciências - Ens. Fund. - 9^o ano Volume 04 - Capítulo 08 - As radiações e suas aplicações.

⁷ Que consiste em um texto longo, discutindo algumas características junto aos principais conceitos do conteúdo abordado.

Física Moderna e Contemporânea no Ensino Médio

Apesar da pouca presença de trabalhos abordando temas de FMC nas séries iniciais do EF II, essa realidade é bastante diferente quando avançamos para o Ensino Médio, onde já encontramos uma série de trabalhos, tais como: Ferreira, Damasio e Rodrigues (2014), Samagaia e Peduzzi (2004), Rosa (2019), Marques et al. (2019), Almeida (2019), apenas olhando as produções mais recentes.

A discussão sobre o Ensino de FMC no Ensino Médio é um tema de notória relevância entre os pesquisadores brasileiros da área de Educação em Ciências e de Física. Este histórico de produção científica acompanhou também uma evolução no sistema educacional brasileiro. A partir de 1980, os trabalhos de Ensino de FMC se concentravam na justificativa da relevância do ensino deste tópico no Ensino Básico, com cobrança do Estado para inserção deste conteúdo no Ensino Médio. Os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN)(BRASIL, 1998) orientavam para a abordagem desses tópicos, com a justificativa deles estarem relacionados com o uso disseminado destas tecnologias no mundo atual.

Física moderna, como a Relatividade e a Mecânica Quântica (século XX), constitui a base da terceira revolução industrial, em particular da microeletrônica, da robótica e dos computadores (BRASIL, 1998, p.25).

No Ensino Médio dois aspectos têm acirrado a discussão sobre a presença de tópicos de FMC em sala de aula: o recorte dos conteúdos a serem trabalhados e os aspectos metodológicos das abordagens. Esses dois aspectos estão ligados diretamente ao processo de "transposição didática", na perspectiva enunciada por Chevallard (2000).

De acordo com Almeida (2019) e Assunção e Nascimento (2019), por se tratar de uma abordagem relativamente "nova" para os professores do Ensino Médio, a inserção desses conteúdos nas obras didáticas e, conseqüentemente, nos currículos escolares ainda não está completamente consolidada em termos dos processos da transposição didática, ou seja, falta um diálogo entre a proposta e o produto, o que distancia os conteúdos trabalhados em sala de aula do mundo real do aluno.

Ao desenvolver a sequência de ensino para trabalharmos as discussões em sala sobre FMC, pensamos num produto que contemplasse uma proposta que fosse condizente com esse período da etapa de formação dos alunos, com uma linguagem acessível para abordar um tema de FMC. Optamos por escolher o tema semicondutores por eles estarem muito presentes no nosso dia a dia. Eles estão presentes nas lâmpadas comercializadas atualmente, nos celulares,

cartão de memórias, computadores, enfim, esse tema possui notável importância no desenvolvimento das tecnologias e da sociedade como um todo.

Embora este assunto seja pouco abordado nos livros didáticos, mesmo em cursos superiores, alguns trabalhos (GIEHL; ZARA, 2018), (ALVES, 2017), (CARMONA; CRIADO, 2011) nos mostram como otimizar pontos importantes para uma adequada transposição didática sobre a estrutura da matéria e sobre as junções P-N, pontos importantes para serem abordados dentro do tema.

Alves (2017), que desenvolveu o tema semicondutores com estudantes do Ensino Médio, nos diz que:

Cada vez mais podemos observar que nossos estudantes estão fazendo o uso da tecnologia em diferentes frentes, tanto para a interação social quanto nas atividades acadêmicas. De um modo geral os resultados deste trabalho indicam que a metodologia utilizada na sequência didática pôde contribuir para o desenvolvimento cognitivo do estudante, tanto pelo incentivo à curiosidade, quanto pelo cuidado em apresentar a relevância do tema proposto (ALVES, 2017, p.75).

Como os alunos estão conectados às novas tecnologias, há um interesse deles em entender sobre o tema e, com isso, abre-se uma aproximação com os estudos de FMC. O desenvolvimento cognitivo do estudante está ligado diretamente com o interesse pelos conhecimentos a sua volta associados ao tema proposto para estudo e a curiosidade é um gancho para ser trabalhado na sequência de ensino.

É importante salientar o papel fundamental do professor como direcionador do desenvolvimento do trabalho em sala de aula. O docente precisa ter uma sensibilidade para entender o contexto cultural dos seus alunos para elaboração e desenvolvimento de uma sequência de ensino, como nos apontam Carmona e Criado (2011).

Também sabemos que a proposta é uma entre muitas possíveis, que surge da preocupação e da experiência pessoal de um professor investigador no seu contexto educacional particular. Portanto, queremos que seja assumido como tal e, conseqüentemente, o seu desenvolvimento em qualquer outro contexto de ensino é determinado pelas modificações e adaptações pertinentes (CARMONA; CRIADO, 2011, p.98).

Carmona e Criado (2011) nos chamam a atenção para as várias possibilidades de propostas para desenvolver trabalhos em sala de aula com o tema semicondutores, porém ressaltam a importância do contexto educativo particular de cada professor para uma adaptação da sequência de ensino e uma transposição didática adequada para uma sala de aula específica.

A nossa revisão bibliográfica nos leva a crer que a grande dificuldade para uma adaptação do ensino de FMC no Ensino Fundamental está realmente ligada aos dois aspectos apresentados nas discussões dos trabalhos de Marques et al. (2019) e Almeida (2019), que são: a definição do conteúdo e a transposição didática. Em uma comparação com o ensino da Física Clássica (FC), podemos afirmar que o trabalho dos professores em sala de aula com os conteúdos da FC está associado com a escolha da melhor forma de trabalhar as diferentes propostas já existentes de transposição didática, ao passo que para trabalhar com os temas de FMC, o professor precisa pesquisar sobre os temas e também sobre como fazer a transposição didática, que ainda não está fortemente consolidada. Se formos pensar na discussão dos temas de FMC para o Ensino Fundamental, vamos nos deparar com uma quantidade de limitadores ainda maior. Pouco se aborda conceitos de Física no EF, mesmo os da FC. Porém, há como trabalharmos questões conceituais pertinentes à experiências que os alunos já trazem de forma empírica a partir do conhecimento do dia a dia.

Cenário da Educação Brasileira - Cultura Científica Defasada

A iniciação de crianças nos estudos de conceitos científicos vem sendo enfatizada desde a década de noventa do século passado, como apontam os trabalhos de Ostermann, Moreira e Silveira (1992), Gonçalves (1997) e Paixão e Cachapuz (1999). Segundo estes trabalhos a implicação disto é um aprofundamento na familiarização de crianças com palavras e termos científicos. E, para que isto ocorra é necessária uma atenção maior com a formação dos professores das séries iniciais com a presença de mais conceitos, metodologias e atitudes em relação aos conteúdos de Ciências. O conhecer esses conteúdos aumenta a capacidade de preparar e dirigir atividades significativas para os alunos abordando conteúdos de ciências.

O trabalho de Zimmermann e Evangelista (2007), mostrou que alunos de pedagogia, futuros professores do EF, tem insegurança ao ensinar Física e, com isso, há uma aversão pelo conteúdo de Física no EF. Porém, a participação desses futuros professores em um curso de Metodologia de Ensino de Ciências ajudou na superação dessas inseguranças.

Usando um questionário semi estruturado, foram coletados dados com o objetivo de levantar as concepções de ciência e de ensino e de aprendizagem de Física com as quais os alunos iniciam a disciplina. A análise desses dados mostrou que esses alunos possuem grande aversão por Física, e têm muita resistência à ideia de ensinar Física no Ensino Fundamental (ZIMMERMANN; EVANGELISTA, 2007, p.261).

Embora os livros didáticos e apostilas estejam em consonância com alguns aspectos do dia a dia do aluno, principalmente nos dias atuais, o Ensino Fundamental é, em sua maioria, dedicado a área da Biologia. Assim, as outras Ciências como Química, Física, Filosofia, História entre outras, tem pouca discussão dentro das salas de aulas. Em livros e apostilas do quinto e sexto ano podemos notar a presença de discussões sobre Física e Química, porém o vocabulário dos alunos está muito mais ligado com as questões biológicas do que com a estrutura da matéria.

Esse Ensino de Ciências presente nas escolas do Brasil deixa de fora a oportunidade de promover um desenvolvimento científico com mais abrangência para a formação da autonomia do aluno para lidar com questões do dia a dia. Os alunos nesse período são ávidos por descobrir, aprender, discutir sobre assuntos que envolvem as Ciências. A sedimentação de um vocabulário mais direcionado a tecnologia e a busca da compreensão dos desenvolvimentos tecnológicos, que tanto os alunos quanto nós usamos no nosso dia a dia, nos daria uma oportunidade de propiciar um processo de Alfabetização Científica mais significativa para o desenvolvimento social, econômico e ambiental no Brasil.

4 MATERIAIS SEMICONDUTORES

Este capítulo se destina ao professor, caso o docente tenha interesse em saber um pouco mais sobre o tema semicondutores. Ou seja, um capítulo de estudos complementares para os professores e não para os alunos.

A física do estado sólido e a eletrônica do estado sólido transformaram radicalmente a vida moderna. Os primeiros computadores, por exemplo, precisavam das grandes e desajeitadas válvulas eletrônicas para funcionar, e por isso ocupavam salas inteiras. Hoje em dia computadores muito mais potentes utilizam circuitos integrados compostos por minúsculos transistores, e são tão pequenos que alguns modelos podem ser guardados no bolso. Aparentemente as válvulas eletrônicas se tornaram peças de museu (WALKER, 2009, p.278).

Neste capítulo apresentamos uma breve revisão do conteúdo de semicondutores utilizado para a preparação da sequência de ensino desenvolvida com os estudantes. O texto foi adaptado do capítulo 41 do livro de Walker (2009), que também serviu como inspiração para a produção das figuras que aparecem ao longo deste capítulo. Também foram usadas outras referências, tais como: Alves (2017), Giehl e Zara (2018), entre outras para a produção deste material.

Por que estudar Semicondutores?

O desenvolvimento tecnológico atual só é possível graças ao entendimento das propriedades físicas dos materiais semicondutores.

Quando observamos os componentes eletrônicos podemos destacar que os materiais semicondutores estão presentes em larga escala. Todos os componentes ativos tais como circuitos integrados, microchips, transistores e sensores, são constituídos a partir de materiais semicondutores. Até o nome “Vale do Silício” é uma alusão aos semicondutores, pois é este mineral, o silício, o material semicondutor mais amplamente utilizado e mais conhecido na eletrônica. Além do silício há o germânio, arseneto de gálio, titanato de bário, carboneto de silício e semicondutores orgânicos. Cada material citado aqui traz uma certa vantagem com relação ao custo-desempenho, velocidade de operação, cristalização móvel por campo elétrico (memórias de computadores), tolerância a altas temperaturas ou resposta desejada a um determinado sinal.

A grande vantagem dos semicondutores é o controle de suas propriedades e do seu comportamento elétrico durante o processo de fabricação dos componentes eletrônicos. Com isso, esses materiais nos dão a facilidade de controlar a corrente elétrica que se move através

deles. A dopagem¹ positiva (P) ou negativa (N), permite a construção de vários sistemas com várias dessas junções. Desde a mais simples, a junção PN, até microprocessadores com milhares de junções e ligações de controle interno. Assim, há junções com funções especiais feitas com combinações cuidadosas de junções PN como: Diodo laser, Diodo emissor de luz (LED), Diodo Zener, Transistor de Darlington, Transistor de efeito de campo, incluindo MOSFETs (muito utilizados em grandes ampliações de correntes), Transistor IGBT, Retificador controlado por silicóneo, Circuito integrado, Microprocessador e Memória digital – RAM e ROM.

Além do controle da corrente elétrica, os semicondutores possuem a propriedade de serem sensíveis a mudanças de temperatura, pressão e de campo eletromagnético (luz). Com isso podemos utilizar os semicondutores para modificar a resistência elétrica dos materiais, criando a possibilidade de fabricação de vários sensores muito eficazes como o Sensor de efeito Hall (sensor de campo magnético), Termistor (sensor de temperatura resistivo), CCD/CMOS (sensor de imagem), Fotodiodo (sensor de luz), Fotoresistor (sensor de luz), Piezoresistivo (sensores de pressão/deformação).

Mas, o que é um semicondutor? Em que ele se diferencia dos outros materiais classificados como isolantes ou como condutores? Tentaremos nas próximas seções apresentar uma explicação sobre esses pontos, necessárias para uma compreensão da proposta de ensino que utilizamos no nosso trabalho. Ressaltamos que esse material é apenas uma breve descrição de alguns aspectos sobre esse tema e que, para um compreensão mais aprofundada é necessário que se utilizem outras fontes tais como: Walker (2009), Eisberg e Resnick (1979), Ashcroft e Mermin (2011), entre outros.

Tipos de Sólidos

Estamos interessados aqui em compreender algumas propriedades de alguns sólidos específicos, os chamados sólidos cristalinos. Para isso, vamos começar diferenciando os sólidos das demais fases da matéria.

No estado gasoso, que é uma das fases da matéria, a distância média entre as moléculas é muito grande quando comparada com o tamanho das próprias moléculas. Isso permite que

¹ Dopagem eletrônica ou simplesmente dopagem, de semicondutores, é a adição de impurezas químicas elementares em elemento químico semicondutor puro (ou o germânio ou o silício, notadamente este último, na era atual), com a finalidade de dotá-los de propriedades de condução controlada específica (presença majoritária de portadores de carga ou tipo P, as lacunas, ou tipo N, os elétrons, para aplicação em dispositivos eletrônicos elementares de circuitos (Fonte: https://pt.wikipedia.org/wiki/Dopagem_eletr%C3%B4nica, acesso em 04 de maio de 2021.).

elas possam ser consideradas isoladas umas das outras, isto é, a interação entre elas é muito fraca. Nos líquidos, essa distância já não é tão grande assim e as moléculas interagem em alguma medida. Mas nos sólidos a separação entre as moléculas pode ser comparada ao próprio tamanho das moléculas. Com isso, a intensidade das forças entre as moléculas é comparável a intensidade das forças que mantêm os átomos juntos nas moléculas. Portanto, se eu tiver várias moléculas próximas, cada uma delas será afetada pela presença das outras. Isso significa que uma molécula sozinha e uma molécula no sólido terão comportamentos diferentes. As formas como essas moléculas podem ser estruturadas para compor o sólido afetam as propriedades desse sólido, desse material.

A estrutura molecular que forma o sólido pode ser uma estrutura regular e periódica, quando dizemos que essa é uma rede cristalina, ou uma estrutura irregular e não periódica, quando falamos de um sólido amorfo. Nos interessa aqui falar dos sólidos cristalinos e das suas propriedades. Os sólidos cristalinos podem ser classificados de acordo com o tipo predominante de ligação (EISBERG; RESNICK, 1979, p.563-564).

Sólidos moleculares

Os sólidos moleculares são formados pelas interações moleculares, ou ligações secundárias, geralmente do tipo Van de Waals, entre moléculas extremamente estáveis. Neste tipo de sólido as moléculas praticamente mantêm a sua individualidade, e os elétrons estão todos emparelhados (preenchendo todos os orbitais moleculares disponíveis), de modo a não poderem formar mais nenhuma ligação química. Dessa forma, a interação entre as moléculas é através das fracas interações eletrostáticas entre os dipolos elétricos (flutuantes ou permanentes) dessas moléculas, o que leva a ligações secundárias, muito mais fracas que aquelas entre as ligações moleculares do tipo iônica ou covalente (MUNIZ, 2012, p.2).

As moléculas que compõem um sólido molecular são tão estáveis que praticamente não são afetadas pela presença das suas vizinhas. Os elétrons estão todos emparelhados, isto é, ligados as suas respectivas moléculas/átomos e isso impede que eles estabeleçam ligações entre si.

A ligação fraca faz com que os sólidos moleculares sejam facilmente deformáveis e compressíveis e a ausência de elétrons livres transforma-os em péssimos condutores de calor e de eletricidade (EISBERG; RESNICK, 1979, p.564).

São exemplos de sólidos moleculares: gases inertes e gases comuns, como oxigênio, nitrogênio e hidrogênio quando no estado sólido, o que só ocorre para temperaturas muito baixas, quando o efeito da agitação térmica não é capaz de romper a estrutura.

Sólidos iônicos

Os chamados sólidos iônicos, como o próprio nome já indica, são estruturas formadas por íons, alternadamente positivos e negativos, que possuem uma energia menor quando juntos do que quando separados. Isso significa que eles preferem se juntar, formando os chamados sólidos iônicos. Um exemplo é o cloreto de sódio, o sal de cozinha. Os íons formam estruturas rígidas como se fossem esferas rígidas empilhadas, e mantidas juntas através da atração eletrostática. Numa estrutura desse tipo não existem elétrons livres e, portanto, esses sólidos são pobres condutores de calor e eletricidade (MUNIZ, 2012, p.2-3).

Por outro lado, as fortes interações eletrostáticas entre os íons produzem sólidos duros e com alto ponto de fusão. Por conta disso, esses materiais, quando não em contato com solúveis polares, são encontrados na forma sólida (MUNIZ, 2012, p.3).

Sólidos covalentes

Neste tipo de sólido temos átomos ligados por *elétrons de valência compartilhados*, como no caso das ligações covalentes em uma única molécula. Da mesma forma, as ligações são direcionais e isso determina o arranjo geométrico dos átomos na estrutura cristalina desses sólidos. Devido à força das ligações covalentes, os sólidos desse tipo formam materiais duros e difíceis de deformar (MUNIZ, 2012, p.3) (grifos nossos).

Como os elétrons não estão livres, esse tipo de sólido também é um pobre condutor de eletricidade e de calor. Mas, em alguns casos esses cristais podem ter uma condutividade elétrica intermediária. Eles são classificados como semicondutores como, por exemplo, o silício e o germânio. Voltaremos a eles mais adiante.

Sólidos metálicos

Como se pode supor, nos sólidos metálicos a ligação entre os átomos é do tipo metálica, que pode ser pensada com um caso limite da ligação covalente, onde os elétrons são compartilhados por todos os “íons” (núcleos positivos) do cristal. A diferença mais marcante desse tipo de material é a presença dos elétrons livres, que é o que faz as condutividades elétrica e térmica dos metais serem bastante altas, uma característica com importantes aplicações tecnológicas (MUNIZ, 2012, p.3).

Os elétrons livres movem-se no potencial formado por todos os átomos da rede e, fala-se portanto em um gás de elétrons. Isso se deve as lacunas nas camadas mais externas dos átomos que formam o sólido, permitindo que os elétrons transitem pela rede, ocupando essas lacunas.

Os sólidos metálicos são ótimos condutores de eletricidade e de calor (EISBERG; RESNICK, 1979, p.565).

Condutores e Corrente Elétrica

Para falar de semicondutores precisamos antes falar sobre os condutores e discutir como esses materiais se comportam com relação a corrente elétrica.

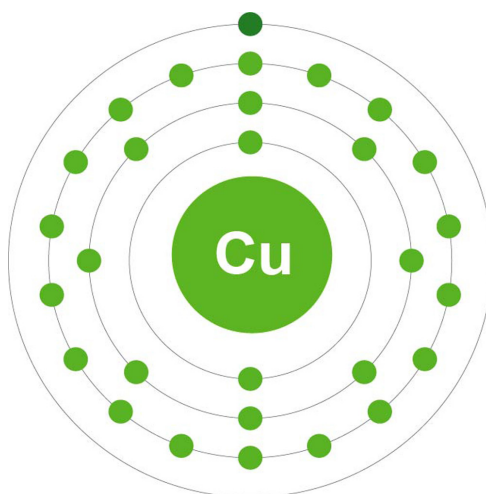
Segundo Walker (2009), uma das questões mais importantes para a física, e para a qual ainda não há uma compreensão completa, está associada aos mecanismos que fazem com que um determinado material conduza, ou não, eletricidade.

Esta pergunta ainda não foi respondida de forma totalmente satisfatória, principalmente porque qualquer explicação envolve a aplicação da física quântica, não a átomos isolados [...] mas a um número imenso de partículas reunidas em um pequeno volume e interagindo de várias formas (WALKER, 2009, p.279).

Vamos começar pelo material mais utilizado para conexões elétricas, que é o cobre.

Um átomo de cobre neutro e no estado fundamental possui 29 elétrons, distribuídos nas camadas eletrônicas, de acordo com o Princípio de Exclusão de Pauli². Essa distribuição pode ser vista, de forma esquematizada, na Figura (4.1).

Figura 4.1 – Esquema representativo para um átomo de cobre, de acordo com o modelo atômico de Bohr. Os 29 elétrons estão distribuídos nas camadas eletrônicas, de acordo com o Princípio de Exclusão de Pauli. O elétron representado em verde escuro, na última camada, representa o chamado elétron "livre".



Fonte: Autor (2021).

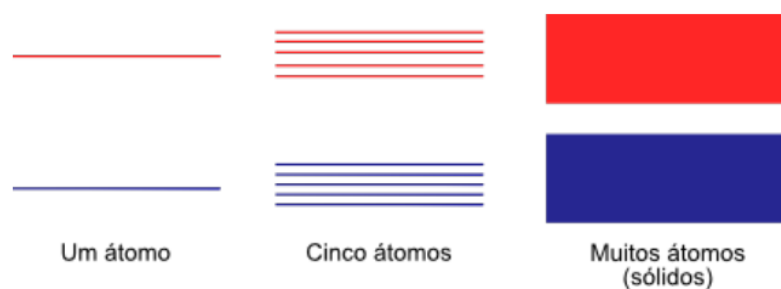
² O grupo de Ensino de Física da UFSM possui um material que pode ser útil para uma melhor compreensão sobre isso, disponível em: <http://coral.ufsm.br/gef/p-pauli.html>, acesso em 12 de março de 2021.

Teoria de Bandas dos Sólidos

Ao colocarmos átomos idênticos, como por exemplo, átomos de cobre, muito próximos uns dos outros, devido à interação entre eles e aos efeitos quânticos relacionados à indistinguibilidade dos elétrons (cujas funções de onda começam a se sobrepor, por causa da diminuição da distância), há um desdobramento da degenerescência das energias dos níveis atômicos individuais. Isto é, os níveis de energia atômicos, inicialmente idênticos, como os mostrados na figura (4.1), dão origem a um conjunto de níveis ligeiramente deslocados um do outro. Isso produz um diagrama de níveis de energia com um número maior de níveis discretos numa molécula do que nos átomos isolados.

O número total desses “novos” níveis discretos depende do número de átomos participando da ligação, assim como da geometria dos orbitais. Quando o número de átomos é muito grande, da ordem do número de Avogadro ($\sim 10^{23}$ átomos), como ocorre num sólido cristalino, esses níveis se tornam tão próximos uns dos outros que praticamente formam uma faixa contínua de energias permitidas aos elétrons. Essas faixas contínuas são chamadas de bandas de energia. A figura (4.2) tenta ilustrar essa situação³.

Figura 4.2 – Representação dos níveis de energia de um ou vários átomos próximos. Devido à interação e aos efeitos quânticos de indistinguibilidade dos elétrons, quando muito próximos, há um desdobramento dos níveis de energia individuais de cada átomo, formando um conjunto de níveis que depende do número de átomos. Num sólido, quando o número de átomos é muito grande, isso equivale à formação de uma faixa (banda) de energia relacionada aos estados eletrônicos originais dos átomos individuais.



Fonte: Muniz (2012, p.7).

Os níveis de energia mais baixos são menos atingidos por esses desdobramentos e isso ocorre porque esses elétrons são pouco influenciados pela presença de outros átomos nas vizinhanças. Isso faz com que esses elétrons mais internos permaneçam ligados aos átomos individualmente. Já os elétrons de valência, aqueles das camadas mais externas, são fortemente

³ Adaptado de Muniz (2012, p.7).

influenciados pela presença dos outros átomos na vizinhança e deixam de estar conectados aos átomos individualmente, passando a sofrer os efeitos da rede.

Essas bandas de energia são separadas por *gaps*, que representam regiões de energia proibidas, como a que aparece na figura (4.2), entre as bandas azul (banda de valência) e vermelha (banda de condução).

Várias propriedades dos materiais sólidos podem ser explicadas apenas em termos da estrutura de bandas do material. Especialmente as chamadas propriedades de transporte dos elétrons, que dependem principalmente dos elétrons de valência e da distribuição de duas principais bandas de energia do sólido. Na linguagem da teoria de bandas, essas duas bandas principais são chamadas de banda de valência e banda de condução (MUNIZ, 2012, p.7).

- Banda de valência – representa a última faixa de energia preenchida pelos elétrons do sólido no seu estado fundamental.
- Banda de condução – representa a primeira banda desocupada dos estados excitados do sistema.

Estas bandas são separadas por um gap de energia, que pode ser maior ou menor, dependendo do tipo de material com o qual estamos lidando. É a partir dessa distinção que os materiais serão classificados quanto a condução de eletricidade⁴.

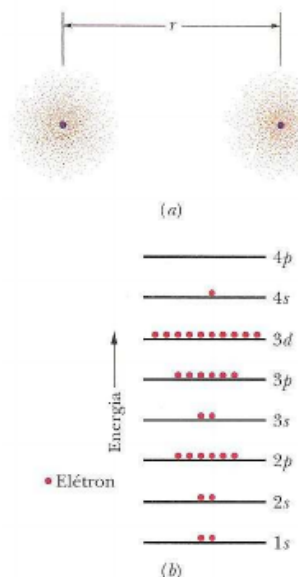
Condução Elétrica

No cobre sólido, nosso exemplo, 28 elétrons preenchem as camadas eletrônicas mais internas de um átomo isolado e são impedidos de se movimentarem pela presença do potencial atômico. O elétron da última camada é mais susceptível a uma interação com os outros átomos, podendo mover-se "livremente". A Figura (4.3a) mostra dois átomos de cobre separados por uma distância r muito maior do que as distâncias típicas entre átomos de cobre em um sólido, que é $\sim 260\text{pm}$. Podemos observar na Figura (4.3b) que todas as subcamadas até o nível $3d$ estão totalmente ocupadas e a subcamada $4s$ contém um elétron (a subcamada pode acomodar dois elétrons) e as subcamadas acima estão vazias.

Ao colocarmos vários átomos de cobre em uma rede cristalina, criando um sólido, as funções de onda dos elétrons, que determinam as possibilidades de posições do mesmo, começam a se sobrepor. Os elétrons mais afastados do núcleo, os elétrons mais externos e com maior

⁴ Para maiores detalhes, veja o capítulo 13 do livro de Eisberg e Resnick (1979), mais especificamente as seções 13.3 e 13.4.

Figura 4.3 – Representação esquemática para dois átomos de cobre separados por uma grande distância. Para simplificar o desenho, a separação entre os níveis de energia é mostrada como se fosse constante.



Fonte: Walker (2009, p.280).

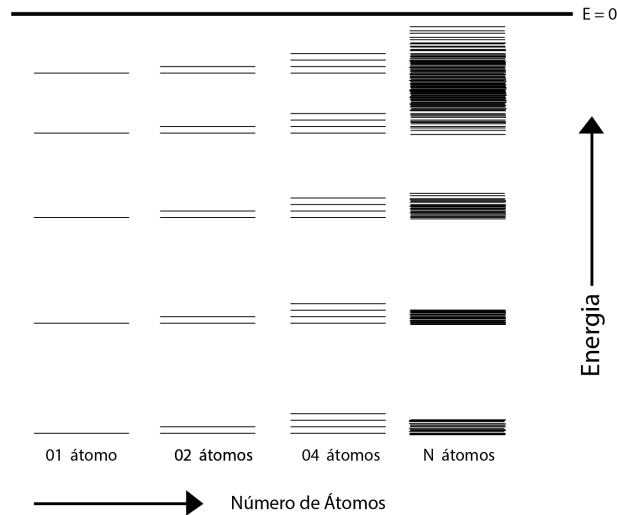
energia, tem uma superposição maior, assim a separação de energia será maior para eles do que para os elétrons internos, pouco afetados pela presença dos demais átomos da rede. A figura (4.4) mostra o comportamento desses níveis de energia com o aumento do número de átomos na rede e com o aumento da energia dos elétrons.

Se aproximarmos um número N de átomos de cobre para formar uma rede cristalina, cada nível do átomo isolado se transforma em N níveis do sólido. Deste modo, o nível 1s do átomo se torna a banda 1s do sólido e assim por diante. Como no cobre todas as camadas internas estão totalmente ocupadas, essa sobreposição gerará níveis para o sólido totalmente ocupados também, exceto para a última camada, a 4d, que possui espaço para mais um elétron em cada átomo. Com a sobreposição dessas camadas, aparecerá um nível para o sólido que conterá esses elétrons mas também espaços vazios onde poderiam ser alocados elétrons.

Se aplicarmos um campo elétrico as extremidades de um fio de cobre, serão estes elétrons, dessa última camada, chamados de elétrons de condução, um de cada átomo, que irão constituir a corrente que se estabelecerá no fio de cobre. Eles se movimentam, ocupando os espaços vazios desse nível. Esses níveis são as denominadas bandas de condução do sólido.

Estes elétrons livres se movimentam aleatoriamente no sólido, mesmo sem a presença de um campo elétrico. As velocidades destes elétrons podem variar, indo de zero até aproximadamente uma velocidade final v_f , que corresponde a energias que variam entre zero e uma energia

Figura 4.4 – Representação esquemática da formação das bandas de energia quando aumentamos o número de átomos na rede. Quando temos N átomos é possível perceber que aparecerá uma superposição entre bandas, o que poderá gerar sobreposição de bandas totalmente preenchidas e bandas com espaços ainda vazios.



Fonte: Autor (2021).

final, E_f . Na ausência de um campo elétrico, existe um número igual de elétrons movendo-se em sentidos opostos, de forma que a corrente resultante é nula.

Quando um campo elétrico (\vec{E}) é aplicado, os elétrons (e) são acelerados e adquirem um pequeno aumento de velocidade no sentido oposto ao do campo. Já que os elétrons têm cargas negativas, a força (\vec{F}) que atua sobre um elétron é

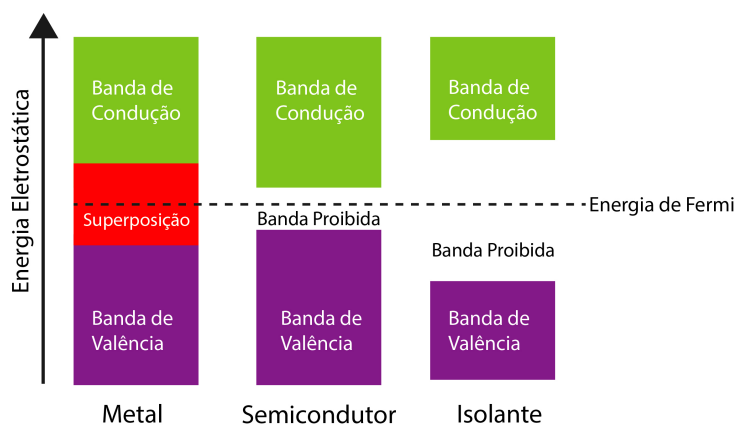
$$\vec{F} = -e\vec{E}$$

A velocidade média de todos os elétrons (velocidade de arrasto) é muito menor do que a velocidade final do elétron (v_f), devido ao movimento aleatório dos elétrons, que faz com que muitas velocidades positivas e negativas se cancelem no processo do cálculo dessa média. Primordialmente, a velocidade de arrasto é determinada pelo pequeno número de elétrons que se movem de estados com velocidade abaixo da velocidade final (v_f) para aqueles com velocidade acima de v_f , sob ação do campo elétrico. As colisões entre os elétrons e os íons da rede (ou imperfeições) é que determinam a resistividade do material ao fluxo destes elétrons.

Condutores, Semicondutores e Isolantes

A figura (4.5) mostra a representação da estrutura de bandas para condutores (metais), semicondutores e isolantes.

Figura 4.5 – Representação idealizada da estrutura de bandas de energia para um condutor, um semicondutor e um isolante.



O transporte eletrônico responsável pela condução dos elétrons ocorre quando a última banda está parcialmente ocupada (banda de valência). Isto permite que os portadores de carga possam navegar nesta banda sem restrições através de um pequeno fornecimento de energia. Esta energia pode ser proveniente de um campo elétrico, uma força eletromotriz (fem), uma diferença de potencial (ddp), por exemplo. São os casos típicos de metais como o cobre.

Em um semicondutor e em um isolante a banda de valência está completamente cheia e a banda de condução está separada por um gap de energia. Para haver ocupação da banda de condução, é necessário fornecer uma quantidade de energia aos elétrons da banda de valência, que pode ser obtida através da radiação eletromagnética (luz), ou energia térmica, ou ainda pela aplicação de um campo elétrico, ou mesmo um aumento de temperatura (variação da energia cinética do material). Ou seja, ao compreendermos o funcionamento desses materiais, conseguimos também desenvolver formas de controlar a passagem de corrente elétrica por eles. A diferença entre um semicondutor e um isolante está na largura do gap, na quantidade de energia necessária para levar os elétrons da banda de valência para a banda de condução. Como podemos ver no esquema mostrado na figura (4.5) essa largura é muito maior para os isolantes.

O silício é o semicondutor mais comum. A largura do seu gap de energia ($\sim 1,1\text{eV}$) é consideravelmente menor do que as tipicamente encontradas para os isolantes, como o diamante ($\sim 5,5\text{eV}$). Hipoteticamente, no zero absoluto de temperatura, onde não há agitação térmica, todos os semicondutores seriam isolantes. A qualquer temperatura mais alta que o zero absoluto, a probabilidade de um elétron atravessar o gap de energia é provável. Essa transição de elétrons da banda de valência para a banda de condução deixa buracos na banda de valência

que, mediante aplicação de um campo elétrico, por exemplo, também se comportarão como portadores de carga, assim como os elétrons.

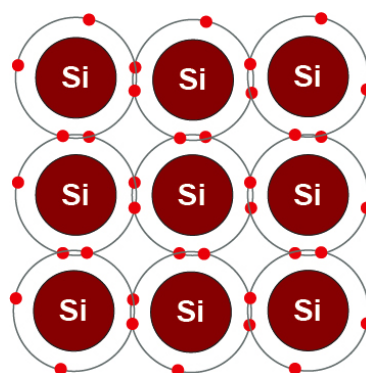
Semicondutores Dopados

A versatilidade dos semicondutores pode ser grandemente aumentada se introduzirmos um pequeno número de átomos (chamados impurezas) na rede cristalina; este procedimento é conhecido como dopagem. Tipicamente, em um semicondutor dopado apenas um átomo de silício em cada 10^7 é substituído por uma impureza (WALKER, 2009, p.289).

A dopagem em um semicondutor muda os níveis de energia dentro da estrutura de bandas. Na verdade, elas facilitam a promoção dos elétrons para a banda de condução. Isto é a base para a transformação dos materiais semicondutores em dispositivos opto-eletrônicos.

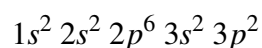
A figura (4.6) mostra uma representação bidimensional para a estrutura de uma rede de silício puro.

Figura 4.6 – Representação bidimensional para uma rede de silício puro.



Fonte: Autor (2021).

Devemos lembrar que os 14 elétrons do átomo de silício isolado estão distribuídos em subcamadas da seguinte forma:

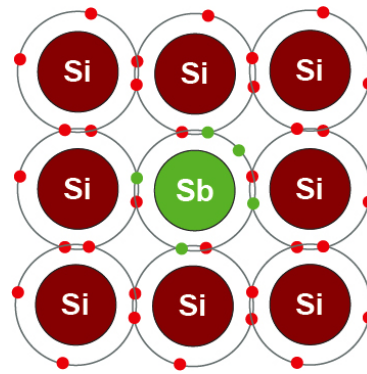


Observe que a última camada está incompleta, faltando 4 elétrons para completá-la. Os quatro elétrons da última camada ($3s^2 3p^2$) são os elétrons de valência, que formarão ligações covalentes⁵ com seus quatro vizinhos na rede, como mostrado na figura (4.6).

⁵ Ligação covalente é uma ligação química na qual dois átomos compartilham elétrons (WALKER, 2009, p.289).

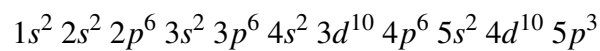
Como foi mencionado anteriormente, é possível dopar o silício com alguma impureza. A figura (4.7) mostra uma representação bidimensional para a estrutura de uma rede de silício dopado com antimônio (*Sb*).

Figura 4.7 – Representação bidimensional para uma rede de silício dopada com antimônio.



Fonte: Autor (2021).

O antimônio, que possui 51 elétrons, tem uma distribuição eletrônica da seguinte forma:

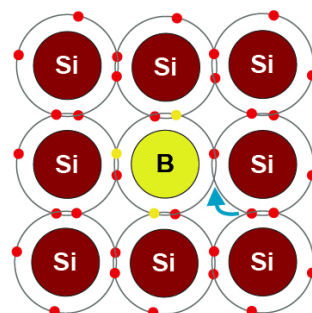


Podemos ver que a última camada ($5s^2 5p^3$) está incompleta, faltando 3 elétrons para completá-la. O antimônio possui, então 5 elétrons de valência. Quatro destes elétrons formam ligações com os quatro átomos de silício vizinhos, mas o quinto elétron não é ligado a nenhum vizinho, ficando "livre" na rede. É muito mais fácil esse elétron ser termicamente excitado para a banda de condução do material do que um elétron da banda de valência do silício.

O átomo de antimônio é chamado de *doador*, porque ele facilmente *doa* um elétron para a banda de condução.

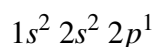
Mas, existem outras formas de se dopar o silício (ou qualquer semiconductor). A figura (4.8) mostra uma representação bidimensional para uma rede de silício dopada com boro.

Figura 4.8 – Representação bidimensional para uma rede de silício dopada com o boro.



Fonte: Autor (2021).

Um átomo de boro, com 5 elétrons, possui a seguinte distribuição eletrônica:



e possui três elétrons de valência. Ao ser inserido na rede de silício, ele consegue se ligar com três vizinhos, como mostrado na figura (4.8). Fica faltando um elétron e é fácil para o íon de boro "roubar" um elétron de valência de um átomo de silício próximo (seta azul), criando assim um buraco na banda de valência.

O átomo de boro é chamado de átomo *receptor*, porque ele *recebe* facilmente um elétron da banda de valência.

Esses exemplos mostram que existem diferentes efeitos produzidos pelas diferentes dopagens. Cada uma dessas possibilidades resultará em características específicas para o material e também servirá para que eles sejam classificados como semicondutores tipo *n* e semicondutores tipo *p*. De acordo com Walker (2009), temos as seguintes definições:

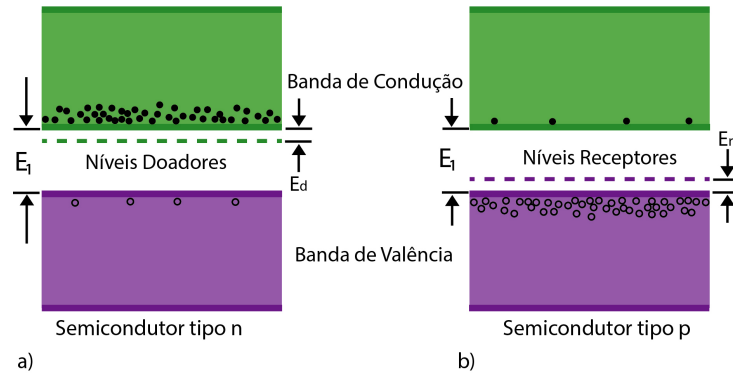
Os semicondutores dopados com átomos doadores são chamados semicondutores tipo *n*; o *n* vem de negativo, para indicar que os portadores de cargas negativas (elétrons) da banda de condução (elétrons já existentes mais elétrons provenientes dos átomos doadores) são mais numerosos que os buracos da banda de valência. Nos semicondutores tipo *n* os elétrons são os portadores em maioria e os buracos são os portadores em minoria [...]

Os semicondutores dopados com átomos aceitadores são chamados semicondutores tipo *p*; *p* vem de positivo, para indicar que os portadores de carga positivos (buracos) da banda de valência (buracos já existentes mais buracos criados pelos átomos aceitadores) são mais numerosos que os elétrons da banda de condução. Nos semicondutores tipo *p* os buracos são os portadores em maioria e os elétrons são os portadores em minoria (WALKER, 2009, p.290).

A figura (4.9) mostra representações esquemáticas para semicondutores do tipo *n* e do tipo *p*.

Podemos observar, na figura (4.9a), um semicondutor tipo *n*, mostrando níveis doadores que fornecem elétrons, chamados de *portadores majoritários*, localizados na banda de condução. Também aparece um pequeno número de buracos, chamados de portadores minoritários, na banda de valência. Na figura (4.9b), um semicondutor tipo *p*, vemos a representação de um situação inversa. Na camada de valência aparecem os níveis de receptores que forneceram buracos – portadores majoritários, e um pequeno número de elétrons – portadores minoritários, na banda de condução.

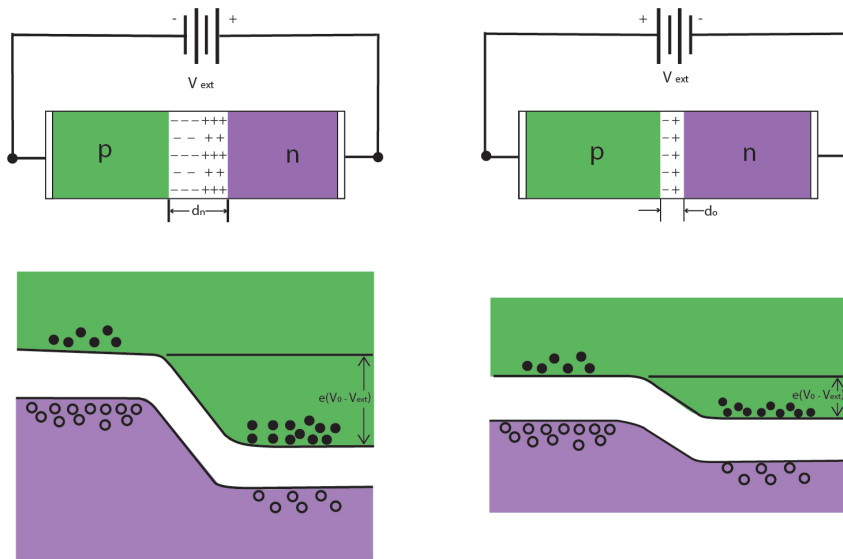
Figura 4.9 – Representação esquemática para semicondutores tipo n e tipo p .



Fonte: Autor (2021).

Ao fazer uma junção $p-n$, representada esquematicamente na figura (4.10), cria-se na própria junção o que chamamos de camada de *depleção* que consiste na atração de elétrons pelo semicondutor p e a atração de buracos pelo semicondutor n .

Figura 4.10 – Representação esquemática de uma junção $p-n$.



Fonte: Autor (2021).

A camada de depleção pode aumentar ou diminuir dependendo da polarização do campo elétrico gerado por uma bateria. Se ligarmos o polo negativo de uma bateria numa junção do lado p e o polo positivo na junção do lado n , a camada de depleção aumentará e impedirá a passagem de corrente pelo semicondutor. Se invertermos a polarização da bateria, a tensão irá diminuir a camada de depleção, permitindo a passagem da corrente elétrica.

Aplicação das Junções $p-n$

Como já mencionado, o conhecimento das propriedades dos materiais semicondutores permitiu um grande avanço tecnológico, principalmente na área dos aparelhos eletroeletrônicos. A seguir apresentaremos algumas aplicações mais comuns para esses materiais.

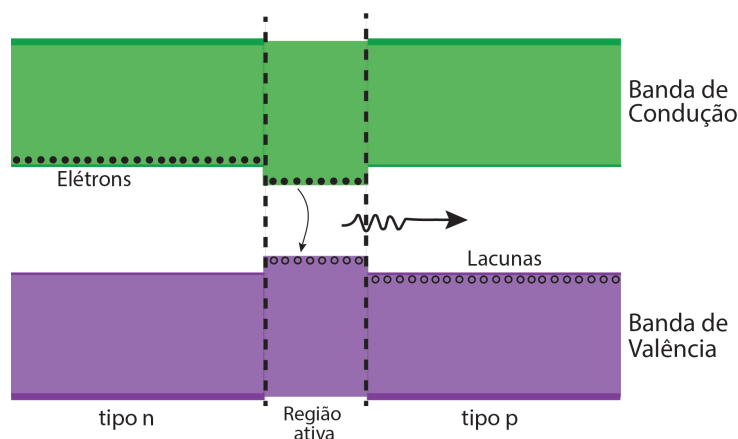
Diodo retificador

Um semicondutor com uma junção pn é o que chamamos de um diodo retificador, muito utilizado para transformar a corrente alternada em corrente contínua. Ou seja, se colocarmos um diodo no circuito elétrico de corrente alternada, o diodo só deixará a corrente elétrica passar em uma dada direção, resultando numa corrente contínua.

Light Emitting Diode – LED

Outra aplicação das junções pn são os LED's. A camada de condução e a camada de valência trocam elétrons entre materiais diferentes de forma que entre a camada de condução e a camada de valência tem um "distanciamento" para a perda de energia do elétron, que decai para níveis de energia mais baixos, emitindo um fóton, sempre na mesma frequência, o que resulta no que chamados de laser, uma luz monocromática (com uma frequência bem definida). A figura (4.11) mostra uma representação esquemática para um LED.

Figura 4.11 – Representação de um Diodo Laser ou LED



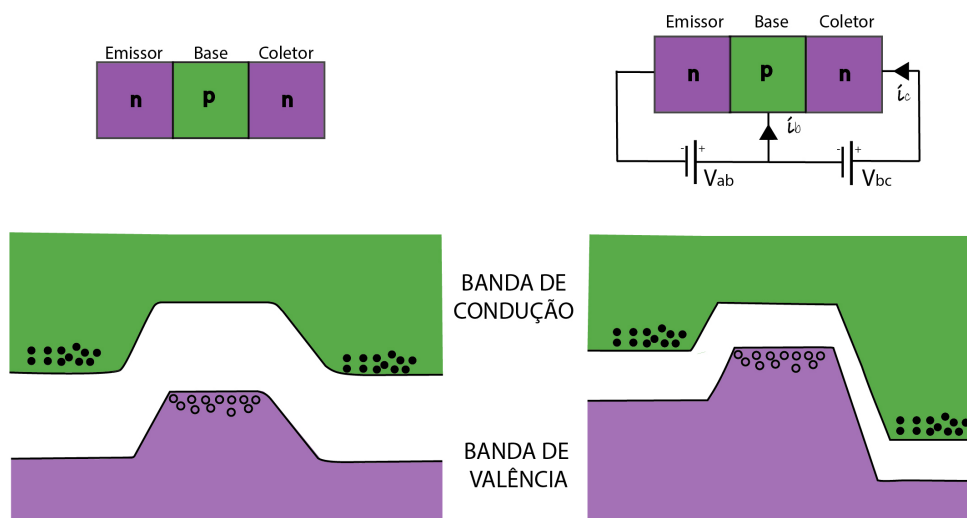
Fonte: Autor (2021).

Todos os dispositivos semicondutores envolvem uma ou mais junções pn . Um diodo é uma junção tipo pn , um transistor é uma junção tipo pnp ou nnp , conhecido como bipolar. Os diodos tem várias aplicabilidades no nosso dia a dia.

Amplificador/atenuador de corrente

Uma junção $p-n-p$ ou $n-p-n$ funciona como um amplificador/atenuador ou como um comutador de corrente elétrica. Os transistores bipolares funcionam como reguladores de corrente elétrica. O princípio de operação dos dois tipos de transistores $p-n-p$ e $n-p-n$, é exatamente o mesmo, sendo a única diferença a polaridade do transistor e na polaridade da fonte de alimentação para cada tipo. Ou seja, um transistor $p-n-p$ “absorve” a corrente em sua base, em oposição ao transistor $n-p-n$, que “fornece” corrente através de sua base. A principal diferença entre os dois tipos de transistores é que os buracos são os portadores mais importantes para os transistores $p-n-p$, enquanto os elétrons são os portadores importantes para os transistores $n-p-n$. A figura (4.12) mostra o esquema de um transistor do tipo $n-p-n$.

Figura 4.12 – Representação esquemática para um transistor de junção tipo $n-p-n$.



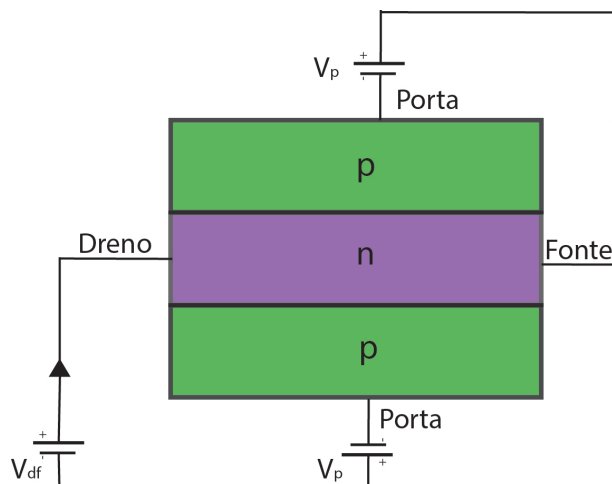
Fonte: Autor (2021).

O trabalho dos transistores é controlar a quantidade de corrente que flui através deles, do emissor, para os terminais do coletor, em proporção à quantidade de tensão de polarização aplicada ao seu terminal base. Agem assim como uma chave controladora para a passagem da corrente elétrica.

A figura (4.13) mostra a estrutura básica de um transistor de efeito de campo - os elétrons se movem ao longo do estreito canal n , da fonte para o dreno. A largura do canal pode ser controlada através da variação da voltagem V_p na porta.

Nesse tipo de transistor, os elétrons fluem através da região tipo n , da *fonte* para o *dreno*, quando existe uma diferença de potencial externa V_{df} , entre o dreno e a fonte. As regiões do tipo p são altamente dopadas, e as camadas de depleção formadas nas duas junções pn determinam

Figura 4.13 – Representação esquemática para um transistor de efeito de campo.



Fonte: Autor (2021).

a largura do canal do tipo n . Uma voltagem externa V_p aplicada à região p modifica a largura da região de depleção e, conseqüentemente, altera a largura do canal de tipo n . Isso por sua vez altera a corrente que passa através do dispositivo, porque a capacidade da corrente fluir ao longo do canal n depende da largura do canal. Uma pequena alteração na voltagem da porta modifica a largura do canal e provoca uma grande alteração na corrente que passa através dele, de modo que o dispositivo pode operar como um amplificador ou ainda se aumentarmos suficientemente a voltagem da porta nas camadas p , a largura do canal n pode diminuir até se tornar zero. Ou seja, o estrangulamento do canal n faz com que os elétrons tomem uma direção diferente. Assim ele para de conduzir na direção do canal, não há passagem de elétrons por ele. Portanto, o transistor pn pode se tornar uma chave comutadora de liga e desliga. Esses transistores são chamados de FET (Fields Effect Transistor), uma abreviação para Transistor de efeito de campo. A corrente num FET pode ser chaveada muito rapidamente pelo sinal aplicado a porta; são comuns tempos de chaveamento menores do que $1ns = 10^{-9}s$ (WALKER, 2009, p.296).

Os computadores e outros eletrodomésticos utilizam uma grande quantidade de dispositivos eletrônicos, como transistores, diodos retificadores, capacitores e resistores. Esses dispositivos não são montados um a um, mas incorporados a chips, feitos de material semiconductor, que contêm circuitos integrados, com milhões de componentes (WALKER, 2009, p.296).

5 METODOLOGIA DE PESQUISA

Este trabalho consiste em uma pesquisa de natureza qualitativa, que busca analisar a relação entre o ensino de FMC com alunos do ensino fundamental e o estabelecimento de um processo de Alfabetização Científica. Para tal, utilizamos o conteúdo de semicondutores. Nossa abordagem é entender como ocorrem as discussões argumentativas e, a partir das discussões, analisar se há indícios de um processo de Alfabetização Científica com os alunos do sexto ano do ensino fundamental.

Para dar conta dos nossos objetivos produzimos uma Sequência Didática, que nos desse suporte para trabalharmos o objeto de pesquisa em sala - semicondutores, como conteúdo e, a partir desse desenvolvimento, produzíssemos dados para a nossa análise. As produções dos alunos, tais como pesquisas, textos, desenhos e discussões dentro da sala de aula, durante o desenvolvimento da SD, e as gravações em vídeo e áudio das atividades desenvolvidas, compõem o conjunto de dados que serão analisados por nós.

5.1 Produção e Coleta dos Dados

O local escolhido para a realização da pesquisa foi uma escola privada localizada em uma cidade de Minas Gerais. O recorte dentro deste universo a ser pesquisado, como já mencionado no capítulo 1, serão os alunos do Ensino Fundamental II, do sexto ano, com faixa etária entre dez e doze anos de idade. Os dados da pesquisa foram coletados no primeiro semestre de 2020, através do desenvolvimento de uma sequência de ensino.

Estes alunos estão inseridos numa sociedade no Centro-Oeste de Minas Gerais, em uma cidade com uma população de cerca de 75 mil habitantes. A renda per capita deste município mostra uma sociedade com uma média de habitantes com condições econômicas, com pouca incidência de miséria extrema. Na minha percepção de professor, a escolha pelos pais ou responsáveis pelos alunos, por uma escola privada, está associada a uma gama de fatores, porém a crença maior é que, a princípio, uma escola particular favorece a preparação do aluno para o ingresso no ensino superior, pois entende-se que alunos da rede privada tem mais acesso a meios de comunicação, boa alimentação, tecnologias disponíveis, em suma, uma certa estrutura financeira que facilite este processo. Isso associado ao método tradicional de ensino presente nas escolas privadas, frequentemente voltado para essa preparação.

Por cerca de duas décadas o colégio foi uma franquia de uma outra empresa de ensino. Fui contratado pelo colégio para lecionar Física no oitavo e no nono ano do EFII, em 2017. No

ano seguinte o colégio migrou para uma nova franquia. Com a mudança, a grade curricular sofreu algumas alterações. Por exemplo, as aulas de espanhol e de vídeo passaram a não ser mais fundamentais na nova grade e, com isso, fui convidado a lecionar a disciplina de Laboratório de Ciências nos sexto, sétimo e oitavo anos. O conteúdo de Física inicia oficialmente a partir do nono ano do EFII. Na ocasião, propus a realização de aulas experimentais e produção de feiras de ciências, o que foi muito bem recebido pela escola. Com isso abriu-se uma oportunidade para a introdução de novos temas de estudo.

E é aí que entra a nossa proposta: a possibilidade de desenvolvimento de temas de Física Moderna e Contemporânea no EFII, objeto de investigação do nosso trabalho.

A escola atendeu ao pedido de autorização para a pesquisa de forma muito solícita. A diretora se prontificou a ajudar na confecção dos pedidos de permissão aos pais (uma carta com todos os dados necessários para entendimento dos pais, com o retorno de uma autorização liberando o filho a participar da pesquisa como aluno), e ainda foi comigo em cada turma entregar o pedido de liberação para cada estudante. Um apoio importante para que este trabalho pudesse ser realizado.

Como a maioria das escolas nacionais, o colégio tem como base uma metodologia de ensino tradicional, composta por aulas meramente expositivas. As salas de aulas comportam por volta de trinta alunos divididos em três ou quatro filas indianas com carteiras tradicionais, com apenas um apoio de braço para os cadernos. Cada sala é equipada com lousas para uso de giz. O espaço do professor tem por volta de quatro metros por oitenta centímetros, com um degrau de quinze a vinte centímetros acima dos alunos e não há uma cultura do uso de meios digitais de comunicação, como a internet, por exemplo.

A sala utilizada para desenvolvimento das aulas e captação dos dados para a pesquisa durante o desenvolvimento da SD era uma sala pequena, com dificuldades para a circulação quando cheia. Na escola não existe um ambiente grande destinado a trabalhos em grupos. A sala multimídia que existia virou sala de aula convencional pela grande procura de alunos no início do ano de 2020. A princípio, o trabalho seria desenvolvido nas duas turmas do sexto ano, mas a análise dos dados coletados seriam de apenas uma das turmas, com cerca de vinte e cinco alunos. Porém, a diretora da escola pediu para que as duas turmas fossem envolvidas. Assim, as aulas da SD foram desenvolvidas para cerca de cinquenta alunos do sexto ano do ensino fundamental.

As captações dos dados para análise foram organizadas a partir de gravações de áudio dos grupos e das produções de textos pelos alunos. Ao todo seriam cinco gravações por aula em grupos de cinco alunos. Aplicados a duas salas com aproximadamente vinte cinco alunos cada, num total de cinquenta alunos.

Os instrumentos de coleta de dados nas duas primeiras aulas, presenciais, foram um gravador Tascam DR40 de quatro canais com resolução de gravação 24/16 bits 44,1khz. Foram usados os dois microfones em stereo para o grupo 05, e as outras duas entradas ligadas a dois microfones condensadores Samson CO2 com captação de frequências de 20hz a 20khz para os grupos quatro e três. Dois gravadores de mesa com qualidade inferior ao Tascam que são: um panasonic rr-qr270 e um digital recorder.

Atividades Interativas

Para coletar os dados da pesquisa propusemos, inicialmente, o desenvolvimento de uma Sequência de Ensino Investigativa (SEI). No entanto, com o advento da pandemia da COVID19, provocada pelo vírus SarsCov2, ou o novo coronavírus, como ficou popularmente conhecido, esse planejamento inicial sofreu alterações ao ser adaptado para o formato de aulas virtuais.

Essa adaptação interferiu no método investigativo da pesquisa, transformando a SEI numa Sequência Didática Interativa (SEInt). Os prejuízos causados pela pandemia interferiram principalmente na natureza investigativa das atividades a serem desenvolvidas pelos alunos, que passaram a ter um caráter mais interativo. A manipulação de objetos pelos alunos, nas atividades experimentais, como montagem de circuitos elétricos, interpretação de infográficos, desenhos, cartas, textos e montagem de quebra-cabeça, que tinham como objetivo gerar uma discussão nos grupos no sentido de desenvolver a autonomia do aluno para o processo de desenvolvimento do conhecimento, foram adaptadas para o modelo remoto com uso de simuladores e meios de comunicação digital.

O uso destes recursos tecnológicos permite uma maior participação dos alunos na sala de aula tanto em experiências com o uso dos simuladores, quanto em busca de dados e pesquisas na internet. Desta forma identificamos uma mudança no desenvolvimento das atividades de Investigativa para Atividades Interativas na SD.

Com a pandemia, as duas turmas do sexto ano se transformaram em uma única sala remota. No início da pandemia algumas tarefas foram passadas para os alunos pela plataforma do próprio colégio e algumas aulas remotas foram feitas com o auxílio do *Zoom Meeting*. As

respostas dos alunos foram enviadas via e-mail e *WhatsApp*. Após a organização da escola perante a pandemia, a produção de dados passou a se dar através das gravações das aulas remotas, realizadas pelo *Google Meet* e pelas produções textuais dos alunos, que foram acrescidas de mais uma via, que são os questionários criados no *Google Forms*.

5.2 Análise dos Dados

Como já mencionado no capítulo 2, esta pesquisa se baseia na análise de indicadores do processo de Alfabetização Científica (PIZARRO; LOPES JR., 2015). Para verificarmos o aparecimento de indicadores desse processo, faremos uso dos materiais produzidos pelos estudantes: textos, desenhos e discussões de conteúdos dentro de sala de aula, entre o professor e os estudantes, entre eles e nas tarefas de casa.

As competências gerais da educação básica, proposta pela BNCC do Ensino Fundamental (BRASIL, 2018) preveem que para o aluno articular-se na construção de conhecimentos, no desenvolvimento de habilidades e na formação de atitudes e valores é necessário o desenvolvimento da capacidade de argumentação. O documento ainda defende que para argumentar, discutir sobre um tema, o aluno precisa relacionar fatos, opiniões, problemas, para embasar determinado pensamento ou ideia.

Argumentar com base em fatos, dados e informações confiáveis, para formular, negociar e defender ideias, pontos de vista e decisões comuns que respeitem e promovam os direitos humanos, a consciência socioambiental e o consumo responsável em âmbito local, regional e global, com posicionamento ético em relação ao cuidado de si mesmo, dos outros e do planeta (BRASIL, 2018, p.9).

Se as discussões em sala de aula estão acessíveis aos alunos, isto é, se as palavras e o conteúdo dos diálogos fazem parte do mundo do aluno, do seu linguajar, isso pode direcioná-lo a um estudo mais aprofundado sobre os temas discutidos em sala, o que enriquece a sua argumentação. Assim, a validade ou não de um argumento está diretamente ligada as bases das discussões de conceitos em sala para a conclusão do pensamento.

Desta forma, estas argumentações, a todo momento, descrevem ideias, justificam ações, explicam resultados, apresentam hipóteses, evidências e conclusões em qualquer momento dentro de uma sequência didática e demonstram a aquisição do entendimento sobre os temas ou evidenciam as dificuldades encontradas pelos alunos.

Indicadores de Alfabetização Científica

Sasseron e Carvalho (2008) apresentam uma relação de *indicadores* de Alfabetização Científica. Estes indicadores estariam presentes na função de expor habilidades trabalhadas para a construção do processo da Alfabetização Científica entre os alunos. Essas habilidades fazem parte das competências do fazer científico. São elas: as interpretações, o saber argumentar com um vocabulário mais científico e gerar discussões para resoluções de problemas. Os indicadores estão presentes nas relações entre as percepções sobre o problema investigado e as construções mentais que levam ao seu entendimento.

Sasseron e Carvalho (2008), ainda ressaltam que pode ocorrer a presença de vários indicadores na mesma manifestação do aluno.

Vale a pena ressaltar que a presença de um indicador não inviabiliza a manifestação de outro. Ao contrário: durante as argumentações em sala de aula nas quais os alunos tentam explicar ou justificar uma ideia, é provável que os indicadores demonstrem suporte e apoio a explanação que está sendo feita (SASSERON; CARVALHO, 2008, p.339).

O levantamento realizado por Pizarro e Lopes Jr. (2015) na busca por trabalhos que abordassem práticas que podem favorecer a manifestação dos indicadores de AC, resultou em um elenco de ações que também podem caracterizar o processo de alfabetização científica, compreendendo o fazer científico como algo indissociável do ser social atuante e consciente. Os autores (PIZARRO; LOPES JR., 2015) elencam oito ações indicadoras de AC, que são: *Articular ideias; Investigar; Argumentar; Ler em Ciências; Escrever em Ciências; Problematicar; Criar e Atuar.*

Em nossa análise do material produzido pelos alunos utilizaremos a compreensão dos indicadores como proposto por Sasseron e Carvalho (2008) e a avaliação da presença das ações, como proposto por Pizarro e Lopes Jr. (2015) para investigar a presença de indícios de AC na produção dos alunos ao longo da SD.

Construímos aqui uma análise baseada na presença das vertentes de ações pontuais e comportamentais, indicadas por Pizarro e Lopes Jr. (2015) baseadas nas vertentes das ações comportamentais indicadas por Sasseron e Carvalho (2008).

As ações, apresentadas no quadro (5.1), são indicadas por Sasseron (2015) como indícios de AC.

Expandindo esses quatro de indicativos da presença de AC nas atividades desenvolvidas pelos alunos, mas dentro dessas mesmas perspectivas, Pizarro e Lopes Jr. (2015) elaboram uma

Quadro 5.1 – Indicadores de Alfabetização Científica segundo Sasseron (2015).

No	Descrição
01	Trabalhos com dados e informações disponíveis por meio de organização da seriação ou da classificação de informações.
02	Criação de hipóteses e testes.
03	Estabelecimento de explicações sobre fenômenos em estudo, sempre buscando justificativas mais plausíveis para estabelecer previsões.
04	Uso de raciocínio lógico e raciocínio proporcional durante a investigação junto com uma geração de comunicação de ideias nas situações de ensino e aprendizagem.

Fonte: Autor (2021).

lista de verbos, mostrados no quadro (5.2), que podem ser usados para pontuar ações presentes nessa análise.

Seleção dos Episódios para Análise

A escolha dos materiais a serem analisados no trabalho foi guiada por uma ordem cronológica dos eventos. Com isso podemos observar a evolução do conteúdo trabalhado e o desempenho dos alunos em relação as discussões propostas sobre semicondutores nas turmas.

Os episódios separados para análise foram: Aula 1 - Que material é esse?; Aula 2 - A caixa preta; Aula 04 - Construindo átomos, Aula 10 - Condutores e Isolantes; e Aula 12 - Material intrínseco e extrínseco.

Foram selecionadas algumas produções como textos, desenhos e discussões (gravadas e transcritas) que ocorreram durante as aulas, para nos guiar nesta análise. A seleção destas produções dos alunos teve o objetivo de apresentar a evolução das discussões, o encadeamento da construção dos conceitos, através da apresentação de fenômenos e novas questões aos alunos. Com elas foi possível analisar em que momentos os alunos apresentavam suas explicações ou justificativas, momentos do qual se extraem o que podemos denominar de **episódios de análise**, que são momentos a partir dos quais tentamos extrair as argumentações dos alunos para analisarmos com mais critério com relação ao referencial teórico deste trabalho. Por isso optamos por um processo de análise de forma seriada, com recortes de várias aulas e não com um único episódio recortado por assunto. Para o período de **Pré-pandemia** selecionamos os dois primeiros episódios - modelos de átomos e a caixa preta. Para o período de **pandemia**

Quadro 5.2 – Lista de verbos usados para pontuar indicativos de Alfabetização Científica, segundo Pizarro e Lopes Jr. (2015).

	Indicadores	Descrição
01	Articular ideias	Estabelecimento de relações entre o conhecimento teórico e a realidade cultural-ambiental do aluno, oralmente ou por escrita em sala de aula.
02	Investigar	Apoiar-se em conhecimento científico adquirido na escola ou fora dela com a intenção de responder ou explicar dúvidas próprias, embasado em conceitos científicos, para a construção de explicações sociais, como exposição ou explicação em sala de aula.
03	Argumentar	Apoiar-se, inicialmente, em ideias próprias, e construir a qualidade desses argumentos a partir dos conhecimentos adquiridos em debates em grupos na sala de aula.
04	Ler em Ciências	Interpretações de textos, imagens e outros suportes com características científicas para articular conhecimentos prévios e novos.
05	Escrever em Ciências	Produzir textos com posicionamento crítico diante dos vários temas em Ciências com argumentos e dados das fontes de estudo.
06	Problematizar	Gerar questionamento sobre os impactos da Ciência no cotidiano, na sociedade e no meio ambiente.
07	Criar	Participação em atividades que envolvem soluções de problemas com apresentação de novas ideias, com postura e argumentos que envolvam a ciência ou aspectos científicos em sala de aula.
08	Atuar	O aluno passa a ter consciência do poder transformador do cidadão e se torna gerador de mudanças dos desafios impostos pela ciência em relação à sociedade e ao meio ambiente. Ajuda a multiplicar os debates vivenciados na escola para a esfera pública.

Fonte: Autor (2021).

selecionamos 6 episódios: interferência dos pais e dificuldades iniciais, cargas elétricas, camada de valência, material intrínseco e extrínseco, camada de depleção e questionário virtual.

A seguir descrevemos como estruturamos e desenvolvemos a SD, instrumento que nos permitiu gerar os dados e coletá-los para análise.

6 ORGANIZAÇÃO E DESENVOLVIMENTO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA

Para viabilizar a coleta dos dados da nossa pesquisa, elaboramos e desenvolvemos uma Sequência Didática (SD), abordando o tema de semicondutores, tendo como público-alvo estudantes do sexto ano do ensino fundamental. Neste capítulo descreveremos a proposta original da SD e apresentaremos também as alterações que tivemos que introduzir na proposta, a partir do momento em que foi decretado o estado de pandemia, por causa da crise da COVID19, que acarretou na suspensão das aulas presenciais e na sua substituição pelas aulas remotas.

Aula inaugural – Apresentação do Programa Educacional

Na primeira aula do ano letivo foi exposta a programação anual do Laboratório de Ciências. Para este ano, 2020, o programa foi dividido em quatro módulos. Para o primeiro semestre estava previsto o desenvolvimento de dois módulos com Atividades Investigativas e para o segundo semestre estava previsto o desenvolvimento dos projetos experimentais com montagens de aparatos eletroeletrônicos, no qual o material semicondutor seria a peça fundamental.

O objetivo dessa primeira aula foi apresentar aos alunos que o nosso laboratório é o mundo e não apenas a sala de aula e que um dos nossos desafios é entender como funcionam as coisas a nossa volta, a natureza e a tecnologia que nós desenvolvemos. Esse é o desafio ao estudarmos ciências.

A partir dessas discussões iniciais, apresentei o programa a ser desenvolvido, que tinha como foco promover uma Introdução a Robótica, dando ênfase nos materiais Semicondutores.

Este tema está inserido na habilidade EF09CI03 da BNCC (BRASIL, 2018) que está associada com a identificação de modelos que descrevam a estrutura da matéria (constituição do átomo e composição de moléculas simples), reconhecendo sua evolução histórica. Esta habilidade está relacionada com o tema Matéria e Energia.

A programação anual para o Laboratório de Ciências, que é a disciplina que leciono, ficou assim:

- Módulo 1 – Introdução: O problema do desmatamento na Amazônia e o interesse das empresas pela exploração mineral.
- Módulo 2 – Que material é esse? (Semicondutores);
- Módulo 3 – Gestão de Projetos: Elaboração dos projetos a serem desenvolvidos pelos alunos.

- Módulo 4 – Mãos na Massa: Prática de montagem dos Projetos.

6.1 Sequência Didática

Para produzirmos a nossa SD trabalhamos na perspectiva apresentada por Carvalho (2013). A proposta inicial era o uso de uma Sequência de Ensino Investigativa (SEI), a ser desenvolvida em um ambiente investigativo que, segundo a autora, favorece a construção de conhecimentos pelos alunos de forma mais autônoma.

[...] qualquer que seja o tipo de problema escolhido, este deve seguir uma sequência de etapas visando dar oportunidade aos alunos de levantar e testar suas hipóteses, passar da ação manipulativa à intelectual estruturando seu pensamento e apresentando argumentações discutidas com seus colegas e com o professor (CARVALHO, 2013, p.10).

As atividades foram pensadas e elaboradas a partir de conteúdos que se conectavam entre si, criando uma sequência que levava em consideração os conhecimentos prévios dos alunos, que deveriam ser debatidos com os outros colegas e com o professor, na construção de novos conhecimentos. Pretendíamos, com isso, obter também o desenvolvimento de uma cultura científica a partir das interações interpessoais e com o fenômeno investigado.

Três aulas antes do início do desenvolvimento da SD, trabalhamos em sala de aula com questões sobre desmatamento e exploração de minérios no Brasil e na Região Centro-Oeste de Minas Gerais, como um link para os alunos entenderem a complexidade dos problemas gerados pela exploração de minérios, conectando com a necessidade crescente de uso, por parte da população, de equipamentos eletroeletrônicos, que demandam esses minérios. Essas discussões são de extrema importância para a formação crítica de nossos estudantes. Assim, essas aulas serviram de base para entrarmos na SD e começarmos a estudar a Estrutura da Matéria e como ela influencia na propriedade dos materiais.

Esse problema, exploração de minérios, está conectado com a realidade da turma, com seu dia a dia, visto que estamos em uma região de exploração mineral. Dessa forma, os estudantes tem um ponto de partida para a discussão e construção de novos conhecimentos, a partir de conhecimentos anteriores.

Para dar início a SD propusemos uma problematização: a primeira aula foi dedicada a análise de materiais eletroeletrônicos como placas de computadores, chips, telefones celulares, lâmpadas de LEDs, dentre outros, com o intuito de gerar uma questão problema sobre do que eram feitos aqueles materiais eletroeletrônicos.

A SD foi composta, inicialmente, por 11 aulas de 50 minutos, compondo um produto educacional. Continha um conjunto de atividades ordenadas para serem desenvolvidas com os alunos com objetivo de aprendizagem em relação ao conteúdo específico de semicondutores.

Objetivos da SD

A SD tem dois papéis a serem cumpridos. O primeiro é permitir que o conhecimento sábio, discutido no capítulo 4, seja transposto para um saber a ser ensinado, passando pelo saber acadêmico (CHEVALLARD, 2000). Se isso for alcançado, conseguiremos proporcionar uma discussão em que os alunos do Ensino Fundamental II consigam entender e desenvolver pensamentos correlacionados ao conceito de semicondutores e sua utilização no desenvolvimento de materiais eletroeletrônicos. Esses conhecimentos passam tanto pelo entendimento da *Estrutura da Matéria*, quanto pelo uso diário das tecnologias presentes no cotidiano desses alunos.

O segundo é a utilização da SD como um meio para a obtenção de dados para avaliarmos se há o desenvolvimento de um processo de Alfabetização Científica, a partir da apresentação de um tema de Física Moderna e Contemporânea e também qual a profundidade desse desenvolvimento, com os vocabulários e a lógica que envolvem os fenômenos associados com a Estrutura da Matéria.

Assim, os objetivos da SD se resumem em discutir e promover a aprendizagem dos alunos, na perspectiva da Alfabetização Científica de conceitos da estrutura da matéria, mais especificamente, a estrutura dos materiais semicondutores, com alunos do sexto ano do Ensino Fundamental.

Problematização Geral da SD

A problematização geral da SD está embasada em questões que vão além do entender a Estrutura da Matéria. Ela é uma ponte para que o aluno tenha um entendimento crítico sobre como ocorrem as questões que envolvem o desenvolvimento dos materiais pelo homem. Ela engloba desde a exploração à utilização destes minerais na produção de materiais. Tudo sintetizado, embutido numa única pergunta problematizadora (Que material é esse?), o que nos permite vários caminhos a serem abordados.

A SD mostra que a resposta para uma única questão envolve vários conteúdos a serem descobertos (estudados), desde a ideia de composições das matérias brutas - os minerais, até o refinamento na produção de materiais do nosso dia a dia, passando pela questão do que é um

material semicondutor. Ou melhor, que material é esse, presente em nosso cotidiano, em todos os aparelhos eletroeletrônicos e a sua importância no desenvolvimento das tecnologias.

Objetivos de Ensino

O objetivo de ensino dessa SD é trabalhar com o aluno a elaboração do conceito de Semicondutores e, com isso, o desenvolvimento de modelos próprios, ou seja, o desenvolvimento de uma representação visual que se dá por semelhança, a partir dos diversos modelos atômicos, para uma compreensão da estrutura da matéria.

Estas discussões devem possibilitar o desenvolvimento de uma compreensão sobre a física dos materiais semicondutores e, com isso, criar a oportunidade para o aluno refletir sobre as consequências da interferência do homem na produção de novos materiais e as possibilidades de produção de novos artefatos tecnológicos.

De maneira geral, essa produção de novos artefatos tecnológicos abre espaço para discussões que podem desenvolver no aluno, um senso crítico sobre o custo tecnológico, a interferência do ser humano no meio ambiente e o papel desempenhado pelo poder sócio-econômico.

Objetivos de Pesquisa

O objetivo desta pesquisa é investigar os indícios de Alfabetização Científica que emergem de uma SD e abordam as discussões sobre o tema Semicondutores, conceitos de Física Moderna e Contemporânea – FMC, no Ensino Fundamental II, mais precisamente no sexto ano.

Analizamos se o aluno elabora concepções próprias de modelos (o desenvolvimento de uma representação visual que se dá por semelhança) para o átomo e se cria uma compreensão para a estrutura dos Semicondutores. Essa análise foi feita a partir da verificação da presença de indícios dos processos de AC nas discussões produzidas durante o desenvolvimento da SD. Também verificamos o quanto a SD colabora para os alunos produzirem um conhecimento acerca da Estrutura da Matéria dos Semicondutores nesta etapa de formação.

Nas próximas seções será apresentada uma descrição geral da SD e de como foi o seu desenvolvimento.

6.2 Detalhando a SD

Originalmente, a SD foi planejada para ser desenvolvida em 11 aulas de 50 minutos, sendo a última uma aula de avaliação da proposta. A maior parte das aulas foram planejadas para serem desenvolvidas em grupos com 5 estudantes, organizados logo no início do desenvolvimento da SD e que deveriam permanecer os mesmos. Também estão inseridos na SD vários momentos em que os estudantes deveriam realizar pesquisas autônomas antes das aulas, algumas em grupo e outras individuais.

Nas próximas seções serão apresentadas de forma detalhada as aulas da sequência e a proposta de desenvolvimento para cada uma delas. As duas primeiras aulas ocorreram conforme planejadas originalmente, de forma presencial, com os alunos divididos em grupos. Após essas aulas ocorreu a pandemia Covid-19 e a suspensão das aulas presenciais.

O quadro (6.1) apresenta as aulas desenvolvidas na SD, bem como os objetivos e a dinâmica de desenvolvimento para cada uma delas de forma resumida. No quadro já estão inseridas a adaptação da SD para o sistema de aulas remotas por causa da pandemia do Covid-19. Mais a frente elas serão detalhadas e os materiais usados serão apresentados.

Quadro 6.1 – Detalhamento da Sequência Didática, aula por aula, com os objetivos e a dinâmica prevista para cada uma, bem como as adaptações que foram necessárias por causa da pandemia.

No	Aulas	Objetivos Específicos	Dinâmica das Atividades
01	Que material é esse?	Diferenciar materiais dos quais são feitos os circuitos dos aparelhos eletroeletrônicos.	Coleta e organização de informações para fazer a descrição evolutiva da tecnologia a partir da exposição de várias peças novas e antigas de aparelhos eletroeletrônicos.
02	A Caixa Escura	Elaborar interpretações sobre a construção dos modelos atômicos.	Usar a caixa preta ¹ para entender como se modelam objetos sem ser necessário vê-los.
03	Questionário sobre o átomo	Revisar a atividade dos modelos e ganhar tempo para fazer a adaptação das atividades para o formato virtual.	Atividades direcionadas pelo portal digital do colégio e What'sApp.
04	Construindo Átomos	Entender o conceito de carga elétrica e suas interações e seu papel nos modelos atômicos.	Discussão, com o uso de um simulador PhET ² , da organização das cargas elétricas nos átomos: caracterizar prótons, elétrons e nêutrons.
05	Texto do Marcelo Gleiser	Manutenção do foco dos alunos no desenvolvimento do conteúdo e mapeamento do envolvimento dos estudantes nas tarefas	Discussão sobre a aula anterior Construindo átomos, e distribuição do texto para os alunos
06	Distribuição Eletrônica	Modelar a distribuição de elétrons no átomo.	Análise das possibilidades de distribuição dos elétrons nos átomos a partir de cartas com diferentes tipos de átomos e uso de um questionário.
07	Revisão	Revisar o desenvolvimento dos alunos com relação ao conteúdo	Produção de texto dos alunos sobre o que estudamos até o momento. Entrega de texto por e-mail.
08	Físico Quântico	Compreender o processo de emissão do elétron e a produção de um fóton.	Interpretação de vídeo animação ³ , com análise de infográfico e questionário.
09	Construindo Moléculas	Interpretar a regra do octeto e compreender o conceito de camada de valência e de banda de condução.	Discussão sobre um vídeo ⁴ , que aborda a regra do octeto, bandas de valência e de condução; uso de um simulador PhET ⁵ .
10	Condutores e Isolantes	Diferenciar materiais condutores e não condutores de eletricidade.	Roda de conversa, com uma revisão sobre o conteúdo já visto até o momento e análise de um simulador ⁶ .
11	Quebra-cabeça	Diferenciar um material semicondutor intrínseco de um extrínseco.	Apresentação dos conceitos de dopagem e junções P-N, PNP e NPN, discutindo os efeitos dessas dopagens sobre as características dos materiais.
12	Material intrínseco e extrínseco	Reforçar conceitos sobre a estrutura da matéria para alcançar a cristalização de um sólido intrínseco e extrínseco	Aula expositiva com uso de slides
13	PhET Semicondutores	Conceituar materiais semicondutores.	Simulação e interpretação de dados com o uso de um simulador PhET ⁷ .
14	Diodo, transistor e chips	Entender o funcionamento desses aparatos.	Vídeos e questionários para fazer o fechamento da Sequência.
15	Avaliação	Analisar se houve indícios de desenvolvimento de um processo de AC entre os alunos.	Questionário individual.

Fonte: Autor (2021).

6.2.1 Aula 1 - Problematização/Que Material é Esse?

A aula 1 foi estruturada em duas etapas: uma para ser desenvolvida em sala de aula e outra para ser desenvolvida em casa. O quadro (6.2) apresenta cada uma dessas etapas e o conteúdo trabalhado em cada uma.

Quadro 6.2 – Etapas da aula 1, com uma breve descrição da dinâmica da aula e do conteúdo abordado.

Partes	Dinâmica	Conteúdo
Parte 1	Atividade em grupo.	Identificação de materiais eletroeletrônicos.
Parte 2	Pesquisa para casa.	Modelos atômicos.

Fonte: Autor (2021).

Objetivo

Essa primeira aula tem como objetivo levar os estudantes a diferenciar os materiais que constituem os circuitos dos aparelhos eletroeletrônicos, questionando-os sobre o que possibilitou a evolução tecnológica desses aparelhos. Além disso, pretende-se também introduzir o tema da sequência de ensino, que são os materiais semicondutores e a sua importância para o mundo moderno, permitindo que se faça um levantamento de conhecimentos prévios dos estudantes acerca do tema e despertando também a curiosidade.

Metodologia

Atividade investigativa em grupos na sala de aula e pesquisa individual para casa.

- ¹ Artefato experimental construído pelo autor, baseado na proposta apresentada por Brockington (2005).
- ² Disponível em: https://phet.colorado.edu/sims/html/build-an-atom/latest/build-an-atom_pt_BR.html
- ³ O Físico Quântico, disponível em: https://youtu.be/Erk_D4AQXPA
- ⁴ O Incrível Pontinho Azul - Moléculas, disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=KsW4VdWDHMY>
- ⁵ Montagem de moléculas, disponível em: https://phet.colorado.edu/sims/html/build-a-molecule/latest/build-a-molecule_pt_BR.html
- ⁶ PhET Circuito elétrico, disponível em: https://phet.colorado.edu/sims/html/circuit-construction-kit-dc-virtual-lab/latest/circuit-construction-kit-dc-virtual-lab_pt_BR.html
- ⁷ Disponível em: <https://phet.colorado.edu/sims/cheerpyj/semiconductor/latest/semiconductor.html?simulation=semiconductor>

Desenvolvimento da Aula

Cada grupo recebeu uma sacola, contendo cinco aparatos tecnológicos datados, como os mostrados na figura (6.1), tais como: válvulas amplificadoras, lâmpadas incandescentes de vários modelos, resistores, transistores, chips de celulares, placas de computadores, lâmpadas de LED, HD, cartões de memória SSD, placas de memórias de notebooks e placas de smartphones.

Figura 6.1 – Alguns dos materiais contidos dentro das sacolas entregues aos grupos.



Fonte: Autor (2021).

A partir desses materiais, os alunos desenvolveram uma discussão, inicialmente no grupo e, posteriormente, confrontando as respostas entre os grupos, tendo como foco tentar identificar como se deu a evolução tecnológica dos materiais eletroeletrônicos, dando ênfase aos tipos de materiais usados para construir cada um deles.

Ao final, eles produziram um relatório, descrevendo os componentes que receberam e suas composições, bem como construindo explicações sobre o que constitui toda a matéria que nos cerca. Esse relatório foi elaborado a partir de algumas questões orientadoras, apresentadas a seguir.

Questões Orientadoras

1. Deem nomes aos artefatos de acordo com o que o grupo entende sobre o seu funcionamento.
2. Tentem descrever a utilidade de cada item.
3. Escrevam as características identificadas nos artefatos do grupo.
4. Comparem os artefatos mais antigos com os mais novos e relatem as principais diferenças que vocês observam.
5. De que material (ou materiais) são constituídos esses artefatos?
6. Como esses materiais se alteraram com o tempo, se é que se alteraram?
7. Vocês acham que isso influencia no desempenho dos artefatos? De que forma?
8. Os tamanhos dos artefatos aumentaram ou diminuíram?
9. Elaborem as suas respostas na forma de um texto com cerca de cinco linhas, para ser apresentado para a turma e discutido. Esse relatório deverá ser entregue ao professor.

Como tarefa para casa, os estudantes foram orientados a realizarem uma pesquisa bibliográfica sobre modelos atômicos, conforme consta a seguir.

Atividade para casa – Pesquisa

Vocês já pararam para pensar sobre a composição da matéria, isto é, sobre o que forma todas as coisas no nosso universo? Para entendermos um pouco mais sobre essa questão, realizem uma pesquisa, para ser discutida na próxima aula, abordando os seguintes tópicos:

1. Vocês já ouviram falar sobre o átomo? O que é o átomo e como ele é composto?
2. Os átomos possuem cargas? Em caso afirmativo, como elas se relacionam?
3. Como a humanidade lidou com esse tema, a composição da matéria, ao longo da sua história? Pesquisem sobre a história do desenvolvimento dos diversos modelos de átomos que foram propostos ao longo do tempo. Elaborem desenhos e esquemas representativos para esses modelos.

- a) Grupo 01 - modelo de Dalton
- b) Grupo 02 - modelo de Bohr
- c) Grupo 03 - modelo de Thomson
- d) Grupo 04 - modelo de Rutherford
- e) Grupo 05 - modelo de Bohr

Elaborem cartazes para ajudá-los na apresentação para a turma.

Tempo de duração

50 min.

6.2.2 Aula 2 - A Caixa Escura e a Construção de Modelos

Objetivo

Discutir o papel do desenvolvimento dos modelos para a compreensão da natureza e, com isso, discutir os modelos para o átomo, já que este é invisível ao olho humano.

Metodologia

Atividade investigativa em grupo.

Desenvolvimento da Atividade

Cada grupo recebeu uma caixa contendo um objeto, como a mostrada na figura (6.2). Para desvendar o que havia dentro da caixa os alunos precisavam desenhar o objeto sem vê-lo diretamente, em cada etapa da atividade.

A primeira etapa da atividade consistiu em balançar a caixa e, a partir das percepções do grupo, fazer um esboço representando o objeto dentro da caixa. A segunda etapa consistiu em, com a utilização de uma ferramenta externa, inspecionar o interior da caixa. Para isso foram usados dois palitos de bambu, que podiam ser inseridos dentro da caixa por pequenos buracos nas laterais, para tatear o objeto. Com essas novas observações, eles produziram um novo desenho para o objeto. A terceira etapa consistiu em tatear com a mão, através de buracos na caixa,

Figura 6.2 – Caixa preta recebida por cada grupo para trabalhar a ideia de modelos.



Fonte: Elaborado pelo autor a partir das ideias apresentadas por Brockington (2005).

cobertos por um tecido que impedia o contato direto com o objeto. Com essas novas observações, os alunos produziram novos desenhos. E, por fim, eles abriram a caixa e desenharam o objeto, comparando-o com os modelos anteriores.

Após essas etapas, os grupos discutiram, tentando elaborar uma explicação sobre a criação de modelos e o papel que eles desempenham para o desenvolvimento da ciência.

Atividade para casa – preparando para usar o aplicativo PhET

Para a próxima aula os estudantes foram orientados a trazer notebooks, tabletes ou celulares para trabalharem com o simulador PhET – Montagem de átomos, que deverá estar, de preferência, já instalado nos aparelhos.

Para isso, ele devem acessar o link disponível em: https://phet.colorado.edu/sims/html/build-an-atom/latest/build-an-atom_pt_BR.html, baixarem o simulador no aparelho e trazerem na próxima aula.

Tempo de duração

50 min.

6.2.3 Pandemia

O desenvolvimento da sequência teve início da forma como planejado. Porém, na véspera da terceira aula, houve a declaração da Organização Mundial de Saúde – OMS, de pandemia devido ao novo coronavírus, o SarsCov2, causador da COVID19, juntamente com o pedido do Ministério da Saúde do Brasil, pelo Ministro à época, Luiz Henrique Mandetta, de que a sociedade fizesse o isolamento social, pois a doença é altamente contagiosa e não tínhamos vacinas e nem tratamentos adequados. As escolas, públicas e privadas, de todos os níveis de ensino, pararam completamente as suas atividades presenciais.

A partir dessa aula, as atividades foram adaptadas para o formato virtual. Como será possível observar, foram introduzidas algumas aulas na proposta original para permitir o tempo necessário para a realização das adaptações, tanto para o professor quanto para os alunos e famílias.

As atividades que seriam desenvolvidas em grupo passaram a ser desenvolvidas de forma individual, usando recursos como o Zoom, o Google Meet, o Google Forms, entre outros.

Adaptações iniciais

As aulas a partir deste momento sofreram alterações por causa da pandemia. As produções presenciais mudaram para o mundo digital, o que exigiu um conjunto de adaptações. E essas adaptações dificultaram a produção em grupo dos alunos e também a forma de investigação que estava prevista originalmente na SD. Houve uma dificuldade inicial para o desenvolvimento dos conteúdos devido, tanto ao lado emocional de todos, abalado pela pandemia de Covid-19, quanto pela falta de meios de comunicação adequados, o que ocasionou a baixa presença dos alunos nas primeiras aulas remotas.

O processo de análise das Atividades Investigativas presenciais não foram possíveis nas aulas seguintes. O que podemos observar é a **interatividade** dos alunos com meios de comunicação virtuais. O uso destes recursos tecnológicos permitem uma maior participação dos alunos na sala de aula tanto em experiências no uso dos simuladores, quanto em busca de dados e pesquisas na internet. Desta forma identificamos uma mudança no desenvolvimento das atividades de Investigativa para Atividades Interativas na SD.

Nestas adaptações tentamos manter o papel dos alunos como pesquisadores em ciências, com atividades que estimulassem o trabalho de pesquisa autônoma. Toda a curiosidade, inteligência e esperteza, comum nesta faixa etária, foram direcionadas para a resolução de pro-

blemas e para a busca por maneiras de explicá-los ao demais colegas. Assim, os alunos tiveram a oportunidade de manifestar a presença de diferentes *indicadores* para cada situação, conforme o envolvimento com as tarefas previstas na SD.

Sequência Didática Adaptada

A notificação da suspensão das aulas presenciais ocorreu na véspera do que seria a terceira aula da SD - "Construindo Átomos". O colégio, onde foi desenvolvida a SD, levou mais de quarenta dias para regulamentar e oficializar um sistema para o desenvolvimento das aulas remotas. Neste período, houve duas notificações de antecipação das férias, no qual só a última se confirmou.

Nestas seis semanas, período de adaptação para o novo modelo de aulas do colégio - o remoto, foram desenvolvidas as aulas "Construindo Átomos" e "Distribuição Eletrônica dos Átomos", duas aulas com conteúdos fundamentais para o desenvolvimento da pesquisa e da própria SD. Essa adaptação, com carga horária reduzida e baixa frequência dos alunos (em média cinco alunos por sala), e dificuldades de comunicação, gerou muita dificuldade no desenvolvimento dos conteúdos, sendo necessária uma ampliação em três aulas - ou momentos, para criar um clima de estabilidade emocional, tanto dos alunos quanto dos pais, e assim, gerar o foco no desenvolvimento da SD. Nesse período inicial houve uma produção pelos alunos de conteúdo digital, com forte interferência dos pais e de material extraído diretamente da internet, sem ser filtrado pelo aluno da forma pretendida originalmente na SD.

Outro ponto a ser mencionado nesta adaptação abrupta é a dificuldade de conexão e desempenho dos alunos e pais com as tecnologias. Uso de e-mails, uso de aplicativos educacionais, formatação de computadores, celulares otimizados para uso diário com internet. Todos esses pontos tiveram interferência no desenvolvimento da SD.

A partir da aula que se tornou a oito, "Físico Quântico", há uma estabilidade na presença dos alunos gerada pela plataforma de aulas remotas disponibilizada pela escola e uma melhoria na comunicação, mas com canais de interação reduzidos pelo sistema remoto. Todas as atividades foram desenvolvidas pelos alunos em horários extras classe, já que o tempo reduzido das aulas ficaram diretamente ligados ao desenvolvimento das discussões de aulas anteriores e o desenvolvimento das atividades. As aulas investigativas com experimentos foram adaptadas para um modelo digital compatível com o desenvolvimento, embora a aula "Quebra-Cabeça", uma montagem de um quebra cabeça que dá alusão a formação da junção P-N, tenha sido desmem-

brada em duas aulas expositivas, uma dialógica, com manipulação de desenhos pelo professor e a segunda, demonstrativa, com apresentação de slides referentes a primeira.

Estas adaptações levaram a uma mudança metodológica para a SD. No primeiro momento havia sido planejada uma Sequência de Ensino Investigativa (SEI), porém, pela necessidade de adaptação perante a pandemia, podemos dizer que a sequência se transformou numa sequência didática com interatividade, pelo fato de não conseguirmos analisar as atividades investigativas presenciais e sim uma atividade interativa com recursos virtuais como simuladores, formulários e videoconferências, todos digitais.

A interrupção das aulas presenciais e a adaptação para aulas remotas estabeleceram uma redução de canais de comunicação entre os professores e os estudantes. Se pensarmos que na turma tínhamos cinco grupos com cinco alunos, mais o professor, poderíamos então dizer que cada grupo funcionaria como uma célula de discussão e o professor se conectaria com cada uma dessas células. Com a pandemia e as aulas remotas o canal de discussão se tornou apenas um. As atividades planejadas para serem desenvolvidas nos grupos foram profundamente alteradas.

O quadro (6.3) mostra como ficou o desenvolvimento das aulas adaptadas para a forma remota. Em vermelho aparecem as aulas inseridas por causa da pandemia, em azul aquelas que foram mais profundamente alteradas da sua proposta original e as em verde são aquelas com poucas alterações para o modelo remoto.

Serão apresentadas, a seguir, de forma detalhada cada uma das aulas desenvolvidas no formato remoto.

Quadro 6.3 – Aulas da SD adaptadas para o período de pandemia (ensino remoto). Em vermelho aparecem as aulas inseridas por causa da pandemia, em azul aquelas que foram mais profundamente alteradas da sua proposta original e as em verde com poucas alterações para o modelo remoto.

No	Aulas
01	Investigando Tecnologias Passadas
02	A Caixa Escura
03	Questionário sobre o átomo
04	Construindo Átomos
05	Texto Marcelo Gleiser
06	Distribuição Eletrônica
07	Revisão - O que estamos estudando?
08	Físico Quântico
09	Construindo Moléculas
10	Condutores e Isolantes
11	Quebra-cabeça
12	Material Intrínseco e Extrínseco
13	PhET Semicondutores
14	O que são Diodo, Transistores e Chips
15	Avaliação

Fonte: Autor (2021).

6.2.4 Aula 3 – Questionário sobre o Átomo

Com as suspensão das aulas presenciais pela Pandemia do Covid-19, foi preciso adaptar a SEI para o formato de aulas remotas. Por se tratar de um desenvolvimento de produto de uma pesquisa científica, optei por elaborar algumas questões para os alunos responderem para sedimentar o conhecimento sobre o átomo, dando ênfase as suas características e aumentar o contato dos alunos com a tabela periódica.

Os materiais dessa aula, vídeo e questionário, foram entregues aos alunos através da plataforma do colégio para suportes as aulas presenciais com entrega de materiais virtuais produzidos pelos professores. Também houve a nomeação do colégio, de dois alunos representantes de sala para entrega de conteúdo pelo *WhatsApp* e estes repassarem para os demais colegas de sala.

Objetivo

Promover o início das adaptações ao novo formato das aulas e introduzir uma discussão sobre a Tabela Periódica.

Metodologia

Uso de um vídeo sobre o átomo e sobre a tabela periódica, com um questionário, enviado por e-mail, para ser respondido de forma individual.

Desenvolvimento da Aula

Os alunos assistiram ao vídeo *O Que é um Átomo?*¹ do canal do YouTube Aula365 - Brasil², que apresenta as partículas que constituem o átomo e a tabela periódica. A partir do vídeo eles responderam a um questionário, com as seguintes perguntas:

1. Qual é a carga de um próton?
2. Qual é a carga de um elétron?
3. Qual é a carga de um nêutron?
4. Faça uma pesquisa sobre o que é o número atômico.
5. O que é uma tabela periódica? Para que ela serve?
6. O que são átomos metálicos?
7. O que são átomos não metálicos?

As respostas a essas questões foram enviadas pelos estudantes através do e-mail da escola.

Tempo de duração

Indeterminado

6.2.5 Aula 4 – Construindo Átomos

Esta aula está estruturada em duas partes, como mostra o quadro (6.4).

¹ Vídeos Educativos para Crianças, disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=_XgUZ5SuL18, acesso em 29 de março de 2021.

² Disponível em: <https://www.youtube.com/channel/UCI8qJCvG6BQWAoS3UYVvkMog>, acesso em 13 de julho de 2021.

Quadro 6.4 – Etapas da aula 4, com uma breve descrição da dinâmica e dos conteúdos previstos para cada etapa.

	Dinâmica	Conteúdo
Parte 1	Exibição de vídeo e questionário.	Elementos químicos e átomos.
Parte 2	Simulação computacional	Estrutura atômica.

Fonte: Autor (2021).

Objetivo

Desenvolver o conceito de estrutura atômica, discutindo: i) o que representam na tabela periódica o número de prótons, nêutrons e elétrons; ii) o núcleo atômico e a eletrosfera e iii) as cargas elétricas constituintes do átomo, entendendo suas interações.

Metodologia

Uso de vídeo, questionário e atividade interativa individual, com uso de um simulador PhET, previamente instalado nos computadores e similares dos alunos.

Desenvolvimento da Aula

A adaptação dessa aula para o formato remoto não introduziu mudanças no material disponibilizado para os alunos. Mas a interação professor-aluno e aluno-aluno foi bastante prejudicada. A princípio, gravei um pequeno vídeo, com cerca de *5min*, explicando aos alunos como seria desenvolvida a atividade. Esse vídeo foi enviado junto com as atividades, através da plataforma da escola e do *WhatsApp* dos representantes de turma. A entrega por parte dos alunos ocorreu através do *WhatsApp* e também do email da escola.

Para iniciar a discussão sobre os átomos, eles assistiram à um pequeno vídeo, com duração de cerca *2min41s*, do canal *O Incrível Pontinho Azul*: "Elementos Químicos - Os diferentes Tipos de Átomos"³, que fala sobre as partículas constituintes do átomo.

Após assistirem ao vídeo, eles responderam algumas perguntas, listadas a seguir:

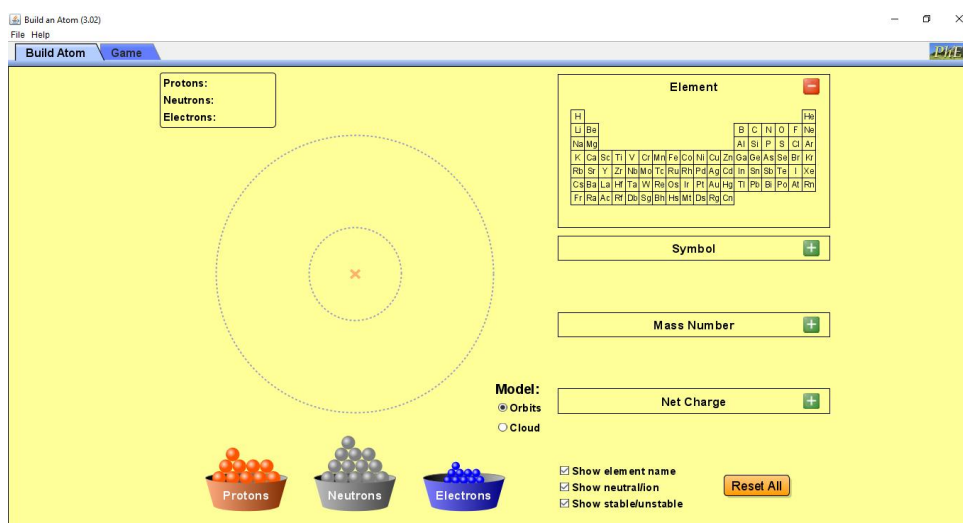
1. O que vocês entenderam como sendo um elemento químico?
2. Vocês já haviam ouvido falar sobre a Tabela Periódica? O que ela representa?
3. Quais são as informações que ela apresenta para nós?

³ Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=OZRxG2FIg7g>, acesso em 29 de março de 2021.

Foi disponibilizada também uma tabela periódica digital⁴ que apresenta as propriedades dos elementos químicos.

Em seguida, os alunos desenvolveram a atividade de simulação computacional, utilizando um pequeno roteiro, com o uso do PhET *Construindo Átomos*⁵, que consiste na montagem de um átomo virtual. A figura (6.3) mostra a tela inicial da simulação.

Figura 6.3 – Tela inicial da simulação PhET – Construindo Átomos.



Fonte: https://phet.colorado.edu/sims/html/build-an-atom/latest/build-an-atom_pt_BR.html.

Roteiro da Investigação

1. Acessem o link da simulação.
2. Entrem na aba “construir um átomo”;
 - a) Identifiquem as diferentes partículas que estão disponíveis para vocês montarem os seus átomos.
 - b) Do que foi discutido anteriormente, quais são as características de cada uma delas?
3. Seleccionem “modelo órbitas”;
 - a) No modelo de órbitas, o que representam as duas regiões distintas do átomo, o centro e as regiões pontilhadas?

⁴ Disponível em: <https://www.ptable.com>, acesso em 17 de março de 2021.

⁵ Disponível em: https://phet.colorado.edu/sims/html/build-an-atom/latest/build-an-atom_pt_BR.html, acesso em 29 de março de 2021

- b) Investiguem as condições para que as partículas disponíveis para a montagem dos átomos fiquem nas diferentes regiões do átomo. Elas podem ficar em qualquer lugar que vocês queiram colocá-las? Os elétrons podem ser colocados em qualquer posição?
4. Montem o núcleo de um átomo qualquer, mas apenas o núcleo.
- a) O que vocês podem dizer sobre esse átomo?
 - b) Ele representa qual elemento químico? Consultem a tabela periódica se tiverem dúvidas sobre isso.
 - c) Qual é o seu número atômico? Justifique.
 - d) Ele possui alguma carga elétrica? Qual? Justifique.
 - e) O que representa o número de massa de um átomo?
 - f) O que é preciso fazer para que ele seja um átomo neutro, isto é, com carga elétrica nula?
 - g) Identifiquem o átomo que vocês montaram e o localizem na Tabela Periódica (<https://www.ptable.com/>). Certifiquem-se de que o átomo finalizado por vocês seja eletricamente neutro e estável.
5. Agora, assinalem todos os boxes onde está escrito “ver”. Isso permitirá que vocês tenham acesso a uma série de informações que os auxiliarão nas discussões anteriores.
- a) Verifiquem se o átomo que vocês montaram é estável ou não. Justifiquem a resposta.
 - b) O que é preciso para que um átomo seja estável?
6. E, para finalizar, escrevam um pequeno texto, com cerca de 5 linhas, falando sobre as conclusões do grupo acerca da estabilidade de um átomo e sobre as características que esse átomo pode apresentar, tais como carga elétrica e massa.

Após eles terem feito e enviado as tarefas, foi realizada uma aula remota para discussão das atividades, com o uso da plataforma *Zoom Meeting* com duração de cerca de 20min.

Primeira Aula Remota – pequeno relato

Esta aula remota foi organizada, a princípio, como uma tentativa de manter contato e estabelecer uma discussão com os alunos sobre o conteúdo que estava sendo desenvolvido.

Abordei os alunos e a diretora do colégio sobre a possibilidade dela ser realizada no horário normal de aula, o que configuraria uma situação honesta com as aulas e estaria dentro dos horários de todos os envolvidos. Não consegui e então, agendei para a parte da tarde.

Como as turmas haviam sido organizadas em 5 grupos, planejei 10 minutos para cada grupo e já com o primeiro grupo, na primeira turma, esse tempo foi extrapolado. Outro ponto a se destacar é que a adesão por parte dos alunos foi baixa.

Com a segunda turma resolvi não dividir mais em grupos e conversar com todos em apenas um link. A adesão dos alunos foi um pouco melhor. Estiveram presentes 10 alunos ao todo nessa turma, de um total de 25. Houve um certo pré-conceito de alguns pais sobre as videoaulas, no início do trabalho remoto, o que pode ter interferido na participação de vários estudantes.

Alguns alunos tiveram dificuldades para ligar a câmera do celular ou do computador. Alguns ficaram presentes sem imagem e som, inertes, sem participação e alguns poucos se sentiram admirados pela possibilidade de conversar em grupo. A timidez de falar diretamente e discutir o conteúdo foi grande. Foi uma dificuldade fazer os alunos se comunicarem através dessa nova forma. A partir de algumas indagações, pude constatar que poucos alunos estavam a vontade com o uso de computadores e também do próprio simulador PhET, mas foi possível perceber que eles apresentavam um enriquecimento do vocabulário, com o uso de palavras científicas, mostrando um interesse por discutir questões científicas associadas com o mundo atômico. Mas, a grande maioria demonstrou uma certa dificuldade em lidar com esse novo tipo de fazer pedagógico e de comunicação. Apresentaram timidez, pouca facilidade para lidar com as definições dos prótons, elétrons e nêutrons e suas cargas. Dificuldades em acessar aplicativos que estão fora do senso comum (redes sociais) e, a grande maioria, não sabia lidar com e-mail.

Tempo de duração

Indeterminado.

6.2.6 Aula 5 – Texto: O Elétron e o Futebol

Esta é mais uma das aulas que foram inseridas por conta da necessidade das adaptações para o formato remoto. Na verdade, esta atividade, leitura do texto, estava prevista como uma tarefa de casa inicialmente. O texto seria entregue com antecedência e, na aula os alunos responderiam algumas questões, através de uma discussão no grande grupo. Com a pandemia, ele

foi enviado para casa com as questões, através da plataforma da escola e do *WhatsApp*, no dia anterior a aula.

Objetivo

Elaborar uma compreensão de que a matéria é formada por espaços vazios, discutindo também as dimensões atômicas.

Metodologia

Leitura e interpretação de texto.

Desenvolvimento da Aula

Embora houvesse uma certa resistência por partes dos pais para o uso de videoaulas, mantivemos as aulas pelo *Zoom Meeting*. O texto do Gleiser (2006) foi enviado aos alunos com antecedência para que eles lessem e respondessem em casa, as questões.

O texto *O elétron e o futebol* (GLEISER, 2006), apresentado a seguir, discute uma analogia entre o elétron no átomo e a bola de futebol no estádio, com o objetivo de discutir que a matéria é formada em sua maioria por espaços vazios.

O elétron e o futebol – Para a física do século 19, átomos não poderiam existir!

Marcelo Gleiser (GLEISER, 2006).

Outro dia, um amigo me fez uma pergunta aparentemente ingênua sobre o elétron. Como toda boa pergunta, por trás dela escondem-se grandes revelações. No caso, as ideias da física do século 20 que revolucionaram nossa concepção da matéria, lançando a sociedade na era atômica e digital.

– "Marcelo, se o elétron tem carga elétrica negativa, o próton positiva e cargas opostas se atraem, por que os elétrons nos átomos giram em torno dos prótons sem cair? O que os segura"?

A pergunta é inspirada pelo modelo do átomo como sendo uma espécie de mini sistema solar, com os elétrons girando em torno do núcleo como os planetas em torno do Sol. No caso dos planetas, a força responsável é a gravidade.

Por que os planetas não caem sobre o Sol? A explicação é bem diferente da dos átomos. Em vez de planetas girando em torno do Sol, vamos usar um exemplo mais palpável, uma pedra atraída pela Terra. Se soltarmos a pedra de certa altura, ela cai na vertical em direção ao centro

da Terra. Se atirmos a pedra na horizontal, ela já não cai mais na vertical, mas descreve uma curva parabólica. Quanto maior a velocidade da pedra na horizontal, mais longa a curva e mais longe ela cai. Um satélite em órbita em torno da Terra é como essa pedra; só que viajando a uma velocidade tão alta que continua sempre caindo, sem tocar no chão. Os planetas também são satélites "caindo" sobre o Sol. E por que não caem de vez? Por que no espaço não tem ar e, portanto, não tem atrito.

"Ah, então é isso? Os elétrons giram sem cair em torno do núcleo atômico porque não existe atrito no átomo?", perguntou meu amigo.

Infelizmente não é tão simples. A força elétrica é bem diferente da gravitacional. Quando uma carga gira em torno de outra, ela emite radiação e perde energia. Aos poucos, o elétron cairia sobre o núcleo com certeza. Essa é a conclusão à qual chegaríamos se usássemos a física do século 19 para descrever os átomos: segundo ela, os átomos não podem existir! A solução foi criar uma nova física, obedecida por objetos de dimensões atômicas. O mundo do muito pequeno obedece à leis muito diferentes das nossas.

Onde começar? Em 1913, Niels Bohr propôs a primeira extensão do modelo do átomo além de um mini sistema solar. Afirmou que o elétron não cai no núcleo porque não pode: suas órbitas são como degraus de uma escada. Podemos estar em um ou outro mas não entre dois. Imagine então o átomo como uma espécie de um minúsculo Maracanã. O núcleo fica no centro do gramado. Os elétrons podem correr em torno dos degraus da arquibancada. De vez em quando, pulam de um degrau a outro. Se vão para cima usam energia, para baixo, liberam energia.

Porém, os elétrons jamais podem sair da arquibancada e invadir o campo. Bohr não explicou o porquê da proibição. Mas o modelo funcionou bem o suficiente para que ficasse claro que ele tinha elementos da explicação final. Em 1925, foi proposto que o elétron não fosse uma simples bolinha de bilhar. Objetos de dimensões atômicas não podem ser descritos com imagens do nosso dia-a-dia. Não sabemos o que o elétron é. Apenas como se comporta, o que já é suficiente. E seu comportamento obedece ao princípio da incerteza, que diz que não podemos medir sua posição e velocidade com precisão arbitrária.

Ou seja, se acharmos que o elétron está pertinho do núcleo, já não está mais. Sua posição sempre vai ser incerta, numa espécie de vibração incessante. Feito uma partida de futebol; como vimos na Copa do Mundo passada, essa coisa de ser favorito é muito incerta também.

Discussão do texto

Apesar de não haver ocorrido uma discussão sobre o texto com os alunos, por questões de ordem prática, apresentamos os pontos que levantamos para serem discutidos, caso você realize essa atividade.

1. O texto “O elétron e o futebol” nos dá uma ideia de como os modelos explicam certas características do elétron. No parágrafo 02, 03 e 04, Gleiser (2006) faz uma analogia com o sistema solar, comparando a força de atração das cargas positiva e negativa com a força da gravidade. O que vocês entendem sobre a força de gravidade e qual é essa relação que o autor estabeleceu?
2. No parágrafo 10 aparece o nome do cientista Niels Bohr. Descrevam o que ele propôs ao mundo científico associado com os modelos atômicos?
3. Nos parágrafos 14, 15 e 16 Gleiser (2006) faz uma associação entre o elétron e o Brasil na Copa do mundo. O que ele quis explicar com isso?
4. Usamos um modelo de átomo para entendermos suas características, porém o que podemos afirmar sobre o modelo de bolinhas para entendermos o elétron?

Tempo de duração

Indeterminado.

6.2.7 Aula 6 – Distribuição eletrônica

Objetivo

Interpretar e discutir a distribuição dos elétrons nos átomos.

Metodologia

Atividade em grupo.

Adaptação para aula remota

Essa aula foi realizada utilizando o recurso digital *Zoom Meeting*, organizado pelo professor. Não havia ainda orientação da escola para realização das aulas com vídeoconferência.

Utilizamos as imagens das cartas, assim como as questões para guiar a discussão e que foram entregues por email. As mesmas questões de comunicação entre aluno e professor se repetem para a entrega das produções dos alunos. Muitos alunos passaram a utilizar o e-mail dos pais, com nome dos pais, sem indicação de sala e série, o que gerou muita dificuldade para se identificar as atividades. Cabe aqui ressaltar a resistência dos pais em deixar os alunos usarem formas de videoconferências para aulas e para o desenvolvimento dos trabalhos em grupo.

Desenvolvimento da Aula

Cada grupo recebeu, por e-mail e pela plataforma da escola, cinco cartas representando a distribuição eletrônica para cinco átomos diferentes e também um conjunto de questões. A figura (6.4) mostra os conjuntos de cartas elaboradas para esta atividade.

Figura 6.4 – Os quatro conjuntos das cartas como foram elaboradas para a atividade em sala de aula. Cada cor representa um grupo.



Fonte: Autor (2021).

A orientação dada aos alunos era para eles utilizarem a plataforma *Zoom Meeting* para se reunirem em grupos para a realização da tarefa. Mas isso não ocorreu. Houve uma forte resistência dos pais em deixarem eles utilizarem esse tipo de ferramenta. Portanto, a atividade acabou sendo expositiva. Também foi indicado para os alunos o uso da tabela periódica virtual, já usada em atividade anterior, disponível no link: <https://www.ptable.com/>.

As imagens das cartas foram compartilhadas na tela do computador e as questões foram usadas para guiar a discussão.

Questões orientadoras

1. Primeiramente, identifiquem os elementos químicos que estão desenhados nas cinco cartas que vocês receberam. Qual é o número atômico e o número de massa de cada um deles?
2. Relembrando as aulas passadas, o que é o número atômico?
3. Quantos elétrons tem na última camada de cada elemento e em qual coluna da tabela periódica o elemento se encontra?
4. Esse número de elétrons é o mesmo para todos os elementos?
5. Observem, pela tabela periódica, quantos elétrons tem cada átomo. O que determina a quantidade de elétrons no átomo e de que maneira isso tem relação com a quantidade de prótons?
6. Vocês conseguem identificar algum padrão para o preenchimento das camadas com os elétrons? Lembrem-se da simulação da última aula.
7. Quantos elétrons tem na primeira camada em volta do núcleo? Em todos os átomos esse número é o mesmo? Porque?
8. Porque cada átomo tem quantidades diferentes de elétrons e na última camada?
9. Na opinião de vocês, comparando a força de atração entre prótons e os elétrons da última camada e os elétrons da camada mais próxima do núcleo, qual deve ser maior? Porque?
10. Quais conclusões vocês conseguem elaborar a partir dessas discussões, sobre a distribuição dos elétrons em torno do núcleo? Será que existe alguma regra para essa distribuição ou ela é aleatória? O que vocês acham?

A aula remota no início da pandemia

Permaneci com a insistência e mantive as videoaulas, mesmo com alguns avisos de pais e escola sobre hackers invadirem computadores dos alunos pelo *Zoom Meeting*... o melhor caminho para seguir a SD.

Esta aula foi elaborada com o auxílio de cartas com desenhos de átomos no modelo de Bohr. Notei que teria uma facilidade de aplicação em aulas virtuais, já que a imagem das cartas

junto com o questionário são o ponto de análise e geração de discussão sobre a distribuição eletrônica dos átomos.

Como o desenho das cartas foi feito por mim, utilizei os desenhos em alta resolução no editor de texto e adaptei para o trabalho em grupo. Montei a atividade em um arquivo, junto com o questionário, para desenvolver a discussão entre os alunos e coloquei os nomes de cada grupo em um arquivo específico de modo que cada um deles tinha um jogo de cartas diferente dos demais. Ou seja, cada grupo tinha uma discussão com diferentes átomos. Da mesma forma que ocorreria se a aula fosse presencial.

Criei sub salas para cada grupo no *Zoom Meeting* com o tempo de trabalho de 20 minutos e um tempo igual de 20 minutos, para a discussão com a sala inteira sobre a distribuição eletrônica. As respostas de cada grupo foram enviadas por e-mail. Ou seja, a adaptação para o modelo remoto foi pensada numa forma para ter uma semelhança com a aula presencial.

A adesão dos alunos foi muito baixa. Como plano B, pedi aos alunos presentes que passassem para seus colegas nos grupos de *WhatsApp* da escola para juntarem os grupos e enviar até em dois dias os questionários respondidos. Muitos alunos enviaram a atividade individualmente. Mesmo pedindo que fosse em grupo, a maioria da entrega foi individual. Talvez pelo fato da maioria dos professores estarem passando tarefas individuais pela nova adaptação virtual.

Embora o trabalho desenvolvido seja numa escola particular, muitas pessoas ainda não tinham uma internet com conexão boa para suportar vídeos e ou ficar muito tempo conectado. Os planos de conexões de *smartphones* dos pais ou responsáveis não dão conta do mundo virtual para um curso de Ensino Fundamental durante uma semana para os filhos. Os próprios alunos ainda não conseguem se adequar rapidamente a uma mudança tão brusca como a que ocorreu nesta pandemia.

Tempo de duração

Indeterminado.

6.2.8 Aula 7 – Produção de Texto

Objetivo

Avaliar os conhecimentos adquiridos pelos alunos até o momento.

Metodologia

Produção de texto em grupo.

Adaptação para aula remota

Como o Colégio ainda não tinha uma estrutura de organização para as aulas remotas, houve a necessidade de uma antecipação das férias de julho. Para essa notificação foi marcada uma reunião entre os professores e os diretores do colégio no horário das aulas matutinas, comprometendo o horário da aula. Assim, optamos por trabalhar com um texto produzido pelos alunos sobre uma revisão do que foi trabalhado até então.

Desenvolvimento da Aula

Foi solicitado que os alunos produzissem um texto em grupo, com o mínimo de 12 e o máximo de 20 linhas, descrevendo o que estudamos até o momento e qual o objetivo de nossos estudos.

Essa aula/atividade foi introduzida na SD, como forma de atividade para os alunos, pois o colégio marcou uma reunião sobre a antecipação das férias de julho para abril de 2020 no horário da nossa aula com as turmas. Por isso, usamos esse momento como forma de manter os alunos em atividade e aproveitamos para avaliar como os alunos se desenvolveram com o conteúdo até então. Ressaltamos que esta aula não é essencial para a sequência de ensino, podendo ser suprimida sem prejuízo ao desenvolvimento da sequência.

Os textos dos alunos

Os textos produzidos pelos alunos, entregues para essa atividade, em sua maioria descrevem a importância do átomo e da tabela periódica, o que demonstra um certo engajamento dos estudantes. Porém, as aulas do início do ano sobre desmatamento e exploração mineral, assim como as aulas sobre os materiais e a analogia sobre modelos não são citados na maioria dos textos.

Aqui cabe uma reflexão. Talvez seja mais fácil os alunos descreverem o que estudaram nas últimas aulas, ou talvez a mudança brusca na forma das aulas presenciais para remotas, fez com que os alunos apenas citassem o conteúdo presente na pandemia, como se não importassem

as aulas anteriores. Dá para notar uma certa pesquisa na internet sobre o conteúdo para a montagem do texto. O que de certa forma ajuda a sedimentar o conteúdo trabalhado em aulas.

Tempo de duração

Indeterminado.

6.2.9 Aula 8 – O Físico Quântico

Objetivo

Interpretar o processo de decaimento do elétron, com a emissão de um fóton e discutir o conceito de quantização da energia.

Metodologia

Aula expositiva dialogada.

Adaptação para aula remota

Esta aula se tornou uma aula expositiva. Foi a primeira aula realizada utilizando o *Google Suíte* com o *Classroom* e o *Google Meet*, depois de um recesso de 15 dias no qual os professores fizeram cursos de capacitação para uso do *Google Suíte*.

Desenvolvimento da Aula

Originalmente, esta aula deveria envolver uma atividade investigativa em grupos, com análise de um vídeo e de um infográfico. Por causa da pandemia, ela se transformou em uma aula expositiva.

Havia uma insegurança geral com relação as transmissões e veiculação de vídeos pelo *Google Meet*. A formação de grupos virtuais extras não era previsto nessa plataforma, apenas pelo *Zoom Meeting* e, mesmo assim, já era difícil a monitoração do professor para captação de dados.

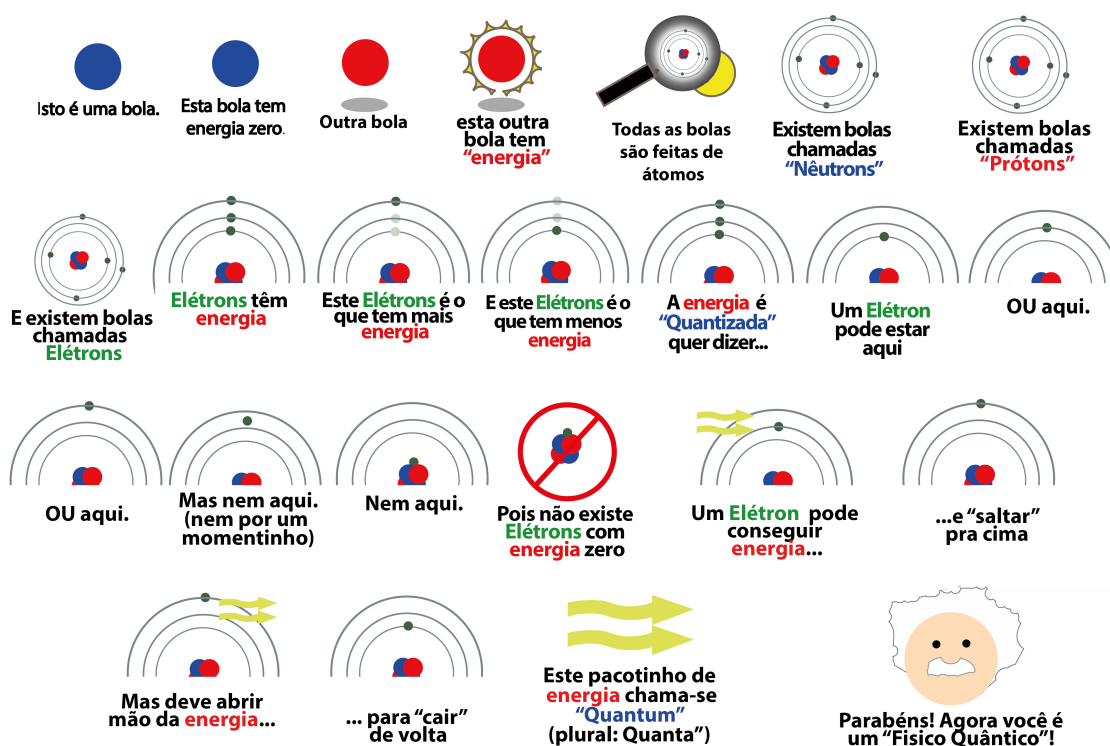
Os alunos também tiveram dificuldades no desenvolvimento das tarefas pelo sistema de grupos virtuais *Zoom Meeting* e durante as aulas, pedindo para trabalharem com os grupos em horários extra sala de aula. Muito provavelmente o desenvolvimento dos trabalhos dos grupos foi feito pelo *WhatsApp*, plataforma mais conhecida por eles.

A aula iniciou com uma apresentação das novas ferramentas digitais, para que os alunos se familiarizassem com o novo ambiente. Na sequência, abordamos o tema da aula, apresentando o seguinte questionamento: de onde vem e qual é o significado da palavra quântico?

Logo após essa discussão inicial, foi apresentado o vídeo *Elétrons – e as cores dos fogos de artifício*⁶, com 2min49s de duração. O vídeo fala sobre a excitação do elétron e a perda de energia, que ocorre pela mudança entre camadas eletrônicas, que é o salto quântico. E essa liberação de energia se dá com a liberação do fóton (luz), com uma frequência específica. Por isso as diferentes cores dos fogos de artifício. A partir da discussão sobre a produção de luz laranja com sal de cozinha na chama do fogão, apresentada no vídeo, os alunos discutiram a ideia do fóton.

Para finalizar a discussão, foi apresentado o Infográfico *O Físico Quântico*, mostrado na figura (6.5), que resume algumas ideias e símbolos para a apropriação do conceito de quantização de energia e mudança de camadas eletrônicas do elétron, o que resulta na produção do fóton.

Figura 6.5 – Infográfico *O Físico Quântico*, que apresenta um resumo da ideia da quantização da energia e da dualidade onda-partícula para o elétron.



Fonte: Adaptada pelo autor a partir de imagem recebida por comunicação privada (2021).

⁶ Canal Incrível Pontinho Azul, disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=Erk_D4AQXPA, acesso em 30 de julho de 2021.

As questões apresentadas a seguir foram usadas para iniciar a discussão.

Questões iniciais

1. Vocês sabem o que é um infográfico?
2. Para que ele serve?
3. No nosso caso, ele será usado para nos ajudar a entender a quantização de energia do elétron. Primeiramente, o que vocês entendem por quantização?

A imagem apresentada na figura (6.5) mostra, de forma esquemática, o processo de energização de um elétron, isto é, o processo através do qual ele ganha ou perde energia, e a correspondente produção de luz, quando esse elétron volta para a sua posição original.

Após apresentar o Infográfico para a turma, eles deram início as discussões orientadas pelas seguintes questões:

Questões orientadoras sobre o infográfico

1. Localizem no Infográfico os elétrons, os prótons e os nêutrons. Lembrem-se das nossas atividades anteriores!
2. De acordo com o que vocês já viram nas aulas anteriores, em que locais do átomo essas partículas podem estar localizadas?
3. Onde cada uma delas não pode estar?
4. Escrevam um pequeno texto contando a história do Físico Quântico, mostrada no Infográfico. Preparem-se para apresentá-la para a turma.

Primeira Aula no Google Meet

Iniciei a aula sobre o tema:

_O tema da nossa aula é “O Físico Quântico”. Alguém sabe me dizer de qual origem vem o pré-fixo dessa palavra “quântico” o que significa?

Esta foi a pergunta que deu início a discussão na aula e a aluna EM respondeu:

_Acho que significa quantidade.

Com uma plataforma de trabalho estabelecida pelo colégio, a participação dos alunos ocorreu muito bem. Se antes existia uma dificuldade, agora boa parte dos alunos demonstraram certo interesse e curiosidade em estar em aulas num sistema remoto.

Como as salas são fixas, há somente a troca de professores para as aulas com um intervalo de dez minutos, quando entramos na sala, os alunos estão lá se divertindo e fazendo as bagunças de crianças normalmente, o que dá um calor humano nas salas virtuais. Isto se deve ao reencontro com os colegas, mesmo que seja virtual. As aulas por videoconferência não tinham todos os alunos presentes. Ao conversar com os alunos virtualmente, nota-se um amadurecimento sobre a concepção acerca da estrutura do átomo. O que é a eletrosfera, o elétron, o próton e o nêutron e suas interações.

Desde o início do desenvolvimento da Sequência Didática, quando apresentamos o problema – Que material é esse?, podemos perceber que o vocabulário dos alunos sobre as partes que constituem o átomo estão começando a sedimentar. O amadurecimento para partir para outra fase, que é a montagem da molécula, parece ser condizente com o que havia sido planejado.

Os alunos tiveram dificuldades para entender que o fogo, mostrado no vídeo, atua como fonte de energia (energia térmica). A grande maioria entendia o fogo como luz apenas.

Para a interpretação do infográfico os alunos discutiram bem, aparentemente sem um problema ou dificuldade específicos.

Tempo de duração

30 min.

6.2.10 Aula 9 – Construindo Moléculas

Objetivo

Discutir a regra do octeto para preenchimento da camada de valência e introduzir o conceito de banda de valência e de banda de condução.

Metodologia

Atividade em grupo com exibição de vídeo e uso de um simulador PhET.

Adaptação para aula remota

Esta é uma aula que também utiliza muitos recursos digitais. Todas as atividades partem de mídias que podem e devem ser veiculadas pelo computador, como o simulador PhET. Porém, uma atividade dinâmica que estava prevista, onde criaríamos com os alunos uma "camada de cristalização humana do Grafeno", foi suprimida, pelo fato do isolamento social. Essa dinâmica estava associada à uma questão de socialização e diversão para os alunos, como se cada um fosse um átomo de carbono, o que traria uma reflexão sobre a estrutura tridimensional do átomo. A adaptação dessa aula para o formato remoto não teve muitas mudanças. Utilizamos links pelo *Google Classroom*, arquivos e vídeos. As questões de formação de grupos para os alunos compartilharem seus pensamentos e suas questões entre os grupos foram falhas, não há como montar grupos durante as aulas remotas e ao mesmo tempo monitorá-los, ainda mais com um tempo reduzido de aula.

Desenvolvimento da Aula

Iniciamos a aula com uma roda de conversa para fazermos uma revisão sobre o que já havia sido trabalhado até o momento. Os alunos assistiram a mais um vídeo, *Substância – juntando os átomos e formando moléculas*⁷, com duração de 2min14s. O vídeo demonstra os compartilhamentos eletrônicos na camada de valência para a formação de moléculas.

Como o vídeo se refere as moléculas simples e compostas e aborda a formação dos gases, usamos algumas questões com a tabela periódica virtual.

1. Vocês conseguem localizar na Tabela Periódica⁸ onde estão os chamados gases nobres?
2. Por que será que eles são chamados de nobres?

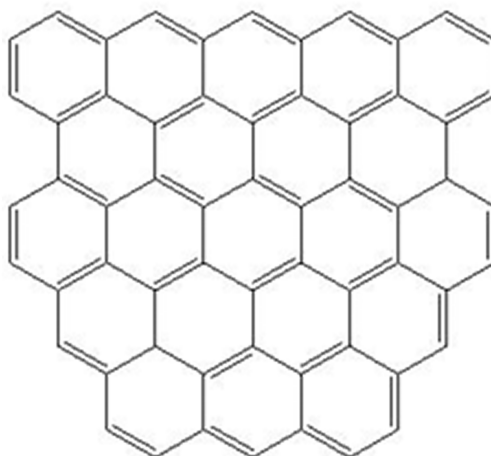
Após a exibição do vídeo, discutimos os conceitos da regra do octeto, da banda de valência e da banda de condução.

Havia a proposta de realização de uma dinâmica com os alunos para a montagem de uma folha de *grafeno humano*, simulando o desenho das ligações entre os átomos de carbono, mostradas na figura (6.6) na qual, cada aluno seria um átomo de carbono. Mas, por causa das circunstâncias, essa atividade não foi realizada. Mas fica como sugestão!

⁷ Canal *O Incrível Pontinho Azul*, disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=KsW4VdWDHMY>, acesso em 30 de março de 2021.

⁸ Disponível em: <https://www.ptable.com>, acesso em 11 de agosto de 2021.

Figura 6.6 – Representação esquemática das ligações covalentes presentes no grafeno.



Folha de Grafeno

Fonte: Autor (2021).

Por fim, os alunos montaram algumas moléculas com o auxílio do Simulador PhET de construção de moléculas⁹, e de um roteiro para se familiarizarem com o aplicativo.

Roteiro para uso do aplicativo PhET

1. Primeira Tarefa: construir as moléculas da coleção 01, que são: água, gás oxigênio, gás hidrogênio, dióxido de carbono e gás nitrogênio.
 - a) Primeiramente, identifiquem quais são os elementos químicos que compõem cada uma das moléculas e quantos átomos de cada um são necessários para configurar a molécula solicitada.
 - b) Agora construam as moléculas da coleção 1.

⁹ Disponível em: https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/legacy/build-a-molecule, acesso em 01 de agosto de 2020.

- c) Usando as cartas com as informações sobre as distribuições eletrônicas dos átomos, desenhem como ficam as ligações químicas entre os elementos que compõem cada molécula que vocês construíram.
2. Segunda Tarefa: construir as moléculas da coleção 1, solicitadas na aba “Coleta Múltipla”, que são: 2 de dióxido de carbono, 2 do gás oxigênio, 4 do gás hidrogênio e 2 de amoníaco.
- a) Desenhem como ficam as ligações químicas entre os elementos que compõem cada molécula que vocês construíram. Compare-as com as da coleção anterior.
3. Terceira Tarefa: abra a aba “Moléculas Maiores” e tentem construir algumas delas. Para isso vocês podem usar as cartas com as distribuições eletrônicas dos elementos. Para todas as moléculas que vocês conseguirem montar, façam os desenhos das ligações químicas entre os elementos.

Desenvolvimento da Atividade

A aula iniciou com uma discussão, provocada pelos alunos, que haviam pesquisado na internet sobre Física Quântica e, ao tentarem responder ao questionário sobre o infográfico, não conseguiram desenvolver as respostas. Após essa discussão fizemos uma revisão geral do que foi discutido e demos início as atividades previstas.

Os alunos assistiram ao vídeo - "O Incrível Pontinho Azul - Moléculas" e, após a exibição do vídeo, realizamos uma roda de conversa para discutir a regra do octeto, o conceito de banda de valência e de banda de condução. Após a conversa passamos para a montagem das moléculas no *Simulador PhET*. A produção de respostas do questionário foi organizada no *Google Forms*.

Tempo de duração

30 min.

6.2.11 Aula 10 – Condutores e Isolantes

Objetivo

Conceituar o processo de condução de eletricidade em meios materiais, diferenciando os materiais que conduzem dos que não conduzem eletricidade.

Metodologia

Atividade experimental virtual, com uso de um simulador.

Adaptação para aula remota

Para essa aula, utilizamos o PhET Simulador Circuito elétrico para substituir a montagem presencial dos alunos. Estamos seguindo o projeto inicial e, para isso, substituímos o kit elaborado para trabalhar em sala pelo PhET Simulador. Muitos alunos não conseguiram rodar o PhET por falta do plug-in Java. Mas boa parte deles conseguiu realizar as montagens sugeridas.

Desenvolvimento da Aula

Para essa aula, utilizamos o simulador PhET de circuito elétrico¹⁰ para substituir a montagem experimental, prevista inicialmente.

Ao iniciar a aula foi necessário discutir com os alunos alguns problemas que eles estavam tendo para entrar na sala de aula remota. Muitos alunos logaram como desconhecido, ou com o nome dos pais, tios e avós, o que gerou um problema de identificação.

Na sequência, passamos para uma roda de conversa para fazermos uma revisão sobre o que já havia sido trabalhado até o momento. Após a discussão foi apresentado aos alunos o simulador do PhET para circuito elétrico¹¹, em substituição ao kit experimental¹¹.

Após a montagem do circuito os alunos utilizaram os materiais virtuais dentro do simulador PhET, como borracha, cliques, nota de dinheiro, moeda, tampa de caneta, lápis de grafite, entre outros, identificando quais são condutores e quais são isolantes. Após a montagem eles responderam ao questionário a seguir:

Questionário

1. Com quais materiais vocês conseguem acender a lâmpada e com quais isso não é possível? Tente construir uma explicação para essas observações.
2. Quais são as diferenças entre os materiais que permitiram e os que não permitiram acender a lâmpada? Faça uma lista.

¹⁰ Disponível em: https://phet.colorado.edu/sims/html/circuit-construction-kit-dc-virtual-lab/latest/circuit-construction-kit-dc-virtual-lab_pt_BR.html, acesso em 30 de março de 2021.

¹¹ kit que seria distribuído para cada grupo, contendo pilhas, fios, LED, interruptores, resistores e *proto-board* para a montagem de um circuito.

3. O que faz a lâmpada acender?
4. Elaborem no grupo um modelo que explique porque um material conduz eletricidade e outro não?
5. Dá para sabermos a composição química de cada um desses materiais?
6. Vocês já pararam para pensar sobre o que gera a energia elétrica? Tente construir uma explicação para essa questão.
7. Vocês já ouviram falar de corrente elétrica? O que o grupo entende que seja a corrente elétrica?
8. Como podemos denominar os materiais que não conduzem eletricidade? E os que conduzem?

Esse questionário, organizado no *Google Forms*, foi encaminhado por eles para posterior correção.

Caso você queira realizar a atividade experimental, ela está descrita na seção a seguir.

Discussão sobre a aula

A discussão sobre a importância de logar com o próprio nome consumiu muito tempo, o que fez com que fizéssemos apenas a demonstração das atividades para os alunos.

Em seguida, pedi a eles uma explicação sobre o que era a camada de valência de um átomo e nesta explicação dos alunos formei um gancho para trabalhar os tipos de moléculas simples e compostas e como isso forma as matérias que temos no nosso dia dia.

Gerar essa discussão sobre a camada de valência também pode criar um gancho para relembrar uma questão sobre corrente elétrica: _Quando é que um elétron deixa o átomo?

Com essa questão o aluno passa a criar um modelo de possibilidade da camada de condução, elétrons livres o que pode levá-los a formular uma ideia da corrente elétrica.

Tempo de duração

30 min.

6.2.12 Aula 11 – Quebra Cabeça

Objetivo

Compreender a diferença entre um material intrínseco e um material extrínseco.

Metodologia

Aula expositiva.

Adaptação para Aula Remota

Aula desmembrada em duas com auxílio de software de manipulação de imagem (Photoshop (Adobe)) e slides.

Desenvolvimento da Aula

A aula teve início com uma discussão sobre materiais isolantes e materiais condutores, o que direcionou a discussão para energia elétrica e, conseqüentemente, para corrente elétrica.

Após essa discussão inicial, foi demonstrado, através do uso de imagens, como mostrada na figura (6.7), como ocorre a formação de um material denominado de intrínseco e outro denominado de extrínseco, dando ênfase nos diferentes tipos de ligação, destacando a quantidade de cargas presentes no material e também discutindo sobre a sua estabilidade, sobre os possíveis movimentos dos elétrons. A todo o momento era chamada a atenção também para os conceitos de banda de valência e de condução.

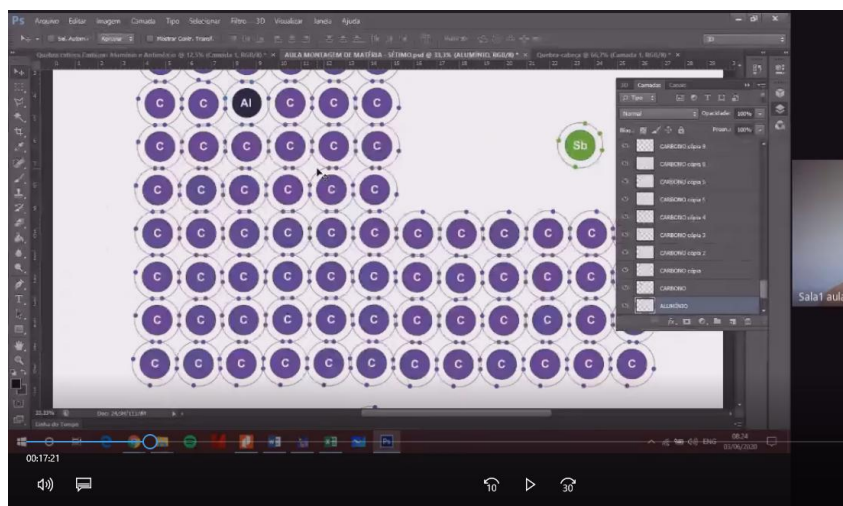
Ao final, foi disponibilizado, via *Google Forms*, o questionário dessa parte da aula.

Questionário

1. Comparem o número de elétrons e o número de prótons dos átomos que formam o nosso quebra-cabeça. Lembrem-se das cartas que usamos em uma atividade anterior, mostradas na figura (6.4).
2. Lembrando das cargas atribuídas aos elétrons e aos prótons, o nosso quebra-cabeça tem saldo positivo ou negativo?
3. Se vocês olharem para regiões específicas do quebra-cabeça, tem alguma diferença nesse saldo parcial de cargas? Expliquem.

4. O que podemos concluir sobre os materiais que o quebra-cabeça representa? Quais são as características que vocês conseguem destacar?
5. Como poderíamos nomear essas porções de matéria (diferentes) que formam o quebra-cabeça, levando em conta o saldo de cargas de cada uma delas?
6. Quando os materiais são intrínsecos (puro) temos um material classificado como isolante. Quando temos um material extrínseco (impuro), formado por duas ligas com cargas diferentes, ele adquire propriedades especiais. Levando em consideração as observações de vocês nas questões anteriores, classifiquem que tipo de material é esse, se ele é um isolante ou um condutor.
7. Deem um nome a esse material e expliquem com suas palavras as características que ele deve ter.

Figura 6.7 – Captura da tela do computador mostrando o manuseio das imagens dos quebra-cabeças, usando o programa Photoshop (Adobe), para auxiliar na discussão sobre os materiais intrínseco e extrínseco.



Fonte: Autor (2021).

Aula presencial

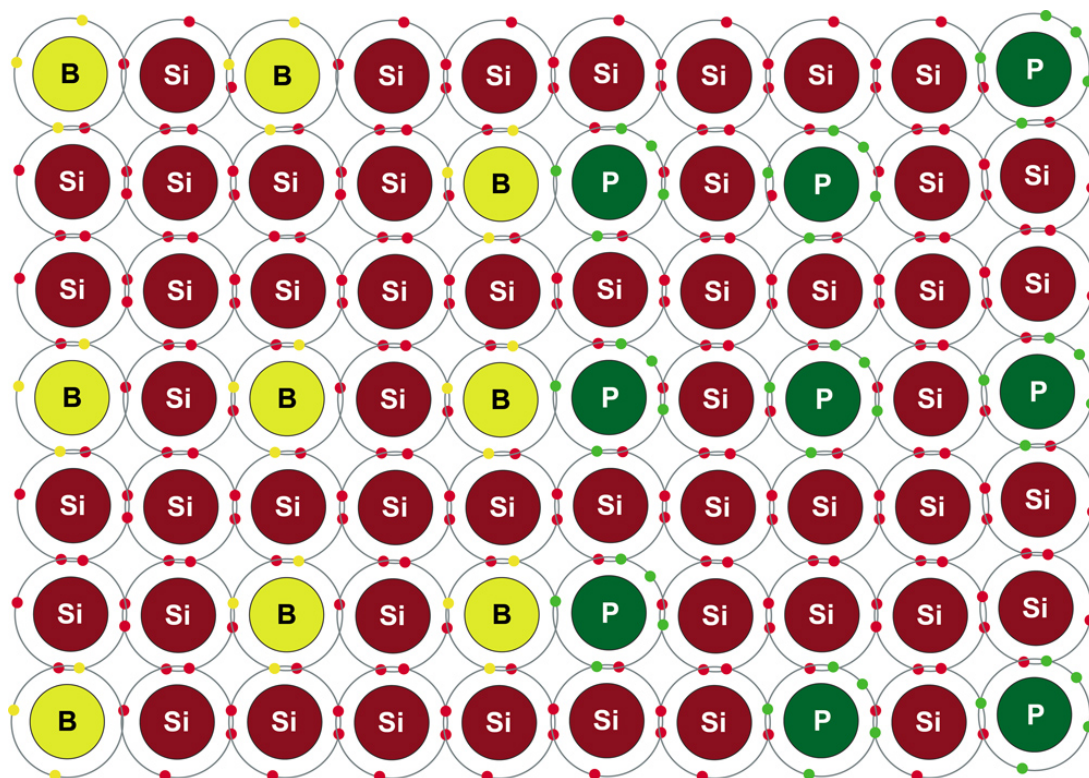
No caso da realização dessa atividade em sala de aula, a proposta envolve a montagem de quebra-cabeças com materiais diferentes, conforme descrito no apêndice (A), ao invés da aula expositiva, com os slides.

As orientações para a montagem dos quebra-cabeças pelos alunos são:

Cada grupo receberá um quebra-cabeça e deverá montá-lo. Após a montagem será feita uma análise do desenho e das ligações entre os átomos. Os alunos devem ser orientados a formularem os tipos de junções P-N.

As figuras (6.8 e 6.9) mostram os dois quebra-cabeças montados.

Figura 6.8 – Quebra-cabeça composto por átomos de Silício (Si), Boro (B) e Fósforo (P).



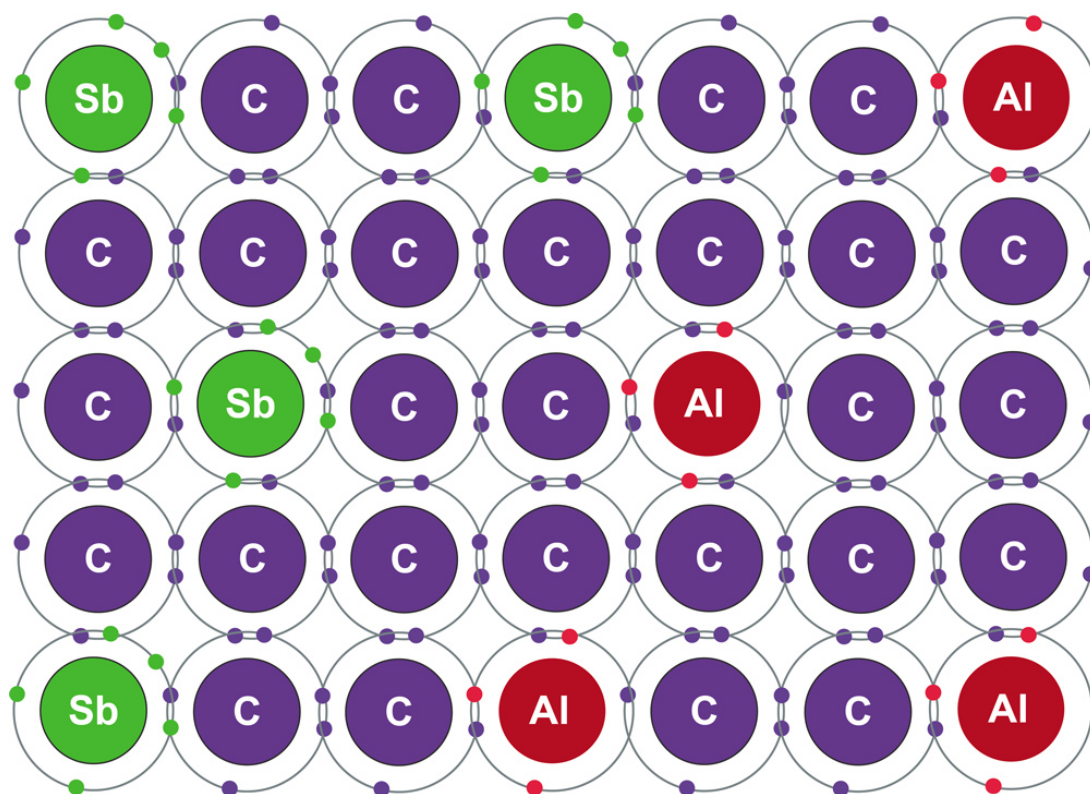
Fonte: Autor (2020).

Discussão sobre a aula

A discussão inicial sobre a aula anterior teve uma função que foi fazer com que os alunos elaborassem um modelo do que seria a corrente elétrica. A questão feita para os alunos foi: *‘Alguém aqui consegue me falar o que que é corrente elétrica?’* Vários pensamentos foram relatados. O mais comum entre os alunos é que existem vários materiais que transmitem energias, como se os condutores levassem essas energias nos dois polos e ao se encontrar no objeto provocassem o evento.

Para desenvolver a aula expositiva, compartilhei minha tela e usei um editor de imagens (Photoshop) com um desenho de um átomo de carbono, um de alumínio e um de antimônio, todos com a camada de valência, todos no modelo de Bohr.

Figura 6.9 – Quebra-cabeça composto por átomos de Carbono (C), Alumínio (Al) e Antimônio (Sb).



Fonte: Autor (2020).

Como os desenhos estavam recortados com o fundo transparente no formato de vetores¹², pude duplicar os desenhos de carbono com a camada de valência e fui montado uma cadeia preenchendo com oito elétrons a camada de valência para formar a matéria.

Montei a tela inteira, perguntei se aquela matéria formada era pura ou impura. Também perguntei se as cargas elétricas da matéria estavam balanceadas ou desbalanceadas. Iniciamos essa discussão sobre balanceamentos de cargas.

Após essa discussão retirei um átomo do centro da tela e coloquei um átomo de alumínio. Voltamos a discussão novamente sobre cargas elétricas estarem balanceadas e desbalanceadas. Pedi que desenvolvêssemos um símbolo para designar o tipo de matéria que estávamos vendo, se era positiva ou negativa.

Após essa discussão retirei o desenho do átomo de alumínio e substituí pelo de antimônio e voltamos a discutir sobre as cargas da matéria. Pedi novamente para designar o tipo de matéria que era aquela.

Pelo fato das discussões em sala serem intensas não consegui finalizar a aula para montar uma junção p-n, que ficou para aula seguinte.

¹² Formato do arquivo da imagem que permite a edição.

Tempo de duração

30 min.

6.2.13 Aula 12 – Intrínseco e Extrínseco**Objetivo**

Consolidar os conceitos de material intrínseco e extrínseco e suas características, conceituando a junção *pn*.

Metodologia

Aula expositiva dialogada.

Adaptação para Aula Remota

Aula desmembrada em duas com auxílio de software de manipulação de imagem e slides.

Desenvolvimento da Aula

A aula começou com uma pergunta sobre a diferença entre os materiais intrínseco e extrínseco. Após um silêncio prolongado, comecei a fazer um resumo sobre a estrutura do átomo, iniciando uma discussão sobre o que seria um material intrínseco e/ou extrínseco. Mostrei, com o uso de slides, a formação da estrutura cristalina de um sólido intrínseco e de outro extrínseco, retomando as respostas dos alunos na atividade anterior. Através de um diálogo, discuti sobre a distribuição eletrônica de cada átomo, usando a regra do octeto, e chegando a ideia de cargas livres do sólido. Nessa atividade foi possível rever as questões dos alunos elaboradas na última aula. A figura (6.10) ilustra o tipo de slide que foi utilizado nessa discussão.

A condutividade elétrica nesses materiais ocorre devido as impurezas injetadas. Se na camada de valência sobrar elétrons essa matéria passa a ter em seu somatório de cargas elétricas uma característica que definimos como negativa, como no caso da cristalização do Silício (Si), com 4 elétrons na última camada, com o Fósforo (P), com 5 elétrons na última camada, somando 9 elétrons na camada de valência. Dizemos que a matéria cristalizada está negativa (n), isto é, com excesso de elétrons.

Figura 6.10 – Imagem ilustrativa mostrando um dos slides usados nesta aula.

CRISTALIZAÇÃO DA MATÉRIA

▶ **EXTRÍNSECO**
(Matéria impura)

▶ Essa matéria está **NEUTRA** em relação as cargas?

O que tem aqui?

Fonte: Autor (2021).

Se a injeção de materiais na cristalização da matéria estiver faltando elétrons na camada de valência, que chamamos de lacunas ou buracos, ela passa a ter características positivas (p) como é o caso da cristalização do Silício (Si) com 4 elétrons na última camada, com o Boro (B), com 3 elétrons na última camada, somando assim 7 elétrons na camada de valência. Dessa forma, dizemos que a matéria cristalizada tem características positivas (p).

Nesses materiais a condutividade não é devida apenas aos elétrons que passam da banda de valência para a banda de condução. As lacunas existentes na banda de valência também são importantes para a mobilidade dos elétrons. Assim, é por essa importância, que representamos a matéria com excessos de lacunas como P e as com excesso de elétrons como N. Quando tivermos duas matérias, com cargas opostas, cristalizadas juntas, dizemos que estamos diante de uma junção *pn*.

A produção de respostas do questionário foi organizada no *Google Forms*.

Discussão sobre a aula

A elaboração de uma resposta para a pergunta: Qual é a diferença entre os materiais intrínseco e extrínseco? acabou sendo uma tarefa muito profunda para os alunos. Essa foi a pergunta que usamos para iniciar essa aula. Os alunos ficaram um tempo calados e depois tentaram elaborar uma resposta buscando conhecimento sobre o assunto.

Embora tenha sido discutido na aula anterior, o desmembramento em duas aulas, para a discussão dos conceitos de intrínseco e extrínseco e as junções p-n, foi acertado num momento

de aulas remotas. As discussões sobre dopagem do material numa aula investigativa em sala de aula, desenvolveria uma discussão mais aprofundada com os alunos pela metodologia, diferente da exposição só de conteúdos.

Uma segunda aula reforçando a aula de montagem dos quebra-cabeças produz, com certeza gera um aprofundamento mais pertinente aos alunos para a sedimentação e formulação desses conceitos.

O uso de imagens nos slides facilita a compreensão dos alunos sobre o assunto, mas nessa fase o aluno ainda tem a necessidade de manusear algo concreto. Objetos físicos estão mais próximos do senso comum do aluno do que algo abstrato. E é por isso que foi elaborado a montagem do quebra-cabeça para discutir a dopagem e a junção p-n. Explorar o senso comum dos alunos para ir além nas discussões desses conceitos é um caminho democrático com o aluno.

Tempo de duração

30 min.

6.2.14 Aula 13 – Funcionamento de um Semicondutor

Objetivo

Discutir a dependência da corrente elétrica com a variação da tensão elétrica em um circuito com diferentes configurações. Discutir também o papel dos materiais dopantes em um dispositivo feito de um material semicondutor.

Metodologia

Atividade interativa em grupos com o uso de um simulador computacional.

Adaptação para aula remota

Esta é uma aula que também utiliza muitos recursos digitais. Todas as atividades partem de mídias que podem e devem ser veiculadas pelo computador, como o simulador PhET. A adaptação dessa aula para o formato remoto não teve muitas mudanças. Utilizamos links pelo *Google Classroom* e arquivos. As questões de formação de grupos para os alunos compartilharem seus pensamentos e suas questões entre os grupos foram falhas, não há como montar

grupos durante as aulas remotas e ao mesmo tempo monitorá-los, ainda mais com um tempo reduzido.

Desenvolvimento da Aula

Para essa aula, iniciamos com uma discussão sobre a aula anterior, sobre os materiais dopados, intrínseco e extrínseco assim como a camada de depleção. Após essa discussão foi apresentado o simulador PhET semicondutores.

Houve muito problema com o simulador. O PhET entrou em adaptação para um novo formato HTML e o simulador PhET Semicondutores apresentou muitos problemas. Boa parte da aula foi usada para orientar os alunos sobre as configurações dos computadores de forma remota, a fim de ter o maior número de alunos desenvolvendo as atividades. Ao final da aula alguns alunos conseguiram rodar o aplicativo, porém a atividade ficou para ser terminada em casa.

Alguns alunos reclamaram do Google Forms também não abrir para responder as questões das tarefas de casa.

Para o desenvolvimento da aula cada estudante analisou o funcionamento dos semicondutores pelo Simulador PhET. No primeiro momento, sem dopagem com apenas um semicondutor. Após a primeira análise os alunos doparam o semicondutor com tipo P ou com o tipo N e analisaram o que ocorria com a corrente elétrica no circuito. No terceiro momento os alunos selecionaram dois semicondutores e doparam para analisar e formular a junção P-N e a relação da corrente elétrica com a tensão elétrica. E, por fim, entregaram o questionário.

A produção de respostas do questionário foi organizada no *Google Forms*.

Questionário roteiro

1. Escolham a opção 1, na janela segmento, no canto superior esquerdo.
2. Identifiquem os elementos que aparecem no circuito. Listem todos eles e identifiquem suas funções.
3. Observem que temos a representação de um circuito com uma pilha, ligado a um determinado material, a placa rosa, mostrado em destaque ao lado, em amarelo, com as bandas de valência e de condução sendo esquematicamente representadas. Inicialmente não há corrente no circuito. O que isso nos diz sobre esse material rosa?

4. Abaixo do circuito aparece uma caixa com materiais que serão utilizados como dopantes, as impurezas que discutimos na aula passada, do tipo P e do tipo N.
 - a) Vocês se lembram das diferenças entre esses tipos de impurezas?
 - b) O que é um material dopante? Qual é o papel que ele desempenha?
5. Da caixa de dopantes (impurezas), escolham um material do tipo P e coloquem no circuito, em cima do material rosa.
 - a) Mantenham a tensão (V) da bateria em zero e descrevam o que ocorre.
 - b) Aumentem a tensão (V) para $1,0V$ e descrevam o que aconteceu agora.
 - c) Coloquem a tensão (V) em $-1,0V$. O que aconteceu agora?
6. Agora escolham a opção 2, na janela segmentos. Descrevam o que mudou na simulação.
7. Escolham da caixa de dopantes, um material do tipo P e um do tipo N e coloquem no circuito, mantendo a tensão em zero. Descrevam o que ocorre. Invertam as posições dos dopantes no circuito. Alguma coisa muda? Descrevam.
 - a) Coloquem a tensão (V) em $0,1V$ e descrevam o que ocorreu.
 - b) Mudem a tensão (V) para $4,0V$. O que muda?
 - c) Coloquem a tensão (V) em $-0,4V$. Descrevam o que ocorre.
 - d) Coloquem a tensão (V) em $-0,5V$. Descrevam o que ocorre.
 - e) Coloquem a tensão (V) em $-4,0V$. Descrevam o que ocorreu.

Discussão sobre a aula

Alguns grupos conseguiram analisar o funcionamento dos semicondutores através do uso do simulador PhET e também resolver as questões.

Na elaboração do questionário tentamos abordar ao máximo que o aluno entenda como funciona o controle da corrente elétrica em um semicondutor pela diferença de potencial (ddp). Embora na SD não tenhamos entrado em detalhes sobre o que é uma ddp, ou como uma pilha/bateria funciona, utilizamos o conhecimento já estabelecido do aluno sobre pilhas.

A analogia do desenho do PhET mostra a inversão de polaridade da bateria e a circulação da corrente elétrica. O fato do elétron em uma polaridade "cair" para conseguir circular ou "subir" para circular é um gancho para discutir a camada de valência e a camada de condução.

Tempo de duração

30 min.

6.2.15 Aula 14 – Chips, Transistores e Diodos**Objetivo**

Discutir o funcionamento dos diodos, dos transistores e dos chips, fazendo o fechamento da sequência de ensino.

Metodologia

Exibição de vídeos, leitura de textos e produção textual.

Adaptação para aula remota

Usamos do *Google Classroom* para links dos vídeos no *Youtube*. Esta aula foi o fechamento dos estudos sobre semicondutores e sua utilização no nosso dia a dia. No conteúdo estão previsto vídeos que discutem o funcionamento dos diodos, dos transistores, dos chips de computador e/ou dos celulares. Assim, na adaptação para aulas remotas não houve muita mudança nos materiais a serem entregues aos alunos. O grande problema das aulas remotas está associado aos trabalhos em grupos no desenvolvimentos de discussões entre os alunos.

A produção de respostas do questionário foi organizada no *Google Forms*.

Desenvolvimento da Aula

Ao iniciar a aula fizemos uma discussão sobre a aula anterior e o funcionamento do PhET Semicondutores. Um grupo inteiro não conseguiu abrir o PhET, nem o Google Forms. Ao discutir com os alunos que conseguiram abrir o aplicativo, o debate seguiu para como um semicondutor funciona.

Após essa discussão, os alunos assistiram a três vídeos que explicam o funcionamento do diodo¹³, do LED¹⁴, um tipo específico de diodo e, por último, um vídeo reportagem sobre a

¹³ Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=eMQ5dv_8S3g, acesso em 01 de abril de 2021.

¹⁴ Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=NPX1rGj4pDM>, acesso em 01 de abril de 2021.

produção e o funcionamento do Sim Card Chip em dois vídeos¹⁵. Esse vídeo aborda também a evolução tecnológica do chip e, ao final, os alunos responderam a um questionário.

Esta aula é o fechamento da sequência de ensino. Os alunos ficaram surpresos quando tomaram conhecimento da quantidade de transistores dentro de um microchip, que foi mostrada em um dos vídeos. Sem o isolamento social, a disponibilização de alguns cartões de memória de celulares nas mesas dos grupos dos alunos facilitaria a apropriação do conhecimento e, assim, o desenvolvimento de discussões mais aprofundadas sobre a produção de semicondutores e a realidade do desenvolvimento tecnológico em nosso país e no mundo.

Discussão sobre a aula

Embora essa aula fosse pensada e elaborada para utilizar vídeos, em sala de aula, de forma presencial, seria interessante iniciar ligando uma lâmpada de LED e questionando sobre o seu funcionamento. Após a discussão em sala, eu passaria primeiro o vídeo explicativo sobre o funcionamento do LED, para sedimentar o conhecimento sobre o semicondutor. Após essa abordagem, a aula seguiria para o que seria uma evolução do transistor para o diodo e por fim a reportagem em vídeo sobre a evolução dos chips de celulares.

A abordagem com algo que pode ser concreto para os alunos, como uma lâmpada de LED que muda de cor por exemplo, facilita a construção do conhecimento e instiga as discussões em sala de aula. Com isso cria-se um aprofundamento sobre o funcionamento dos semicondutores nos alunos.

Numa aula remota, mesmo com uso de vídeo e animações, esse contato dos alunos com o material cria um distanciamento entre a realidade e a discussão dentro de sala de aula. Porém, essas perdas são difíceis de evitar em um momento de pandemia.

Tempo de duração

30 min.

¹⁵ Disponíveis em: <https://www.youtube.com/watch?v=HsMupWHsMT8> e <https://youtu.be/KGN-KLABVLk>, acesso em 01 de abril de 2021.

6.2.16 Aula 15 – Avaliação

Objetivo

Avaliar se houve desenvolvimento dos alunos com o conteúdo trabalhado na sequência de ensino, bem como avaliar os indícios de um processo de Alfabetização Científica.

Metodologia

Avaliação através de um questionário individual.

Adaptação para aula remota

Uso de formulários digitais (*Google Forms*) para o questionário avaliativo

Desenvolvimento da Atividade

Os alunos responderam a um questionário com doze questões sobre a sequência didática no *Google Forms* para avaliação e captação de material para análise da pesquisa. Os alunos tiveram cinquenta minutos para responder as questões.

Questionário da Avaliação

1. Como você avalia sua participação nas aulas de Introdução a Matéria das Novas Tecnologias?
2. Qual aula te chamou mais atenção e porquê?
3. Após as nossas discussões, que concepção você elaborou sobre o átomo? Descreva-a.
4. Qual é a diferença entre gases, materiais com ligações iônicas e covalentes e os metais?
5. Qual é a importância de se estudar os semicondutores? Cite pelo menos três.
6. Como você analisa o estudo científico através de modelos, como os que foram trabalhados durante as nossas atividades?
7. Você saberia descrever um transistor?
8. Microchip, diodo, led, transistor, o que eles têm em comum? E o que eles tem a ver com os materiais eletroeletrônicos que separamos na nossa primeira aula da sequência?

9. Como você avalia a utilização da internet em sala de aula, ela é prejudicial ao aprendizado ou auxilia nesse processo? Justifique.

Tempo de duração

30 min.

Voltando ao Começo

O objetivo desta Sequência Didática é desenvolver um processo de Alfabetização Científica com os alunos. A AC, assim como a Alfabetização Freireana "*implica numa auto formação de que possa resultar uma postura interferente do homem sobre seu contexto*" (FREIRE, 1980).

Desta forma, a AC leva as pessoas a desenvolverem um senso crítico sobre os acontecimentos em sua volta. Isto pode ser constatado em diversos artigos e livros ((MILLER, 1983), (FOUREZ, 1995), (FOUREZ, 2003), (CHASSOT, 2003), (SASSERON; CARVALHO, 2008)). Todos esses autores apontam a necessidade do indivíduo ter um mínimo de conhecimento científico e tecnológico para desenvolver uma participação autônoma nas decisões democráticas acerca de problemáticas científicas e tecnológicas do seu tempo e acreditamos que essa autonomia deva ser desenvolvida desde cedo nas crianças e jovens, a partir das aulas de Ciências no EF.

Assim, é importante mencionar a necessidade de uma abordagem que feche toda a sequência, desde o módulo 1 – Introdução: O problema do desmatamento na Amazônia e o interesse de empresas em exploração mineral no Brasil, em Minas Gerais e, mais especificamente, no Centro-Oeste do estado (região dos alunos), até o módulo 2 – Que material é esse? (Semicondutores), objeto da sequência de ensino.

Após o desenvolvimento da sequência de ensino, para finalizar o assunto, abrimos uma discussão em sala de aula, uma roda de conversa sobre a exploração mineral e suas agressões ao meio ambiente, a produção dos semicondutores e o uso dos equipamentos eletroeletrônicos da atualidade e ainda seu descarte, o lixo eletrônico.

Essa discussão em sala de aula, que ocorreu em uma aula posterior, teve a função de integrar as questões política, econômica, tecnológica e ambientais que envolvem o estudo da Estrutura da Matéria, mais especificamente os semicondutores. Pois é a partir deste conhecimento, desde a extração e sua transformação sistêmica em produtos, que os alunos passam a ter uma visão crítica sobre a exploração de minerais e manufatura de produtos eletroeletrônicos

que usamos no dia a dia. Como argumenta a BNCC na área de Ciências da Natureza no Ensino Fundamental.

A sociedade contemporânea está fortemente organizada com base no desenvolvimento científico e tecnológico. Da metalurgia, que produziu ferramentas e armas, passando por máquinas e motores automatizados, até os atuais chips semicondutores, ciência e tecnologia vêm se desenvolvendo de forma integrada com os modos de vida que as diversas sociedades humanas organizaram ao longo da história. No entanto, o mesmo desenvolvimento científico e tecnológico que resulta em novos ou melhores produtos e serviços também pode promover desequilíbrios na natureza e na sociedade (BRASIL, 2018, p.319).

Esta abordagem pretende gerar esse senso crítico no aluno, a necessidade de estar atualizado com a tecnologia e, ao mesmo tempo, saber da origem dos materiais utilizados e sua importância no mundo.

Para debater e tomar posição sobre alimentos, medicamentos, combustíveis, transportes, comunicações, contracepção, saneamento e manutenção da vida na Terra, entre muitos outros temas, são imprescindíveis tanto conhecimentos éticos, políticos e culturais quanto científicos. Isso por si só já justifica, na educação formal, a presença da área de Ciências da Natureza, e de seu compromisso com a formação integral dos alunos (BRASIL, 2018, p.319).

Embora o estudo dos semicondutores seja um tema específico e aprofundado em FMC, esse conhecimento posto em prática movimentará grande parte da economia mundial hoje e está presente no nosso cotidiano a todo momento. Conhecer sobre ele transforma os alunos em seres capazes de opinar sobre o uso dessa tecnologia.

7 RESULTADOS E ANÁLISE

Neste capítulo discutimos os resultados obtidos a partir do desenvolvimento da SD com os alunos do sexto ano do EFII, apontando os indícios do início de um processo de alfabetização científica. Como já apontado no capítulo 6, o desenvolvimento da SD pode ser separado em duas partes: pré-pandemia e na pandemia de COVID19. A forma como foi desenvolvida a SD sofreu com o impacto das suspensão das aulas presenciais, diretamente na forma do desenvolvimento das atividades com os alunos, que tinham, inicialmente um cunho investigativo e que se tornaram interativas com o meio virtual. A seguir serão apresentados e discutidos alguns dos resultados obtidos com esse desenvolvimento.

Selecionamos alguns momentos do desenvolvimento da SD para discutirmos aqui, tendo como base a observação de alguns indicativos, desenvolvidos e apontado por Pizarro e Lopes Jr. (2015) baseados no espectro dos indicativos de Sasseron (2015). Esses indicativos caracterizam o processo de alfabetização científica a partir da compreensão do fazer científico como algo indissociável do ser social, atuante, consciente e crítico da realidade que o circunda.

Selecionamos alguns trechos das discussões realizadas com os alunos para compor a nossa análise e, a partir dos indicadores das ações organizados por Pizarro e Lopes Jr. (2015), fizemos uma breve análise para cada um dos momentos apresentados.

Devemos levar em consideração ao longo da análise, a forma como um aluno do sexto ano do ensino fundamental organiza a argumentação com símbolos e nomenclaturas que compõem um vocabulário científico – uma linguagem nova para eles. Nesta fase da educação, pelo sistema da educação aplicado no Brasil, com uma cultura da resposta certa, os alunos ainda não conseguem escrever uma resposta extensa, tanto pela imposição da competição social, no qual o "não saber", o não "ter" a resposta certa, e assim, o erro é, muitas vezes, absurdo e vergonhoso, o que inibe o aluno de se expressar, quanto pela falta da experiência em expor suas próprias ideias.

[...] a pedagogia da resposta é uma pedagogia da adaptação e não da criatividade. Não estimula o risco da invenção e da reinvenção. Para mim, negar o risco é a melhor maneira que se tem de negar a própria existência humana. (FREIRE; FAUNDEZ, 1985)

Ao somarmos a discussão de temas com vocabulários, símbolos e expressões novas, o domínio cognitivo, que está ligado a formação dos conceitos, as vezes fica sutil aos nossos sentidos, como docentes. Nem sempre aparecerá de forma clara o que estamos procurando, que são os indícios de um processo de alfabetização científica. Nos apoiamos nos oito indicativos

de Pizarro e Lopes Jr. (2015) para interpretar os momentos em que o aluno desenvolve a compreensão, aplicação, análise, síntese e o conhecimento sobre o conteúdo discutido em sala de aula, a partir dos trechos de discussões selecionados.

Esses trechos foram selecionados observando a forma evolutiva do desenvolvimento dos conteúdos presentes na SD. Assim, temos no início os contatos dos alunos com termos e nomenclaturas científicas, discussões sobre arranjos atômicos e moleculares e conceitos de novos fenômenos físicos.

Os materiais selecionados para análise foram: i) a pesquisa dos alunos sobre modelos atômicos, presente na aula 01 - Que material é esse?; ii) as interpretações desenhadas pelos alunos sobre os objetos dentro da caixa preta, presente na Aula 02; iii) as transcrições das discussões após a atividade Construindo Átomos, presente na aula XX; iv) as transcrições da Aula Condutores e Isolantes e v) da aula Material Intrínseco e Extrínseco.

7.1 Aulas presenciais

A primeira aula teve o objetivo de gerar a questão problema "que material é esse?". Trabalhar com os alunos nestas duas aulas foi intenso e com temperaturas altas dentro da sala. Os alunos ficaram eufóricos com tamanha liberdade de trabalhar em grupo e poder analisar, descobrir, conversar, dar opinião e achar uma resposta para o que estava acontecendo durante a aula. Ao ouvirmos os áudios nos assustamos pelo volume e pela quantidade de conversa, principalmente por se tratar de um trabalho em grupo. Como são crianças com idades que variam dos 10 aos 12 anos, não acostumadas com esse tipo de liberdade dentro de sala de aula, a euforia era muito grande

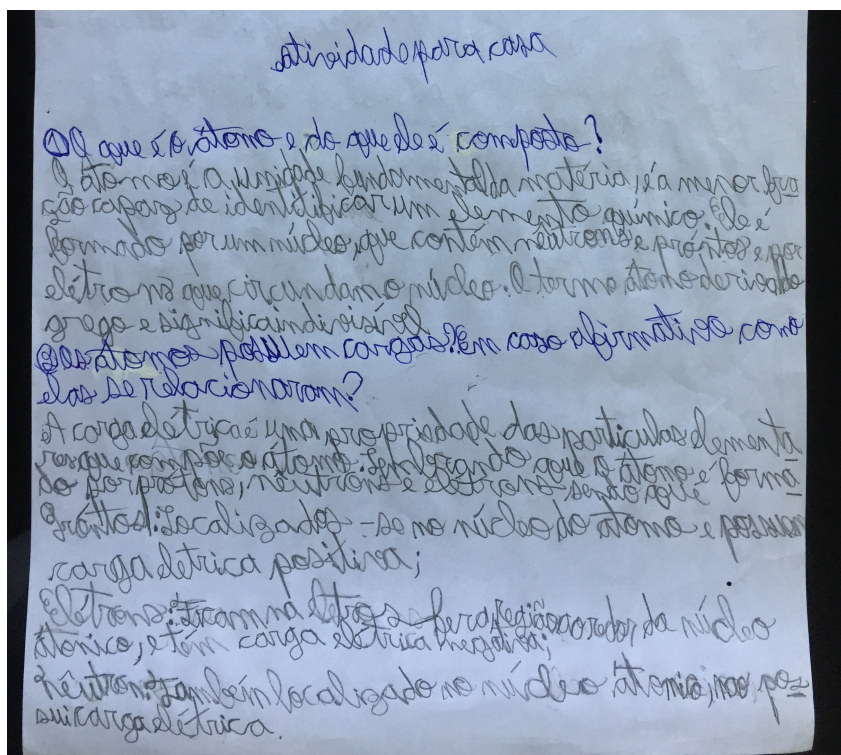
7.1.1 Episódio modelos de átomos

Como uma das primeiras tarefas, eles tiveram que pesquisar em casa sobre alguns modelos atômicos e, a partir dessa pesquisa, elaborar uma pequena apresentação para ser feita na sala de aula. Essa pesquisa foi guiada por questões presentes na primeira aula do produto educacional da SD deste trabalho.

A figura (7.1) mostra as respostas de um dos grupos para essa atividade.

Podemos observar na figura (7.1) que as respostas do grupo vêm direto de fontes que foram consultadas, como internet ou mesmo livros didáticos. Mesmo assim, a simples leitura

Figura 7.1 – Respostas do Grupo da Pedra para a tarefa de casa da Atividade 01.



Fonte: Acervo do autor. Produção dos alunos em casa (2020).

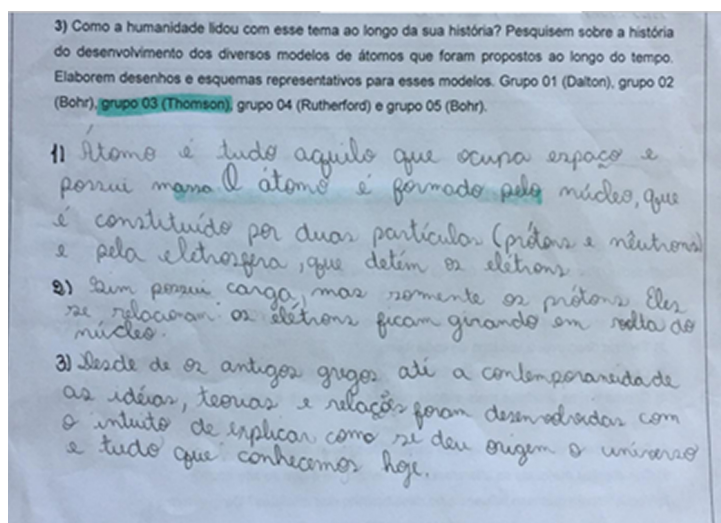
desse conteúdos inicia um processo de aquisição de um novo vocabulário, que é essencial para o desenvolvimento de um processo de AC.

O mesmo podemos observar no trabalho realizado pelo grupo Garotas Superpoderosas, que falou sobre o modelo atômico de Thomson. No recorte mostrado na figura (7.2) podemos destacar o desenvolvimento de conceitos filosóficos sobre o indivisível (átomos) e até mesmo sobre à origem do universo. Isso nos mostra que a resposta a uma pergunta pode levar nossas discussões em sala de aula há vários caminhos diferentes.

Ainda olhando a produção desse mesmo grupo, agora para o esquema representando o modelo atômico de Thomson, mostrado na figura (7.3), podemos observar, dentre outras coisas, a presença de um circuito elétrico, representando o experimento de tubos de raios catódicos, que fez parte do experimento que evidenciou a presença da carga elétrica como uma característica intrínseca do átomo. A partir de um trabalho de pesquisa para casa, é possível vislumbrar muitas possibilidades para discussão em sala de aula. O exercício de pesquisar facilita a aquisição de vocabulário e de novos conhecimentos, muitas vezes surpreendendo o professor, que deve estar preparado para usar essas oportunidades nas discussões em sala.

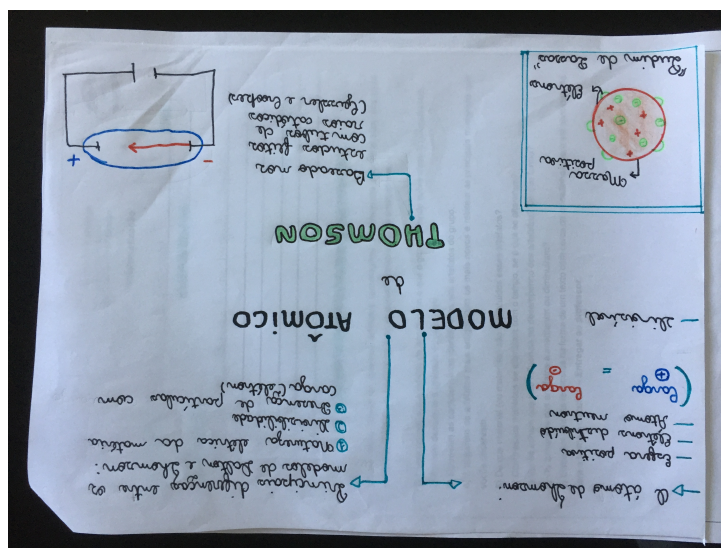
O trabalho de pesquisa sobre o átomo de Thomson desse grupo, Garotas Superpoderosas, já mostra uma elaboração, mesmo que superficial, do conceito de cargas e com isso um

Figura 7.2 – Respostas do Grupo Garotas Superpoderosas para a tarefa de casa que faz parte da pesquisa sobre o modelo do átomo de Thomson.



Fonte: Acervo do autor. Produção dos alunos em casa (2020).

Figura 7.3 – Esquema representando a pesquisa sobre o modelo do átomo de Thomson do Grupo Garotas Superpoderosas.



Fonte: Acervo do autor. Produção dos alunos em casa (2020).

gancho para a abordagem do modelo de corrente elétrica, que será discutido um pouco mais a frente.

Esses dados nos mostram como um trabalho de pesquisa desenvolvido pelos alunos pode desencadear inúmeras discussões sobre conceitos físicos. Podemos observar a presença de alguns indicativos, como os propostos por Pizarro e Lopes Jr. (2015). Os alunos desenvolvem interpretações de textos, imagens e outros suportes com características científicas para articular conhecimentos prévios com argumentos e dados das fontes de estudo, o que Pizarro e Lopes

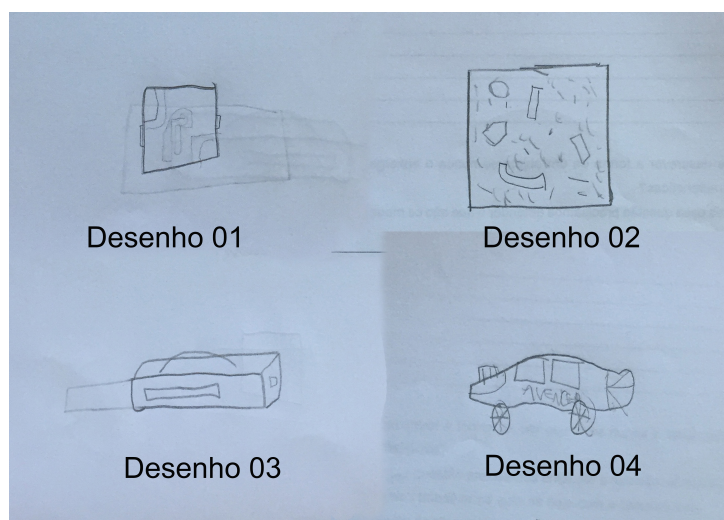
Jr. (2015) classificam como **Ler em Ciências**. Aqui há o início do processo de aquisição de vocabulário; organização e seriação de dados e informações para apresentarem em sala.

7.1.2 Episódio da caixa preta

Na segunda aula da SD, em que foi desenvolvida a atividade com *A Caixa Preta*, as respostas dos alunos na tentativa de identificar os objetos que estavam dentro da caixa tinham como objetivo gerar a necessidade de se propor um modelo para explicar características de algo que não podemos ver diretamente, assim como o átomo.

A figura (7.4) mostra as quatro interpretações elaboradas pelo Grupo da Pedra para o que estava dentro da caixa que, para eles, inicialmente, era algo quadrado com algumas coisas redondas dentro.

Figura 7.4 – Representações dos alunos do Grupo da Pedra para o que havia dentro da Caixa Preta nas quatro etapas da atividade.



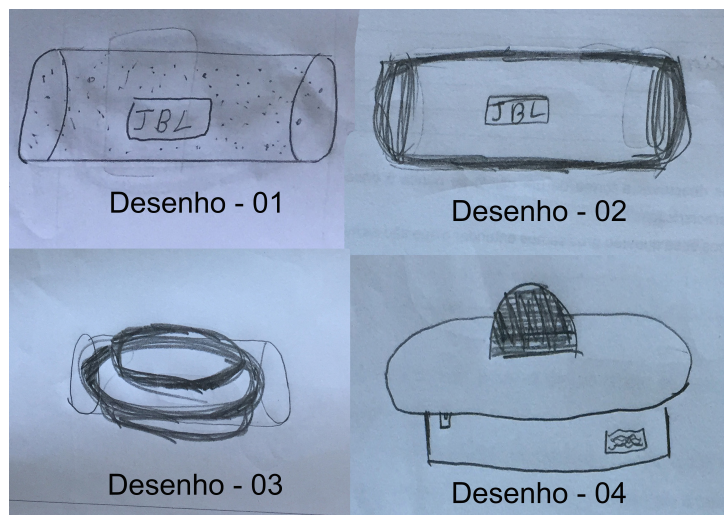
Fonte: Acervo do autor. Produção dos alunos em sala (2020).

No segundo e terceiro desenho da atividade, eles ainda não tinham uma definição clara sobre o que estava dentro da caixa. A simetria do desenho traz algumas questões congruentes como, por exemplo, o objeto ser mais comprido do que largo, como podemos observar no desenho 03 da figura (7.4).

A abertura da caixa preta tinha como objetivo permitir que os alunos verificassem o que realmente estava dentro da caixa, fazendo uma alusão de que o átomo, se um dia for visto, fotografado, pode ser totalmente diferente dos modelos que temos estudado até então. O desenho 04 da imagem (7.4) mostra a representação feita pelos estudantes após abrirem a caixa.

Um outro grupo, Os Criativos, fez as representações para o seu objeto como mostrado na figura (7.5).

Figura 7.5 – Representações dos alunos do Grupo Os Criativos para o que havia dentro da Caixa Preta nas quatro etapas da atividade.



Fonte: Acervo do autor. Produção dos alunos em sala (2020).

O primeiro desenho do grupo mostra uma caixa de som moderna. Já no terceiro momento os alunos já interpretaram uma geometria condizente com a do objeto, como podemos ver na figura (7.5).

A evolução dos desenhos mostra a interpretação construída pelo grupo para o objeto nas diferentes fases das discussões. Nessas primeiras tarefas é possível perceber um envolvimento na produção dos alunos. Embora seja cedo para elaborar um resultado, os alunos demonstram aqui uma participação e envolvimento nas discussões e, com isso, uma certa organização e classificação de informações, com criação de hipóteses e testes realizados por eles.

O envolvimento do aluno com discussões e resoluções de problemas ligados a ciências trabalhados ao longo da SD é uma evidência do processo da AC e demarca o quanto a SD colabora para o aluno desenvolver o conhecimento.

Nestas duas aulas presenciais com suas respectivas tarefas de desenvolvimento em casa, podemos citar a presença de alguns indícios de AC. Guardadas as proporções, por se tratar de observações sutis, notamos uma participação ativa dos alunos e com isso podemos afirmar que (a) os alunos trabalharam com dados e informações disponíveis por meio da organização e da seriação ou da classificação de informações; (b) os alunos criaram testes e hipóteses; e (c) estabeleceram explicações sobre os fenômenos em estudo para justificar possíveis previsões, três

pontos que podemos indexar aos indicadores de Pizarro e Lopes Jr. (2015), como **Investigar, Criar, Argumentar** .

7.2 Aulas remotas

7.2.1 Episódios no início da pandemia

Estes episódios ocorreram duas semanas após a suspensão das aulas presenciais. Na primeira semana foi enviado um questionário para os alunos para não perdermos o foco no assunto que estávamos trabalhando e também uma atividade de montagem dos átomos com um outro questionário. Todas essas atividades foram organizadas por mim e disponibilizadas pelo aplicativo *WhatsApp* com a escolha de dois alunos "monitores", um de cada turma. O agendamento dessas primeiras videoconferências usando a plataforma *Zoom Meeting* também foi comunicado aos estudantes por esses grupos de *WhatsApp*.

A simulação proposta para os alunos estava acompanhada de um questionário e também de um roteiro para ajudá-los com a configuração do simulador, porém a montagem do átomo era livre. Eles podiam escolher qual ou quais átomos montar, a partir do *manuseio* de prótons, nêutrons e elétrons. Com os diferentes átomos que cada grupo montou foi possível aprofundar as discussões relativas as cargas dos átomos, ou seja, foi possível discutir um pouco sobre o conceito de íon, de átomo neutro e estável e também sobre o número atômico.

No episódio escolhido para a análise estavam presentes apenas quatro alunos. Mas há também a presença de uma mãe, como se pode observar em uma fala após um questionamento da minha parte, como pode ser observado na transcrição apresentada na tabela (7.1), mais especificamente, no momento 41.

Como já citado no capítulo 6, esse período foi um período de várias dúvidas e insegurança social e há muitas interferências dos pais durante as aulas remotas e até em relação as respostas dos alunos. Na verdade, ninguém sabia de fato como se comportar nessa nova realidade. Durante as aulas remotas dá para sentir a presença, ou não, dos pais durante os experimentos e discussões. Esta presença dos pais durante as aulas tende a não deixar os alunos criarem suas próprias interpretações e, com isso, dificulta o aparecimento de uma discussão mais livre com eles.

Entre os momentos 38 e 41 da transcrição apresentada no quadro (7.1) é desenvolvida uma discussão entre o professor e o aluno C, sobre o que ele compreende que seja um íon e

Quadro 7.1 – Transcrição da Aula 04, que ocorreu após a aula Construindo Átomos, em 31/03/2020. Esta aula é anterior ao questionário e a transcrição diz respeito ao *Grupo Friks do Fires*.

Turno	Falas Transcritas	Breve Análise	Indicadores
24	Professor: Qual foi o átomo que você montou, você lembra do nome dele?	Pergunta retórica	
25	C: Neônio.	Apoio em conhecimento científico adquirido na escola ou fora dela com a intenção de responder ou explicar dúvidas próprias.	Investigar
26	Professor: Neônio?	Pergunta retórica	
27	C: unhum.	—	—
28	Professor: Tinha quantos prótons?	Pergunta retórica	
29	C: dez.		investigar
30	Professor: Dez prótons?	Pergunta retórica	
31	C: unhum.	—	—
32	Professor: você conseguiu... e os elétrons, tinham quantos elétrons?	Pergunta retórica	
33	C: É... dez.		Investigar
34	Professor: Dez elétrons também?	Pergunta retórica	
35	C: unhum.	—	—
36	Professor: Então você criou um átomo o quê? O átomo estava estável?	Pergunta retórica	
37	C: Sim.	—	—
38	Professor: E o íon dele, apareceu como neutro, como mais ou como menos?	Pergunta retórica	
39	C: Neutro.		Investigar
40	Professor: Neutro. Então você.... Porque que ele ficou neutro, você sabe me falar?	Pergunta retórica	
41	C: Porque colocou mais de oito neutros... Elétrons, falei errado. (mãe falando baixinho)	Apoio em conhecimento científico adquirido na escola ou fora dela com a intenção de responder ou explicar dúvidas próprias.	Investigar
42	Professor: certo... é... deixa eu só finalizar um negocinho que estou fazendo aqui... E aí você colocou quantos elétrons que você falou? dez, não foi isso?	Pergunta retórica	
43	C: foi.		
44	Professor: você tentou tirar algum elétron da primeira camada?	Pergunta retórica	
45	C: Não.	—	—
46	Professor: Pra ver o que que acontece?	Pergunta retórica	
47	C: Não.	—	—
48	Professor: Depois se você quiser repetir, ok?	Pergunta retórica	

Fonte: Autor (2020).

como ele procedeu para elaborar o modelo de átomo a partir do uso da simulação. Percebe-se que o estudante tem uma dificuldade de uso dos constituintes do átomo como Nêutrons e Elé-

trons, embora tenha uma facilidade com valores numéricos. O aluno tenta formular oralmente a compreensão sobre o modelo do átomo que construiu, usa a nomenclatura ao dizer o nome do elemento Neônio. mas ainda apresentando certa dificuldade. No momento 41 aparece explicitamente uma dessas dificuldades e também a intervenção de uma mãe, que estava auxiliando o filho durante a aula e, de certa forma, tenta sanar essa dificuldade.

Com outro grupo da mesma sala, mas com o mesmo assunto e no mesmo dia, a discussão ocorreu de forma um pouco mais aberta e com os alunos mais a vontade para responder. Embora no início apareça uma certa superficialidade, a discussão vai criando sentido para os alunos. O quadro (7.2) apresenta a transcrição deste episódio.

A necessidade de discutir com os alunos sobre o que eles fizeram na tarefa aparece muito bem nesta discussão em grupo. Não ter dificuldades em montar o átomo com o simulador PhET, como aparece no momento 28 do quadro (7.2), não significa que eles entenderam o papel e os nomes das partículas que compõem o átomo, como aparece nos momentos subsequentes da discussão. Embora sejam informações básicas, a discussão do assunto com os nomes adequados das partículas, é importante para o desenvolvimento do grupo, essa liberdade de discussão é fundamental para o processo de AC, é importante para que o aluno possa, num futuro próximo, escrever e ler em Ciências, para que sua interpretação esteja de acordo com os conceitos, para produzir e articular conhecimentos prévios e novos.

7.2.2 Episódio cargas elétricas

Sobre o mesmo assunto, porém em outra sala os alunos demonstraram um envolvimento mais profundo com o conteúdo discutido. O quadro (7.3) traz a transcrição de um trecho dessa discussão.

Ao analisar a transcrição do trecho da conversa com os alunos, mostrada na tabela (7.3) observamos que um deles consegue formular um modelo para a eletrosfera.

O professor começa o questionamento sobre a questão da atração e repulsão entre prótons e elétrons para um átomo pesado.

70 - Isso aí! Então com essas reações de atração e repulsão, quando eu tenho um átomo muito pesado, o que eu vou ter em volta dele? Eu vou ter muito o quê?

Três alunos completam a frase

72 - Muitos elétrons.

Podemos perceber um entendimento inicial sobre a composição do átomo e sobre a sua organização por parte desses alunos.

Porém, o aluno PF faz uma afirmativa interpretando a relação entre as cargas e tentando criar uma justificativa para os elétrons estarem em volta do núcleo.

74 - Muitos elétrons porque os prótons vão repelir essa quantidade grande de cargas. O próton vai repelir.

Mesmo invertendo o conceito de atração e repulsão entre as cargas, nota-se que o aluno buscou usar uma **argumentação** apoiada inicialmente, em ideias próprias, para construir uma justificativa para estabelecer uma previsão, que é um dos indícios levantados por Pizarro e Lopes Jr. (2015) de que está em curso um processo de AC. Esta é uma interpretação que ele dá para a questão de porque o elétron não cai no núcleo do átomo, já que existe uma força de atração com os prótons. Então, para desenvolver um modelo próprio por semelhança do conceito do átomo pré-estabelecido, ele formula uma resposta contrária ao conceito de atração entre cargas de sinais opostos, mas mais próxima do conteúdo que foi exposto a ele. Para entender porque o elétron não cai no núcleo do átomo seria preciso um estudo aprofundado sobre Física Quântica, matéria além do proposto para a nossa SD.

No entanto, essa questão foi abordada de forma superficial com a leitura do texto de Gleiser (2006), que explica que:

Em 1925, foi proposto que o elétron não fosse uma simples bolinha de bilhar. Objetos de dimensões atômicas não podem ser descritos com imagens do nosso dia-a-dia. Não sabemos o que o elétron é. Apenas como se comporta, o que já é suficiente. E seu comportamento obedece ao princípio da incerteza, que diz que não podemos medir sua posição e velocidade com precisão arbitrária (GLEISER, 2006, p.2).

Esse conceito não é bem compreendido pela grande maioria das pessoas e um pouco difícil de entender na elaboração da modelagem mental de um átomo, principalmente para uma criança de 12 anos.

Ao argumentar sobre os arranjos dos elétrons em torno do núcleo do átomo o aluno PF faz uso de um modelo.

76 - Não, eles vão ficar tipo num círculo. Num "circulozinho" aqui, num "circulozinho" aqui, num "circulozinho" aqui. Eles vão estar no meio em volta desses círculos.

Notamos a presença de um indício citado por Pizarro e Lopes Jr. (2015), com o indicador **Argumentar**. O aluno participa da discussão e apoia-se inicialmente, em ideias próprias

para construir a qualidade do argumento, a partir dos conhecimentos adquiridos em debates em grupos e na sala de aula.

Ao abordar sobre porque os elétrons não ficam todos juntos em uma camada o aluno pensa sobre a questão e tenta criar uma explicação envolvendo a interação entre as cargas elétricas.

*80, 81 e 82 - Que é porque a quantidade de ele.... que acaba que por essa quantidade de cargas... Eu sei por que eles não juntam! Professor: Porquê?
PF: Porque iguais se repelem!*

Neste trecho da conversa com o aluno a plausibilidade do conceito de cargas dos elementos do átomo passa a fazer sentido para ele. Desta forma o aluno corrige o erro conceitual anterior (sobre atração e repulsão) e fecha com uso de raciocínio lógico e proporcional durante a discussão final, com uma geração de comunicação de ideias próprias na situação de ensino aprendizagem, ou seja, o aluno usa o indicador **Criar**, um dos indícios de AC apontado por Pizarro e Lopes Jr. (2015).

7.2.3 Episódio camada de valência

Um outro episódio escolhido diz respeito a discussão sobre os conceitos necessários para entender como a molécula se forma, que foi realizada na aula 10 da SD, que tratava de condutores e isolantes. A transcrição dessa discussão se encontra no quadro (7.4).

Ao analisar os argumentos dos alunos nesta aula notamos a presença de respostas curtas e objetivas, com algumas afirmativas sendo feitas na forma de perguntas. Isso nos dá a entender que o aluno tem uma certa insegurança em falar, em se expressar, com receio do erro.

Se somarmos esse medo de cometer um erro com uma das limitações do uso das aulas remotas, que é a diminuição da quantidade de canais de comunicação, temos um convite para que eles não participem com exposições de ideias e argumentos. O uso do *Google Meet* só disponibiliza um canal de comunicação, enquanto que em uma aula presencial temos a possibilidade de vários canais de comunicação e, essa redução é um convite para os alunos não se manifestarem nas aulas remotas, dificultando a participação de todos durante a aula. Isso justifica, em parte, a pouca adesão dos alunos expondo seus argumentos nas aulas remotas.

Esta aula foi dividida em dois tópicos que foram discutidos com os alunos: o primeiro "o que é a camada de valência?" e o segundo "a estabilidade molecular na camada de valência". Essa discussão é fruto da aula anterior, em que discutimos a estrutura de uma molécula. Pode

parecer uma diferença mínima, porém ela é essencial para que os alunos consigam fazer uso de modelos para as estruturas que formam uma molécula.

Ao abordar o que é a camada de valência o aluno organiza os dados, busca uma fonte para a justificativa, elabora a conclusão. E, no final, ele a refuta. O aluno diz:

04 - é a camada... pelo que eu tô me lembrando, do que eu pesquisei, é a camada mais fina, é quando os átomos... os elétrons preenchem a camada mais superficial é... lá do átomo. Não sei se é isso.

Ao falar da camada mais fina, há a possibilidade de que o aluno pesquisou/estudou os distanciamentos entre as camadas atômicas e tenha feito uma analogia da palavra fina com esse distanciamento. Ao ser abordado sobre qual é a camada superficial sobre a qual ele está falando, ele faz uma analogia com uma bola.

10 - É a primeira porque eu estou considerando que o átomo, imagina que ele é uma bola. O núcleo seria dentro da bola.

E, quando questionado sobre onde fica a primeira camada, o aluno analisa a perspectiva de interpretação entre as camadas longe e as camadas perto do núcleo.

12 - Bom, se você considerar que é a superficial a que tem menos energia, é a mais perto do núcleo. Mas se você considerar que a superficial é a que fica na superfície assim é a última.

Notamos a articulação de ideias, uma investigação prévia para ter **argumentação**. O aluno se apoia em ideias próprias e constrói com qualidade argumentos a partir de conhecimentos adquiridos, tanto fora quanto em debates dentro da sala de aula, indícios citados por Pizarro e Lopes Jr. (2015) que mostram a presença do processo de AC.

Ao analisarmos as argumentações sobre os conceitos da estabilidade das moléculas utilizamos a regra do octeto. Na argumentação do aluno a afirmativa é exposta em forma de interrogação.

32 - Que para dois átomos se unirem para virar uma molécula precisa de pelo menos oito elétrons? 33 -Professor: Precisa de oito elétrons aonde? 34 - Na última camada de valência?

O aluno VG, tem uma **argumentação** a partir dos conhecimentos adquiridos na sala de aula. Utiliza conceitos e vocabulários científicos. Há dados e informações disponíveis por meio de organização e classificação de informações que correspondem a indícios de AC.

A **conclusão** é construída a partir do conceito da regra do octeto, essa é a **justificativa** que os alunos têm na elaboração da experiência que tiveram com o uso do simulador PhET para montar as moléculas.

7.2.4 Episódio intrínseco e extrínseco

A próxima discussão a ser analisada ocorreu na aula doze, uma continuação da aula onze (quebra-cabeça). Para essa aula foi montado um slide com imagens e animações para facilitar o entendimento. Na aula anterior havíamos percebido a necessidade de um reforço nos conceitos já trabalhados. A aula onze foi a que mais sofreu mudanças com a transposição da aula presencial para a remota por causa da pandemia. Como os alunos não tiveram a oportunidade de montar o quebra-cabeça, em substituição foi elaborada uma aula remota onde o professor montou uma cadeia de átomos a fim de exemplificar a junção dos átomos num material intrínseco e num material extrínseco. Feito isso, viu-se a necessidade de criar essa aula com slides para reforçar o entendimento dos alunos sobre as junções *pn*.

Dessa aula podemos analisar dois momentos, o primeiro, é a definição de **Intrínseco** e de **Extrínseco**, junto com o modelo de uso para produção de Semicondutores e as cargas elétricas no material e no segundo momento discutimos o que é uma **Junção *pn*** para os materiais semicondutores. A tabela (7.5) apresenta a transcrição dessa discussão.

Nestas discussões os alunos fazem uso de um modelo para a formação da matéria. Assim, o debate sobre uma matéria *impura* tem o objetivo de formalizar a ideia de "sobra de elétrons", o que caracteriza o que se denomina de matéria **Extrínseca**. Nos dizeres do aluno sobre a matéria ser negativa pelo excesso de elétrons, temos o seguinte trecho:

PF: O Elétron. Ele está aqui solto.

Professor: Está sobrando um elétron nessa matéria, não está?

PF: Agora ela virou uma matéria negativa.

Professor: Ela virou uma matéria negativa, né?

PF: uhum... por excesso de elétrons.

Notamos que o conceito de materiais semicondutores do tipo *n* e do tipo *p* está bem formulado na concepção do aluno. O aluno articula ideias e argumentações sobre as cargas presentes na matéria sob uma interpretação de slides, ou seja, faz uma interpretação de imagens e outros suportes com características científicas um indicativo **Ler em Ciências**, indício de AC.

7.2.5 Episódio camada de depleção

Para a discussão da junção *pn*, e do fenômeno da camada de depleção, a abordagem apresenta uma construção do conhecimento dos alunos depois de ser contemplada a ideia de excesso ou falta de elétrons na matéria. O quadro (7.6) apresenta a transcrição dessa discussão.

Nesta discussão o aluno formula o nome da Junção *pn* e consegue conceber a ideia da camada de depleção. As discussões para essa definição aparecem entre os momentos 112 e 117:

Professor: Negativo. Como é que a gente pode nomear essa junção então? Que tipo de junção a gente fala nessa matéria? É uma junção o que? Vamos utilizar essas letras

PF: Junção P-N, junção N-P, sei lá... o que você preferir.

Professor: é isso aí. Junção p-n ou junção n-p, né? Então ó, o que vai acontecer com os elétrons da matéria? Então olha só, esse aqui ele vai passar pra cá, ó. Ele não está sobrando aqui?

PF: sim. Aí ele vai rodar... ele vai caminhar e ficar... e vai vim (sic) aqui. Esse aqui vai caminha e vai vim, talvez aqui... é... aqui pra frente dele. Vai pra qualquer desse que está faltando e vai indo...

Professor: esse aqui de cima também...

PF: um vai indo pra cá, um vai indo pra cá e aí vai equilibrar..

Neste momento a análise do aluno mostra que para ele toda a matéria vai se equilibrar, que os elétrons vão se movimentar de forma natural até produzir um equilíbrio das cargas elétricas em toda a matéria. O que não ocorre de fato, apenas na camada de depleção do diodo.

Notamos que os alunos estão usando **vocabulários e interpretando imagens e outros suportes** com características científicas para **articular ideias** para a formação das argumentações. Esses são indicadores de AC, citados por Pizarro e Lopes Jr. (2015).

Há uma certa superficialidade sobre o conceito da camada de depleção, pois na sequência didática não abordamos o conceito de energia de Fermi. Deixamos esse tópico para que os alunos, se de interesse for, pesquisassem por conta própria. Houve uma certa problematização, que foi a interpretação de que materiais impuros (extrínsecos) conduzem corrente elétrica e materiais puros (intrínsecos) não.

7.2.6 Questionários virtuais

Pelo planejamento da SD, a aula para a montagem do quebra-cabeça era a aula em que se esperava o início da formulação da resposta a pergunta problema da SD - *Que material é esse?*. Para a maioria das aulas foram planejados questionários, pensados para gerar discussões entre os grupos. Com a adaptação para a forma remota, eles acabaram funcionando como um desenvolvimento de pesquisa livre. Acabaram se transformando em questionários individuais. No questionário desta - Aula 12 - Material intrínseco e extrínseco, apareceram três respostas consolidando a pergunta problema, investigada através da questão 10 do questionário.

10 - Quando os materiais são intrínsecos (puro) temos um material isolante. Quando temos um material extrínseco (impuro) com DUAS LIGAS com cargas diferentes que tipo de material é esse, isolante, condutor? Dê um nome a esse material e explique com suas palavras.

CRF: Semicondutor, que fica entre o material isolante e o condutor.

VGPS: Semi condutores. Semi condutores intrínsecos e semi condutores extrínsecos.

EAS: O Nome é semicondutor, pois são sólidos e cristalinos de condutividade elétrica em condutores e isolantes.

A produção destas respostas podem estar cheias de interferências com pesquisas da internet, ajuda dos pais e parentes, entre outras. Mas o fato de o aluno pesquisar fora da sala de aula e "passar" por esses textos, ler e fazer a ligação com o conteúdo é uma mostra de interesse pelo material trabalhado, uma classificação de informações e uma busca de justificativas plausíveis para os problemas propostos. A *Investigação* configura um processo de AC citado por Pizarro e Lopes Jr. (2015).

As aulas seguintes foram embasadas no uso de um simulador PhET sobre Semicondutores e vídeos sobre o funcionamento do Diodo, do transistor, a produção de chips para celulares e processadores de computadores, além de uma avaliação para finalizar a sequência didática.

Notamos que o desenvolvimento dos alunos passa por várias ações inseridas nos tópicos elaborados por Pizarro e Lopes Jr. (2015), porém uma atuação dos alunos no meio social com a ação classificada como *atuar*, geradora de mudanças e desafios impostos pela ciência em relação a sociedade, exigiria um trabalho contínuo para a formação dessas habilidades, fugindo ao escopo dessa nossa investigação.

Quadro 7.2 – Transcrição da Aula 04, que ocorreu após a aula Construindo Átomos, em 31/03/2020. Esta aula é anterior ao questionário e a transcrição diz respeito ao *Grupo Red Dragons*.

Turno	Falas Transcritas	Breve Análise	Indicadores
34	Professor: O que... do que que o átomo é feito?	Pergunta retórica	
35	L.: eu esqueci o nome!	—	—
36	P.: eu também véi!	—	—
37	Professor: São três nomes.		
38	L.: Estava escrito lá onde colocava aquilo e aí formava um átomo	Estabelecimento de relações entre o conhecimento teórico em sala de aula	Articular ideias
39	P.: Espera aí... próton?	Apoio em conhecimento científico adquirido na escola ou fora dela com a intenção de responder ou explicar dúvidas próprias.	Investigar
40	Professor: prótons. O que mais?	Pergunta retórica	
41	P.: Elétrons.	Apoio em conhecimento científico adquirido na escola ou fora dela com a intenção de responder ou explicar dúvidas próprias.	Investigar
42	D.: átomos		
43	Professor: prótons, elétrons e?	Pergunta retórica	
44	P.: Nêutrons.	Apoio em conhecimento científico adquirido na escola ou fora dela com a intenção de responder ou explicar dúvidas próprias.	Investigar
45	Professor: Isso. Os prótons ficam onde?	Pergunta retórica	
46	P.: é... não sei.	—	—
47	Professor: os elétrons ficam onde?	Pergunta retórica	
48	P.: Em volta?	Apoio em conhecimento científico adquirido na escola ou fora dela com a intenção de responder ou explicar dúvidas próprias.	Investigar
49	Professor: em volta. Em volta do que?	Pergunta retórica	
50	L.: Do átomo.		
51	Professor: Não, ele faz parte do átomo. Ele já está dentro do átomo. Mas o elétron está em volta do que? Não tem um desenho? O que que tem em volta? A gente tem o quê? Aqui é o núcleo e aqui a gente tem duas, dois desenhos circulares. O que que é esse desenho circular. (mostrando a página principal do PhET impressa).	Pergunta retórica	
52	L.: O elétron?	Apoio em conhecimento científico adquirido na escola ou fora dela com a intenção de responder ou explicar dúvidas próprias.	Investigar
53	Professor: O elétron fica então em volta do que? Do?	Pergunta retórica	
54	L.: do núcleo.	Apoio em conhecimento científico adquirido na escola ou fora dela com a intenção de responder ou explicar dúvidas próprias.	Investigar
55	Professor: Do núcleo. Beleza! Isso aí! E... se o elétron fica em volta do núcleo, faltam mais duas partículas, né? Que ficam no núcleo. Se o elétron está em volta, quais são as duas partículas que ficam dentro do núcleo? Vamos lá gente! P., vamos lá? D.!	Pergunta retórica	

Quadro 7.3 – Transcrição da Aula 04, que ocorreu após a aula Construindo Átomos, em 31/03/2020. Esta aula é anterior ao questionário e a transcrição diz respeito ao Sexto ano B.

Turno	Falas Transcritas	Breve Análise	Indicadores
	a partir do instante 12min32s		
70	Prof.: Isso aí! Então com essas reações de atração e repulsão, quando eu tenho um átomo muito pesado, o que eu vou ter em volta dele? Eu vou ter muito o quê?	Pergunta retórica	
71	PF: Muitos elétrons	Estabelecimento de relações entre o conhecimento teórico em sala de aula	Articular ideias
72	L: Muitos elétrons	Estabelecimento de relações entre o conhecimento teórico em sala de aula	Articular ideias
73	PA: Muito elétrons!	Estabelecimento de relações entre o conhecimento teórico em sala de aula	Articular ideias
74	PF: Muitos elétrons porque os prótons vão repelir essa quantidade grande de cargas. O próton vai repelir.	O aluno apoiou em ideias próprias (conceito errado) para formular o argumento ou para enriquece-lo	Argumentação
75	Prof.: E como é que que os elétrons vão ficar em relação uns aos outros perto ali, eles vão ficar juntos?	Pergunta retórica	
76	PF: Não eles vão ficar tipo num círculo. Num circulozinho aqui, num circulozinho aqui, num circulozinho aqui. Eles vão estar no meio em volta desses círculos.	Apoio inicialmente em ideias próprias para construir argumentos	Argumentação
77	Prof.: E porque eles não juntam todos numa camada só, num rodinha só, num círculo só?	Pergunta retórica	
78	PF: Eu chutaria...		
79	L: Professor...	—	—
80	PF: Que é porque a quantidade de ele.... que acaba que por essa quantidade de cargas... Eu sei por que eles não juntam!	Apoio em conhecimento científico adquirido na escola ou fora dela com a intenção de responder ou explicar dúvidas próprias.	Investigar
81	Prof.: Porquê?	pergunta retórica	
82	PF: Porque iguais se repelem!	Participação em atividades que envolvem soluções de problemas com apresentação de novas ideias, com postura e argumentos que envolvam a ciência ou aspectos científicos em sala de aula.	Criar

Fonte: Autor (2020).

Quadro 7.4 – Transcrição da Aula 10 – Condutores e Isolantes.

Turno	Falas Transcritas	Breve Análise	Indicadores
	a partir do instante 09min50s		
01	Prof.: o quê que nós estudamos na aula passada?	Pergunta retórica	
02	PCM: Sobre a camada de Valência.	Resposta objetiva	Argumentar
03	Prof.: A camada de Valência... O que que é a camada de valência?	Pergunta retórica	
04	PF: é a camada... pelo que eu tô me lembrando, do que eu pesquisei, é a camada mais fina, é quando os átomos... os elétrons preenchem a camada mais superficial é... lá do átomo. Não sei se é isso.	O aluno apoiou-se em conhecimento científico adquirido na escola ou fora dela com a intenção de responder ou explicar dúvidas próprias, embasada em conceitos científicos, para a construção de explicações em sala de aula para argumentar, por isso a refutação no final	Investigar
05	Prof.: A camada superficial, você está falando...	—	—
06	PF: A primeira.		Argumentação
07	Prof.: Perto do núcleo ou a mais afastada no núcleo?	pergunta retórica	
08	PF: A superficial é a primeira	O aluno baseou em conhecimentos adquiridos em debates em sala de aula	Argumentação
09	Prof.: é a primeira?	pergunta retórica	
10	PF: É a primeira porque eu estou considerando que o átomo, imagina que ele é uma bola. O núcleo seria dentro da bola.	O aluno relaciona o conhecimento teórico a realidade cultural-ambiental ao associar o átomo à uma bola.	articulação de ideias para argumentação
11	Prof.: Certo! E a primeira sua fica onde?	pergunta retórica	
12	PF: Bom, se você considerar que é a superficial a que tem menos energia, é a mais perto do núcleo. Mas se você considerar que a superficial é a que fica na superfície assim é a última.	O aluno relaciona o conhecimento teórico a realidade cultural-ambiental.	articulação de ideias e argumentação
13	Prof.: Entendi!	—	—
[...]	[...]	[...]	[...]
29	Prof.: A regra do octeto, o que é a regra do octeto, M.? Espera aí que seu microfone está mutado!Alguém?	Pergunta retórica	
30	VG: Que para....	—	—
31	Prof.: Como que é VG.?	pergunta retórica	
32	VG: Que para dois átomos se unirem para virar uma molécula precisa de pelo menos oito elétrons?	O aluno usa de uma afirmação com interrogação. Usa de argumentos a partir dos conhecimentos adquiridos em debates na sala de aula e interroga com receio de estar errado.	Argumentação
33	Prof.: Precisa de oito elétrons aonde?	Pergunta retórica	
34	VG: Na última camada de valência?	O aluno usa de uma afirmação com interrogação. Usa de argumentos a partir dos conhecimentos adquiridos em debates na sala de aula e interroga com receio de estar errado.	Argumentação
35	Prof.: última camada que é a camada de...	pergunta retórica	
36	VG: valência.		
37	Professor: Valência, né?		

Quadro 7.5 – Transcrição da aula 12 – Material Intrínseco e Extrínseco, ocorrida em 10/06/2020, após a aula do Quebra-cabeça.

Turno	Falas Transcritas	Breve Análise	Indicadores
66	Professor: Quando a matéria ela é intrínseca, ela é pura, a gente viu na aula passada, ela é totalmente isolante, né? Ela não conduz energia elétrica, né? Porque? Porque ela está... ela é uma molécula totalmente neutra. A mesma quantidade de prótons da matéria tem a mesma quantidade de elétrons, então nesse caso aqui, ele não conduz energia elétrica, porque os elétrons estão bem... estão sendo atraídos pelos núcleos, né? Dos átomos, então não tem como eles movimentarem, então eles só servem para montar a cristalização da matéria, certo?	Contextualização da discussão.	Articular ideias
67	Professor: E esse aqui é matéria intrínseca (sic), o que aconteceu com essa matéria? (slide extrínseco)	Pergunta retórica	
68	PF: Alguma... algum tipo de molécula (sic) externa que não é dá... é... que fazia essa... compunha essa matéria é... entrou nela.	Relação entre conhecimento teórico e realidade	Articulação de ideias
69	Professor: então.		
70	PF: (inaudível) agora ela faz parte.		
71	Professor: e agora essa matéria está neutra? (Cadeia de carbono com um átomo de antimônio)	Pergunta retórica	
72	PF: Não.		
73	Professor: em relação as suas cargas?	Pergunta retórica	
74	PF: Não porque tem uma molécula de... e... de... um elétron a mais do que tinha anterior.	interpretação de desenhos com características científicas	Ler em Ciências
75	Professor: aham... a gente viu na aula passada que o antimônio tem quantos elétrons na camada de valência? Só contar gente, ó.	Pergunta retórica	
76	VGP: cinco?		
77	Professor: cinco, né? Então olha só, o que que a gente tem aqui então? (seta em cima de um desenho de elétron na camada de valência do antimônio)	Pergunta retórica	
78	PF: O antimônio.		
79	Professor: o antimônio, mas a setinha está mostrando o que?	Pergunta retórica	
80	MA: Uma matéria diferente!		
81	VGP: o elétron!		
82	PF: uma matéria impura, porque ela não é composta pelo mesmo material. é só pelo um material, ela tem outro mater... mol... é outras formando aqui, ó.	interpretação de desenhos com conhecimentos adquiridos em debates em sala	Ler em Ciências e argumentação
83	Professor: o que está sobrando aqui?	Pergunta retórica	
84	VGP: O elétron!		
85	LCD: O elétron!		
86	PF: O Elétron. Ele está aqui solto.	Interpretações de imagens com características científicas	Ler em ciências
87	Professor: Está sobrando um elétron nessa matéria, não está?	Pergunta retórica	

Quadro 7.6 – Transcrição da aula 12 – Material Intrínseco e Extrínseco, ocorrida em 10/06/2020, após a aula do Quebra-cabeça, com o uso de slide com desenho de cadeia de carbono com alumínio e cadeia de carbono com antimônio – junção *pn*.

Turno	Falas Transcritas	Breve Análise	Indicadores
101	Professor: juntei os dois materiais, né? Como se eu tivesse soldado as duas placas de carbono uma na outra. O que que aconteceu agora? Essa matéria está neutra em relação as cargas? Eu tenho aqui, ó..		
102	PF: Espaço.	Aluno referenciando a lacuna ou buraco nos materiais extrínsecos	Ler em Ciências
103	Professor: Eu falei que aqui era o que? Um buraco, né?		
104	PF: É. Uma lacuna		
105	Professor: então eu tenho aqui um, dois, três, quatro, cinco, seis buracos e aqui eu tenho um, dois, três, quatro, cinco, seis elétrons sobrando. Ela está neutra?	R	
106	PF: Não, ela agora tá... ela tá neutra, porque o que que... os elétrons que ... essa parte aqui da primeira metade não tem essa aqui compensa tendo um a mais e aí equilibra.	Apoia-se em conhecimento científico adquirido na escola ou fora dela para explicar dúvidas próprias embasado em conceitos científicos	Investigar
107	Professor: equilibra, né? Então ela não está neutra (sic). Mas o que que vai fazer... é... o que que vai acontecer com essas cargas? Qual é a tendência aqui? O que que vocês acham que acontece com esses elétrons aqui? Alguém?		
108	Professor: Por exemplo, olha só, Esse lado aqui é uma carga o que? Esse lado aqui que carga está?		
109	PF: Positiva!		a
110	Professor: positiva porque está faltando elétrons, né? Se está faltando elétrons eu tenho a maior quantidade de prótons no núcleo, então esse lado aqui é positivo. Então esse lado de cá é o que?		
111	PF: Negativo por ter excesso de elétrons.	Constrói argumentação baseada em conhecimentos e conceito científicos a partir de debates em sala de aula	Argumentação
112	Professor: Negativo. Como é que a gente pode nomear essa junção então? Que tipo de junção a gente fala nessa matéria? É uma junção o que? Vamos utilizar essas letras		
113	PF: Junção P-N, junção N-P, sei lá... o que você preferir.	Constrói argumentação baseada em conhecimentos e conceito científicos a partir de debates em sala de aula	Argumentação
114	Professor: é isso aí. Junção p-n ou junção n-p, né? Então ó, o que vai acontecer com os elétrons da matéria? Então olha só, esse aqui ele vai passar pra cá, ó. Ele não está sobrando aqui?	R	
115	PF: sim. Aí ele vai rodar... ele vai caminhar e ficar... e vai vim (sic) aqui. Esse aqui vai caminha e vai vim, talvez aqui... é... aqui pra frente dele. Vai pra qualquer desse que está faltando e vai indo...	Constrói argumentação baseada em conhecimentos e conceito científicos a partir de debates em sala de aula	Argumentação
116	Professor: esse aqui de cima também...		
117	PF: um vai indo pra cá, um vai indo pra cá e aí vai equilibrar...	Constrói argumentação baseada em conhecimentos e conceito científicos a	Argumentação

8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A produção de uma dissertação sobre o ensino de FMC no EFII traz toda uma audácia e, ao mesmo tempo, uma fragilidade presente na perspectiva da conclusão do trabalho. Ao mesmo tempo que somos profissionais da educação, trabalhando com alunos em sala de aula ou na forma remota, somos alunos na pós-graduação para o desenvolvimento dos trabalhos que se finalizam com a escrita da dissertação. O que recebemos é um desenvolvimento epistêmico especializado na análise profissional como mediador pedagógico. Há aqui, neste trabalho, um espelhamento de um professor na busca pela primazia da experiência científica de uma pós-graduação – pelo conhecimento, pela técnica; da mesma forma que um aluno do Sexto Ano do EFII, ao buscar conhecimentos em discussões sobre semicondutores durante as aulas que compõe a SD, para a produção desta dissertação.

Assistimos aqui processos de ensino e de aprendizagem reverberar na importância da educação na formação da pessoa. Este envolvimento na dicotomia da audácia e da fragilidade está presente na busca por uma formação social mais sublime, tanto do ponto de vista profissional quanto estudantil. Mas onde está a fragilidade? Ela está nos dias longe da família com um certo isolamento social; noites e fins de semanas de dedicação aos estudos; quilômetros e quilômetros a serem vencidos por semana, no chegar e partir em outra cidade; conceitos Físicos e Matemáticos guardados em algum lugar da memória do passado a serem revistos, embebidos por diferentes e novos pontos de vistas, agora descobertos. O que se assemelha com um aluno do Sexto Ano do EFII.

Para mim, como mestrando, estes momentos dedicados a produção de conhecimento e análise é uma revisão de como produzimos e tentamos organizar a própria vida, o que deságua na profissão. Para a produção deste trabalho, tanto na perspectiva de professor, quanto na perspectiva de aluno, é concreta a evolução pessoal e profissional na estruturação de uma sequência didática que tem como objetivo o desenvolvimento de uma alfabetização social e científica do meu aluno.

Neste estudo trabalhamos sobre as seguintes questões: i) é possível fazermos uma discussão sobre conceitos fundamentais de FMC e quais habilidades são desenvolvidas com os alunos neste período da educação básica, o Sexto Ano do Ensino Fundamental? e, com isso, verificar se ii) é possível conduzi-los através de um processo de Alfabetização Científica (AC) usando FMC como pano de fundo. Alfabetização compreendida aqui como capacidade de leitura de mundo, numa perspectiva Freireana.

Para isso usamos como objeto de estudo o conceito de Semicondutores, suas características e aplicações tecnológicas. Propusemos o desenvolvimento de uma sequência de ensino fundamentada em um conjunto de atividades, a princípio investigativas, que permitisse a discussão sobre os modelos de estrutura da matéria, passando para o conceito de condução em meios materiais e alcançando o conceito de semicondutores. A princípio discutimos em sala os aspectos associados com o uso e os impactos da tecnologia atual, que tem como base os materiais semicondutores.

O desenvolvimento da sequência teve início da forma como planejado. Porém, na véspera da terceira aula, houve a declaração da Organização Mundial de Saúde – OMS, de pandemia devido ao novo coronavírus, o SarsCov2, causador da COVID19, juntamente com o pedido do Ministério da Saúde do Brasil, pelo Ministro à época, Luiz Henrique Mandetta, de que a sociedade fizesse o isolamento social, pois a doença é altamente contagiosa e não temos vacina e nem tratamentos adequados. As escolas, públicas e privadas, de todos os níveis de ensino, pararam completamente as suas atividades presenciais.

Diante desta nova realidade a SD foi adaptada para um formato de aulas remotas. A pandemia afetou diretamente o desenvolvimento das atividades investigativas em sala, distanciou a observação e orientação do professor nos desenvolvimentos dos alunos e, ainda, dificultou a articulação dos desenvolvimentos em grupos dos alunos. Além disso, podemos ainda mencionar situações de evasão das aulas, falta de interesse pelo sistema remoto, dificuldades para adaptação ao meio virtual, habilitação de uso de aplicativos e e-mail com login para menores de idade, computadores com configurações incompatíveis, internet com baixa transferências de dados, ou seja, falta de tecnologia de ponta para a adaptação de professores e alunos.

Durante o desenvolvimento da SD pudemos separar alguns períodos que mostram a influência da pandemia no resultado alcançado, evidenciados no capítulo 7: (a) a participação e o interesse dos alunos no início do desenvolvimento com suas investigações nas duas primeiras aulas; (b) a letargia, a evasão e a dificuldade de comunicação no início da pandemia, onde até as escolas ficaram sem direcionamento do que fazer e (c) a retomada com um sistema único para a escola com cargas horárias reduzidas para as aulas remotas.

Desta forma, mesmo as atividades mantendo o questionamento que guia esta pesquisa e seu objeto de estudo - semicondutores, a metodologia modificou-se de Atividades Investigativas para Atividades Interativas. O formato de aula remota inibiu as investigações, como mencionado na seção (6.2.3).

Nossa SD foi pensada e elaborada a partir de uma transposição didática para discutir a estrutura da matéria e chegar ao conceito de semicondutores, com um vocabulário e uso de objetos que conversem com os alunos do Sexto Ano do Ensino Fundamental, no seu dia-a-dia. Mesmo com todas estas interferências que dificultaram a motivação das crianças, excluindo o contato social e com isso inibindo a parte experimental e lúdica das pesquisas nas aulas presenciais com as atividades investigativas, avaliamos que os objetivos foram alcançados.

Podemos notar vários indicativos da presença de um processo de Alfabetização Científica no desenvolvimento da SD, como o uso de vocabulários científicos referentes ao conteúdo trabalhado, articulações de conhecimento prévio e novos na interpretações de textos e imagens em discussões durante a aula. Além da exposição nos diálogos que mostram o aluno desenvolvendo o modelo próprio para o átomo e para a camada de valência, apresentado no capítulo (7) (p. 115).

Ou seja, notamos que as pequenas interações discursivas estabelecidas em aula construíram argumentos. Os alunos do Sexto Ano com as práticas epistêmicas de comunicação e discussão durante as aulas se desenvolveram com vocabulários e conceitos científicos sobre os modelos para a estrutura da matéria para o entendimento das características dos materiais semicondutores.

A resposta a pergunta *é possível fazermos uma discussão sobre conceitos fundamentais de FMC e quais habilidades são desenvolvidas com os alunos neste período da educação básica, o Sexto Ano do Ensino Fundamental?*, é sim. Os alunos conseguem discutir conceitos fundamentais. Guardadas as proporções, os conceitos básicos de FMC para semicondutores são desenvolvidos pelos alunos.

Para a segunda pergunta *é possível conduzi-los através de um processo de Alfabetização Científica (AC) usando FMC como pano de fundo. Alfabetização compreendida aqui como capacidade de leitura de mundo, numa perspectiva Freiriana?*, a resposta também é sim, porém tivemos a interferência da pandemia que causou um estreitamento das discussões em grupos. O desenvolvimento social da discussão freiriana teve uma perda notória, não há uma concepção de um desenvolvimento de práticas epistêmicas com cem por cento da sala.

Também não podemos esperar de um aluno do Sexto Ano do Ensino Fundamental, que ele seja uma pessoa influente no meio social com intervenções no mundo que o cerca, isto é incoerente com o estágio do desenvolvimento dessa criança. A formação numa AC prevê essa conquista a um cidadão formado.

Acreditamos que o desenvolvimento da SD em aulas presenciais, sem uma pandemia, trará evidências mais perceptíveis de práticas epistêmicas de legitimação e com isso o caráter coletivo da construção desses argumentos será mais notório aos professores, já que a pandemia afetou diretamente o desenvolvimento pela contribuição social na formação dos grupos de trabalhos.

O que notamos aqui é que o desenvolvimento desta SD beneficia as interações comunicacionais discursivas e com elas há muita produção de conhecimento. Assim o desenvolvimento da SD, mesmo com a pandemia, proporcionou um certo extravasar da simples apresentação de conteúdo, permitindo ao aluno a possibilidade do desenvolvimento da autonomia e, como afirma Sasseron (2020), uma interação discursiva em aulas que permitem a construção de argumentos.

A medida que as ideias são discutidas e analisadas em condições propostas e com uma evolução de conteúdos de uma aula que serve de fundamentação para outra posterior, os alunos evoluem para uma prática do saber de legitimação científico. Assim, as discussões em sala de aula, as tarefas investigativas, análise de textos, infográficos, experimentações virtuais, tudo se torna ferramenta para um contato mais próximo do alunos com conceitos para o desenvolvimento da Alfabetização Científica.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, D. P. G. **Física Moderna e Contemporânea no Ensino Médio: o livro didático e as representações sociais de docentes**. Tese (Tese (Doutorado em Ensino de Ciências)) — Universidade do Estado de São Paulo, São Paulo, SP, 2019.
- ALVES, A. G. **Materiais semicondutores: uma abordagem para o ensino médio**. Tese (Dissertação (Mestrado em Ensino de Física)) — Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG, 2017.
- ARAÚJO, I. S. C. **Física moderna e contemporânea no ensino médio: tecendo conexões com os recursos da cultura digital**. Tese (Tese - Doutorado em Educação em Ciências) — Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2020. Disponível em: <<https://lume.ufrgs.br/handle/10183/210788>>.
- ASHCROFT, N. W.; MERMIN, N. D. **Física do Estado Sólido**. São Paulo, SP: Cengage Learning, 2011. Tradução de Maria Lúcia Godinho de Oliveira.
- ASSUNÇÃO, T. V.; NASCIMENTO, R. R. Alfabetização científica e a academia: um olhar sobre o ensino de física moderna e contemporânea na educação básica. **Revista de Ensino de Ciências e Matemática**, v. 10, n. 3, p. 1–17, 2019.
- BARRELO, J. N. **Promovendo a argumentação em sala de aula de Física moderna e contemporânea: uma sequência de ensino investigativa e as interações professor-alunos**. Tese (Tese (Doutorado em Ensino de Física)) — Universidade de São Paulo - USP, São Paulo - SP, 2015.
- BRASIL. **Parâmetros Curriculares Nacionais: terceiro e quarto ciclos: Língua Portuguesa e Matemática**. Brasília: Ministério da Educação, 1998.
- BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília: Ministério da Educação, 2018. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_-versaofinal_site.pdf>. Acesso em: 26 fev. 2021.
- BRITO, L. O.; FIREMAN, E. C. Ensino de ciências por investigação: uma estratégia pedagógica para promoção da alfabetização científica nos primeiros anos do ensino fundamental. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte)**, scielo, v. 18, p. 123–146, 04 2016. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1983-21172016000100123&nrm=iso>.
- BROCKINGTON, G. **A Caixa Escura, uma reformulação de A Realidade Escondida: A dualidade onda-partícula para estudantes do Ensino Médio**. Tese (Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências)) — Universidade de São Paulo, USP, 2005.
- CARMONA, A. G.; CRIADO, A. M. Física de semicondutores en la enseñanza básica de la electrónica primeros pasos de un proceso de transposición didáctica. v. 29, n. 1, 2011.
- CARVALHO, A. M. P. **Ensino de Ciências por Investigação: condições para implementação em sala de aula**. [S.l.]: Cengage Learning, 2013.
- CHALMERS, A. F. **O que é ciência, afinal?** São Paulo: Editora Brasiliense, 1993.
- CHASSOT, A. Alfabetização científica: uma possibilidade para a inclusão social. **Revista Brasileira de Educação**, v. 22, p. 89–100, 2003.

CHEVALLARD, Y. **La Transposición Didáctica – Del saber sábio al saber enseñado**. 3. ed. Ciudad de Buenos Aires: Aique Grupo Editor S.A., 2000.

CUNHA, R. B. O que significa alfabetização ou letramento para os pesquisadores da educação científica e qual o impacto desses conceitos no ensino de ciências. **Ciência & Educação (Bauru)**, scielo, v. 24, p. 27 – 41, 01 2018. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-73132018000100027&nrm=iso>.

EISBERG, R.; RESNICK, R. **Física Quântica: átomos, moléculas, sólidos, núcleos e partículas**. 35. ed. Rio de Janeiro, RJ: Elsevier, 1979. Tradução de Paulo Costa Ribeiro, Enio Frota da Silveira e Marta Feijó Barroso.

ELIAS, M. A. et al. Animações na alfabetização científica: possibilidades e ferramentas metodológicas alternativas no ensino de ciências e biologia. **Research, Society and Development – DOAJ**, v. 9, n. 10, 2020.

FERRAZ, A. T.; SASSERON, L. H. Espaço interativo de argumentação colaborativa: condições criadas pelo professor para promover argumentação em aulas investigativas. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte)**, scielo, v. 19, 2017. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1983-21172017000100215&nrm=iso>.

FERREIRA, E. G. B.; DAMASIO, F.; RODRIGUES, A. A. Física moderna e contemporânea no ensino fundamental articulada com conceitos de física clássica por meio de unidades de ensino potencialmente significativas (ueps). **Aprendizagem Significativa em Revista**, Porto Alegre, RS, v. 4, n. 1, p. 29–40, 2014.

FOUREZ, G. **A construção das ciências: introdução à filosofia e à ética da ciência**. São Paulo: Editora Universidade Estadual Paulista, 1995.

FOUREZ, G. Crise no ensino de ciências? **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 8, n. 2, p. 109–123, 2003. Tradução de Carmem Cecília de Oliveira.

FREIRE, P. **Educação e Mudança**. 12. ed. Rio de Janeiro: Editora Paz e Terra S.A., 1980.

FREIRE, P. **A importância do ato de ler: em três artigos que se completam**. 5. ed. São Paulo: Cortez Autores Associados, 1989.

FREIRE, P.; FAUNDEZ, A. **Por uma Pedagogia da Pergunta**. [S.l.: s.n.], 1985.

GIEHL, L. K.; ZARA, R. A. **Oficina Didática sobre Semicondutores e suas aplicações sob a estratégia de abordagem multi representacional**. Tese (Dissertação (Mestrado em Ensino)) — Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Foz do Iguaçu, PR, 2018.

GLEISER, M. O elétron e o futebol. Folha de São Paulo, 2006. Disponível em: <https://www.redescola.com.br/site/images/stories/conteudos_especificos/fisica/pdf/eletron_futebol.pdf>. Acesso em: 12 jan2021.

GONÇALVES, M. E. R. **Atividades de conhecimento físico na formação de professores das séries iniciais**. Tese (Doutorado em Educação) — Faculdade de Educação da USP, São Paulo, SP, 1997.

MARQUES, T. C. F. et al. Ensino de física moderna e contemporânea na Última década: revisão sistemática de literatura. **Scientia Plena**, v. 15, n. 7, 2019. Disponível em: <www.scientiaplenu.org.br/sp/article/view/4833/2190>. Acesso em: 13 jan.2021.

MARTINS, A. P. B.; PORTO, M. B. D. S. M. O ensino e a aprendizagem das ciências da natureza no ensino fundamental ii: uma proposta envolvendo a natureza da ciência. **Revista Thema**, v. 15, n. 3, 2020.

MILLER, J. D. Scientific literacy: a conceptual and empirical review. **Daedalus**, The MIT Press on behalf of American Academy of Arts & Sciences, v. 112, n. 2, 1983. Disponível em: <<http://www.jstor.org/stable/20024852>>.

MOREIRA, M. A. **Teorias de Aprendizagem**. São Paulo: Editora Pedagógica e Universitária Ltda, 1999.

MUNIZ, S. R. **Estrutura da Matéria**. Tese (apostila) — USP/Univesp, São Paulo, SP, 2012. Disponível em: <https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/1919239/mod_resource/content/4/T3_Capitulo7_v1.3.pdf>. Acesso em: 15 mar.2021.

OSTERMANN, F.; MOREIRA, M. A.; SILVEIRA, F. L. A física na formação de professores para as séries iniciais. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 14, n. 2, 1992.

PAIXÃO, M. F.; CACHAPUZ, A. La enseñanza de las ciencias y la formación de profesores de enseñanza primaria para la reforma curricular: De la teoría a la práctica. **Enseñanza de las Ciencias**, v. 17, n. 1, p. 69–77, 1999.

PIZARRO, M. V.; LOPES JR., J. Indicadores de alfabetização científica: Uma revisão bibliográfica sobre as diferentes habilidades que podem ser promovidas no ensino de ciências nos anos iniciais. **Revista Investigações em Ensino de Ciências**, v. 20, n. 1, 2015.

ROSA, C. T. W. Acidente nuclear de goiânia nos livros didáticos de física. **Góndola, enseñanza y aprendizaje de las ciencias**, v. 14, n. 1, 2019.

SAMAGAIA, R.; PEDUZZI, L. O. Q. Uma experiência com o projeto manhattan no ensino fundamental. **Ciência e Educação**, Bauru, SP, v. 10, n. 2, p. 1–8, 2004.

SASSERON, L. H. Alfabetização científica, ensino por investigação e argumentação: relações entre ciências da natureza e escola. **Revista Ensaio**, v. 17, n. especial, p. 49–67, 2015. Disponível em: <<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=129543057004>>.

SASSERON, L. H. Interações discursivas e argumentação em sala de aula: a construção de conclusões, evidências e raciocínios. **Revista Ensaio**, v. 22, 2020. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1983-21172020000100338&nrm=iso>.

SASSERON, L. H.; CARVALHO, A. M. P. Almejando a alfabetização científica no ensino fundamental: a proposição e a procura de indicadores no processo. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 13, n. 3, p. 333–352, 2008. Disponível em: <<https://www.if.ufrgs.br/cref/ojs/index.php/ienci/article/view/445/263>>. Acesso em: 17 de jul.2020.

SILVA, D. L. F.; PEREZ, S.; FRAIHA, S. G. C. O estudo do campo gravitacional no ensino fundamental anos iniciais: uma proposta didática com abordagem investigativa. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 10, p. e6749109085, out. 2020. Disponível em: <<https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/9085>>.

SILVA, M. E. O.; MARQUES, P. R. B. O.; MARQUES, C. V. V. C. O. O enredo das aulas experimentais no ensino fundamental: concepção de professores sobre atividades práticas no ensino de ciências. **Revista Prática Docente**. v. 5, n. 1, p. 271-288, jan/abr2020, v. 5, n. 1, 2020.

SILVA, V. R.; LORENZETTI, L. A alfabetização científica nos anos iniciais: os indicadores evidenciados por meio de uma sequência didática. **Educação e Pesquisa**, scielo, v. 46, 00 2020. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1517-97022020000100565&nrm=iso>.

VIECHENESKI, J. P.; LORENZETTI, L.; CARLETTO, M. R. A alfabetização científica nos anos iniciais: uma análise dos trabalhos apresentados nos enpecs. In: **X Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**. Águas de Lindóia, SP: [s.n.], 2015. Disponível em: <<http://www.abrapecnet.org.br/enpec/x-enpec/anais2015/indiceautor.htm#V>>. Acesso em: 01 ag.2020.

VITOR, F. C.; SILVA, A. P. B. Alfabetização e educação científicas: consensos e controvérsias. **Revista Brasileira de Estudos Pedagógicos**, scielo, v. 98, p. 410 – 427, 08 2017. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2176-66812017000200410&nrm=iso>.

WALKER, J. **Halliday/Resnick, Fundamentos de Física: Óptica e Física Moderna**. 8. ed. [S.l.]: LTC - Livros Técnicos e Científicos Editora S. A., 2009. Tradução e revisão técnica de Ronaldo Sérgio de Biasi (IME).

ZIMMERMANN, E.; EVANGELISTA, P. C. Q. Pedagogos e o ensino de física nas séries iniciais do ensino fundamental. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 24, n. 2, p. 261–280, 2007.

A MATERIAIS PARA OS ALUNOS

Aula 1 – Que material é esse?

Atividade 1 – Investigando Tecnologias Passadas

Vocês estão diante de diversos aparatos tecnológicos de diferentes épocas e com diferentes utilidades (figura A.1). Façam um relatório usando as questões abaixo como orientadoras. Não é necessário responder a cada questão separadamente. Basta usá-las para orientar as discussões no seu grupo na produção de um texto final.

Figura A.1 – Alguns dos materiais contidos dentro de uma das sacolas entregues aos grupos.



Fonte: Autor (2021).

Questões Orientadoras

1. Deem nomes aos artefatos de acordo com o que o grupo entende sobre o seu funcionamento.
2. Tentem descrever a utilidade de cada item.
3. Escrevam as características identificadas nos artefatos do grupo.

4. Comparem os artefatos mais antigos com os mais novos e relatem as principais mudanças que vocês observam.
5. De que material (ou materiais) são constituídos esses artefatos?
6. Como esses materiais se alteraram com o tempo, se é que se alteraram?
7. Vocês acham que isso influencia no desempenho dos artefatos? De que forma?
8. Os tamanhos dos artefatos aumentaram ou diminuíram?
9. Elaborem as suas respostas na forma de um texto com cerca de cinco linhas, para ser apresentado para a turma e discutido. Esse relatório deverá ser entregue ao professor.

Atividade para casa – Pesquisa

Vocês já pararam para pensar sobre a composição da matéria, isto é, sobre o que forma todas as coisas no nosso universo? Para entendermos um pouco mais sobre essa questão, realizem uma pesquisa, para ser discutida na próxima aula, abordando os seguintes tópicos:

1. Vocês já ouviram falar sobre o átomo? O que é o átomo e como ele é composto?
2. Os átomos possuem cargas? Em caso afirmativo, como elas se relacionam?
3. Como a humanidade lidou com esse tema, a composição da matéria, ao longo da sua história? Pesquisem sobre a história do desenvolvimento dos diversos modelos de átomos que foram propostos ao longo do tempo. Elaborem desenhos e esquemas representativos para esses modelos.
 - a) Grupo 01 - modelo de Dalton
 - b) Grupo 02 - modelo de Bohr
 - c) Grupo 03 - modelo de Thomson
 - d) Grupo 04 - modelo de Rutherford
 - e) Grupo 05 - modelo de Bohr

Elaborem cartazes para ajudá-los na apresentação para a turma.

Aula 2 – A Caixa Escura: desenvolvendo modelos

Atividade 1

Como podemos descrever a forma de um objeto se nunca o enxergamos? Como podemos identificar as suas características? Para resolvermos essa questão precisamos entender o que são os modelos e como eles podem nos auxiliar. Para isso vamos trabalhar na aula de hoje com a caixa escura¹.

Figura A.2 – Caixa recebida por cada grupo para trabalhar a ideia de modelos.



Fonte: Autor (2020).

Cada grupo está diante de uma caixa escura que contém alguma coisa em seu interior. O nosso objetivo é identificar as características do que está dentro da caixa. Para isso vamos realizar uma investigação, como fazem os cientistas, dividida em 4 etapas.

1. Primeira etapa – apenas balancem a caixa e tentem descobrir características do que está em seu interior que sejam suficientes para que vocês façam um primeiro esboço desse objeto.
2. Segunda etapa – agora, imaginem que vocês desenvolveram novas tecnologias de investigação e elas consistem na possibilidade de vocês tatearem o que tem no interior da caixa, com palitos inseridos em orifícios nas laterais da caixa. A partir das novas informações obtidas com esta nova tecnologia, desenhem um novo esboço para o objeto.

¹ Atividade adaptada de Brockington (2005).

3. Terceira etapa – como vocês são cientistas persistentes, vocês conseguiram, depois de um certo tempo, aprimorar o aparato tecnológico que permite tatear as coisas dentro da caixa, agora usando as mãos, a partir de uma abertura na caixa, coberta com um tecido fino. A partir das novas informações que vocês obtiveram, façam um novo esboço do que tem dentro da caixa.
4. Quarta etapa – finalmente, vocês conseguiram desenvolver um aparato tecnológico que permite a vocês abrirem a caixa. Olharem o que tem dentro! Comparem o que vocês observam nessa nova situação com os esboços anteriores. Escrevam um texto discutindo a importância das ferramentas tecnológicas para a elaboração de um modelo científico e discutam o que isso tem a ver com a nossa discussão anterior sobre os diferentes modelos para os átomos.

Atividade para casa – preparando para usar o aplicativo PhET

Para a próxima aula vocês deverão trazer os notebooks, tablets ou celulares para trabalharem com o simulador PhET – Montagem de átomos, que deverá estar, de preferência, já instalado nos aparelhos. Para isso, acessem o link²:

https://phet.colorado.edu/sims/html/build-an-atom/latest/build-an-atom_pt_BR.html

Baixem o simulador no aparelho e tragam na nossa próxima aula.

Figura A.3 – Link em QR-CODE



Fonte: Autor (2020).

² QR-CODE gerado por <https://br.qr-code-generator.com>

Aula 3 – Questionário de Revisão

Atividade 1 - Vídeo de Revisão

Vocês devem assistir ao vídeo disponível no link³
https://www.youtube.com/watch?v=_XgUZ5SuL18, que tem apenas *2min59s* de duração.

Figura A.4 – Link em QR-CODE



Fonte: Autor (2020).

Atividade 2 - Questionário

Após assistirem ao vídeo, respondam as questões a seguir e enviem pelo e-mail da escola.

1. Qual é a carga do próton?
2. Qual é a carga do elétron?
3. Qual é a carga do nêutron?
4. Pesquise sobre o que é o número atômico
5. O que é a tabela periódica? Para que ela serve?
6. O que a gente entende por átomos metálicos?
7. O que a gente entende por átomos não metálicos?

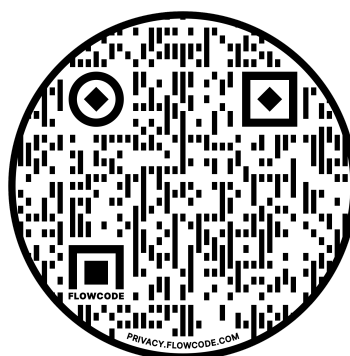
³ QR-CODE gerado por <https://br.qr-code-generator.com>

Aula 4 – Construindo Átomos

Atividade 1 - Elementos Químicos

Para iniciar a nossa discussão sobre os átomos, vamos assistir a um pequeno vídeo, disponível no link⁴: <https://www.youtube.com/watch?v=OZRxG2FIg7g>

Figura A.5 – Link em QR-CODE



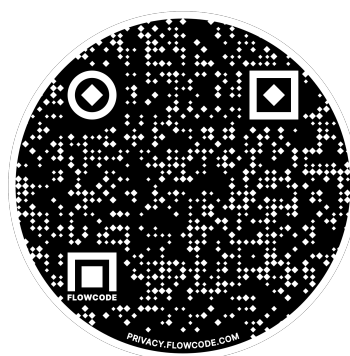
Fonte: Autor (2021).

Após assistir ao vídeo, respondam as questões:

1. O que vocês entenderam como sendo um elemento químico?
2. Como diferenciamos um elemento químico de outro?

Deem uma olhada nesse link: <https://www.ptable.com>

Figura A.6 – Link em QR-CODE



Fonte: Autor (2021).

3. Quais são as informações que ela apresenta para nós?

⁴ QR-CODE gerado por <https://www.flowcode.com/account>

Atividade 2 - Construindo Átomos

Peguem os seus computadores, tablets ou smartphones e, caso seja necessário, instalem o aplicativo PhET, acessando o link: https://phet.colorado.edu/sims/html/build-an-atom/latest/build-an-atom_pt_BR.html.

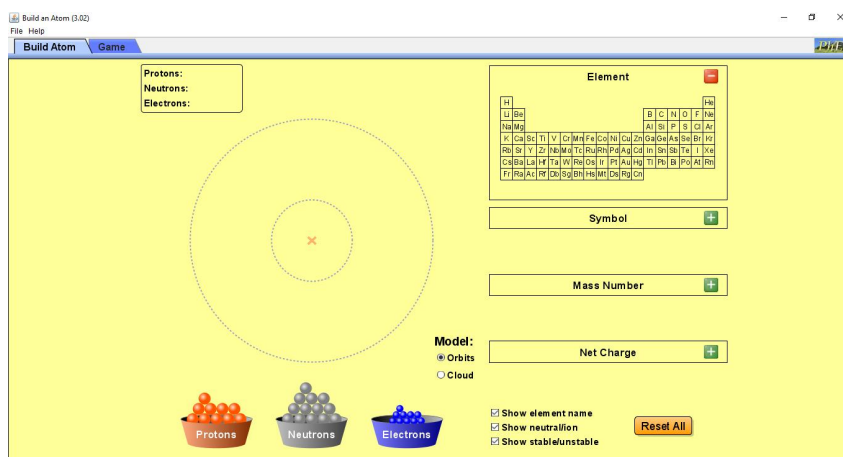
Figura A.7 – Link em QR-CODE



Fonte: Autor (2021).

Este aplicativo se propõe a nos ajudar na *Construção de um Átomo* e será usado por vocês para desenvolverem a atividade de investigação proposta a seguir. As questões apresentadas devem ser discutidas com o grupo de estudo em sala e as respostas enviadas pela plataforma da escola ou por email.

Figura A.8 – Tela inicial da simulação PhET – Construindo Átomos.



Fonte: Simulação PhET⁵.

Roteiro da Investigação

1. Acessem o link da simulação.

2. Entrem na aba “construir um átomo”;
 - a) Identifiquem as diferentes partículas que estão disponíveis para vocês montarem os seus átomos.
 - b) Do que foi discutido anteriormente, quais são as características de cada uma delas?
3. Seleccionem “modelo órbitas”;
 - a) No modelo de órbitas, o que representam as duas regiões distintas do átomo, o centro e as regiões pontilhadas?
 - b) Investiguem as condições para que as partículas disponíveis para a montagem dos átomos fiquem na região do átomo. Elas podem ficar em qualquer lugar que vocês queiram colocá-las? Os elétrons podem ser colocados em qualquer posição?
4. Montem o núcleo de um átomo qualquer.
 - a) O que vocês podem dizer sobre esse átomo?
 - b) Ele representa qual elemento químico?
 - c) Qual é o seu número atômico? Justifique.
 - d) Ele possui alguma carga elétrica? Qual? Justifique.
 - e) O que representa o número de massa de um átomo?
5. Identifiquem o átomo que vocês montaram e o localizem na Tabela Periódica (<https://www.ptable.com>). Certifiquem-se de que o átomo finalizado por vocês seja eletricamente neutro e estável.
6. Agora, assinalem todos os boxes onde está escrito “ver”. Isso permitirá que vocês tenham acesso a uma série de informações que os auxiliarão nas discussões anteriores.
 - a) Verifiquem se o átomo que vocês montaram é estável ou não. Justifiquem a resposta.
 - b) O que é preciso para que um átomo seja estável?
 - c) O que é preciso fazer para que ele seja um átomo neutro, isto é, com carga elétrica nula?

7. E, para finalizar, escrevam um pequeno texto, com cerca de 5 linhas, falando sobre as conclusões do grupo acerca da estabilidade de um átomo e sobre as características que esse átomo pode apresentar, tais como carga elétrica e massa.

Aula 5 - Texto: O Elétron e o Futebol

Atividade 1 - Leitura de Texto

O elétron e o futebol – Para a física do século 19, átomos não poderiam existir!

Marcelo Gleiser (GLEISER, 2006).

Outro dia, um amigo me fez uma pergunta aparentemente ingênua sobre o elétron. Como toda boa pergunta, por trás dela escondem-se grandes revelações. No caso, as ideias da física do século 20 que revolucionaram nossa concepção da matéria, lançando a sociedade na era atômica e digital.

_"Marcelo, se o elétron tem carga elétrica negativa, o próton positiva e cargas opostas se atraem, por que os elétrons nos átomos giram em torno dos prótons sem cair? O que os segura"?

A pergunta é inspirada pelo modelo do átomo como sendo uma espécie de mini sistema solar, com os elétrons girando em torno do núcleo como os planetas em torno do Sol. No caso dos planetas, a força responsável é a gravidade.

Por que os planetas não caem sobre o Sol? A explicação é bem diferente da dos átomos. Em vez de planetas girando em torno do Sol, vamos usar um exemplo mais palpável, uma pedra atraída pela Terra. Se soltarmos a pedra de certa altura, ela cai na vertical em direção ao centro da Terra. Se atirmos a pedra na horizontal, ela já não cai mais na vertical, mas descreve uma curva parabólica. Quanto maior a velocidade da pedra na horizontal, mais longa a curva e mais longe ela cai. Um satélite em órbita em torno da Terra é como essa pedra; só que viajando a uma velocidade tão alta que continua sempre caindo, sem tocar no chão. Os planetas também são satélites "caindo" sobre o Sol. E por que não caem de vez? Por que no espaço não tem ar e, portanto, não tem atrito.

"Ah, então é isso? Os elétrons giram sem cair em torno do núcleo atômico porque não existe atrito no átomo?", perguntou meu amigo.

Infelizmente não é tão simples. A força elétrica é bem diferente da gravitacional. Quando uma carga gira em torno de outra, ela emite radiação e perde energia. Aos poucos, o elétron cairia sobre o núcleo com certeza. Essa é a conclusão à qual chegaríamos se usássemos a física do século 19 para descrever os átomos: segundo ela, os átomos não podem existir! A solução foi criar uma nova física, obedecida por objetos de dimensões atômicas. O mundo do muito pequeno obedece à leis muito diferentes das nossas.

Onde começar? Em 1913, Niels Bohr propôs a primeira extensão do modelo do átomo além de um mini sistema solar. Afirmou que o elétron não cai no núcleo porque não pode: suas órbitas são como degraus de uma escada. Podemos estar em um ou outro mas não entre dois. Imagine então o átomo como uma espécie de um minúsculo Maracanã. O núcleo fica no centro do gramado. Os elétrons podem correr em torno dos degraus da arquibancada. De vez em quando, pulam de um degrau a outro. Se vão para cima usam energia, para baixo, liberam energia.

Porém, os elétrons jamais podem sair da arquibancada e invadir o campo. Bohr não explicou o porquê da proibição. Mas o modelo funcionou bem o suficiente para que ficasse claro que ele tinha elementos da explicação final. Em 1925, foi proposto que o elétron não fosse uma simples bolinha de bilhar. Objetos de dimensões atômicas não podem ser descritos com imagens do nosso dia-a-dia. Não sabemos o que o elétron é. Apenas como se comporta, o que já é suficiente. E seu comportamento obedece ao princípio da incerteza, que diz que não podemos medir sua posição e velocidade com precisão arbitrária.

Ou seja, se acharmos que o elétron está pertinho do núcleo, já não está mais. Sua posição sempre vai ser incerta, numa espécie de vibração incessante. Feito uma partida de futebol; como vimos na Copa do Mundo passada, essa coisa de ser favorito é muito incerta também.

Atividade 2 - Analisando o texto

1. O texto “O elétron e o futebol” nos dá uma ideia de como os modelos explicam certas características do elétron. No parágrafo 02, 03 e 04, Gleiser (2006) faz uma analogia com o sistema solar, comparando a força de atração das cargas positiva e negativa com a força da gravidade. O que vocês entendem sobre a força de gravidade e qual é essa relação que o autor estabeleceu?
2. No parágrafo 10 aparece o nome do cientista Niels Bohr. Descrevam o que ele propôs ao mundo científico associado com os modelos atômicos?
3. No parágrafo 14, 15 e 16 Gleiser (2006) faz uma associação entre o elétron e o Brasil na Copa do mundo. O que ele quis explicar com isso?
4. Usamos um modelo de átomo para entendermos suas características, porém o que podemos afirmar sobre o modelo de bolinhas para entendermos o elétron?

Na próxima aula discutiremos o que vocês trouxeram de dúvidas.

Aula 6 – Distribuição Eletrônica

Atividade 1 – Conhecendo mais sobre os átomos e a Tabela Periódica

Na aula anterior vocês construíram alguns átomos, utilizando o Simulador PhET, e discutiram a estabilidade para cada um deles. Agora avançaremos um pouco mais e discutiremos a distribuição eletrônica para outros átomos, de maior massa, isto é, com maior número de prótons e de nêutrons.

Cada grupo está recebendo um conjunto de cartas, como as mostradas na figura (A.9), com imagens representando a distribuição eletrônica de alguns átomos, a partir do modelo de Bohr. Lembram dele? A partir dessas cartas, discutam e respondam ao questionário, identificando as diferenças entre cada um dos átomos representados.

Figura A.9 – Cartas elaboradas para uso em sala. Cada cor representa um grupo de alunos.



Fonte: Autor (2020).

Figura A.10 – Cartas contendo a distribuição eletrônica para os vários átomos que foram analisados pelos estudantes.

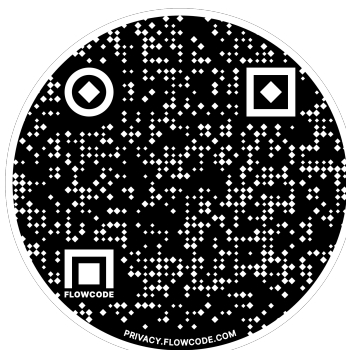


Fonte: Autor (2021).

Atividade 2 - Questionário

Acesse a Tabela Periódica virtual que nós já usamos na atividade passada, disponível no link: <https://www.ptable.com/>, para facilitar sua pesquisa.

Figura A.11 – Link em QR-CODE



Fonte: Autor (2021).

1. Primeiramente, identifiquem os elementos químicos que estão desenhados nas cinco cartas que vocês receberam. Qual é o número atômico e o número de massa de cada um deles?
2. Relembrando as aulas passadas, o que é o número atômico?
3. Quantos elétrons tem na última camada de cada elemento e em qual coluna da tabela periódica o elemento se encontra?
4. Esse número de elétrons é o mesmo para todos os elementos?
5. Observem, pela tabela periódica, quantos elétrons tem cada átomo. O que determina a quantidade de elétrons no átomo e de que maneira isso tem relação com a quantidade de prótons?
6. Vocês conseguem identificar algum padrão para o preenchimento das camadas com os elétrons? Lembrem-se da simulação da última aula.
7. Quantos elétrons tem na primeira linha (ou camada) em volta do núcleo? Em todos os átomos esse número é o mesmo? Porque?
8. Porque cada átomo tem quantidades diferentes de elétrons na última linha?

9. Na opinião de vocês, comparando a força de atração entre os elétrons da última camada e os elétrons da camada mais próxima do núcleo, quem é maior?
10. Quais conclusões vocês conseguem elaborar a partir dessas discussões, sobre a distribuição dos elétrons em torno do núcleo? Será que existe alguma regra para essa distribuição ou ela é aleatória? O que vocês acham?

Aula 7 – Produção de Texto

Atividade 01

Nossa aula de hoje é uma reflexão do que temos estudado até aqui. Em grupo redija um texto de doze (12) a vinte (20) linhas.

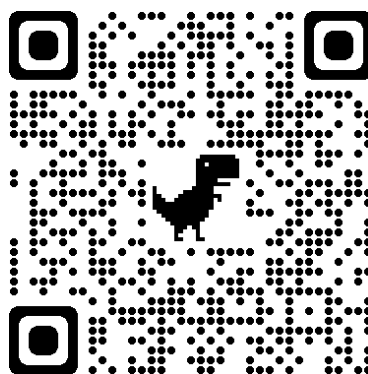
Explique o que estudamos este ano e qual o objetivo do nosso estudo, discutido em sala de aula.

Aula 8 – O Físico Quântico

Atividade 1 – Vídeo

Vocês irão assistir a um pequeno vídeo, do canal *O Incrível Pontinho Azul*, disponível em⁶ https://youtu.be/Erk_D4AQXPA.

Figura A.12 – Link em QR-CODE



Fonte: Autor (2020).

O vídeo aborda algumas das características dos elétrons e das camadas eletrônicas nas quais eles estão localizados.

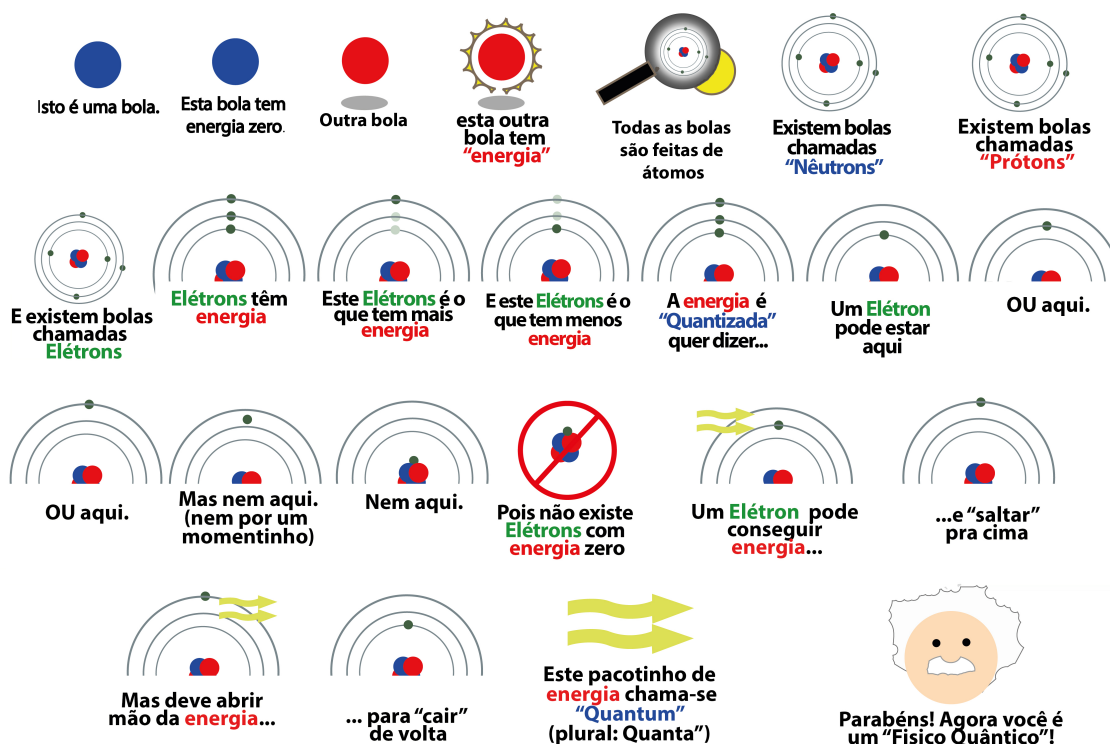
⁶ QR-CODE criado com <https://app.qr-code-generator.com/manage>

Prestem atenção e anotem o que não conseguirem entender durante a exibição. Estes pontos serão retomados ao longo da aula.

Atividade 2 - Infográfico

Vocês estão recebendo um infográfico, mostrado na figura (A.13).

Figura A.13 – Infográfico *O Físico Quântico*, que apresenta um resumo da ideia da quantização da energia e da dualidade onda-partícula do elétron.



Fonte: Adaptada a partir de imagem recebida por comunicação privada.

1. Vocês sabem o que é um infográfico?
2. Para que ele serve?
3. No nosso caso, ele será usado para nos ajudar a entender a quantização de energia do elétron. Primeiramente, o que vocês entendem por quantização?

A imagem mostra o processo de energização de um elétron, isto é, o processo através do qual ele ganha ou perde energia, e a correspondente produção de luz, quando esse elétron volta para a sua posição original.

Questões Orientadoras

1. Localizem no Infográfico os elétrons, os prótons e os nêutrons. Lembrem-se das nossas atividades anteriores!
2. De acordo com o que vocês já viram nas aulas anteriores, em que locais do átomo essas partículas podem estar localizadas?
3. Onde cada uma delas não pode estar?
4. Escrevam um pequeno texto contando a história das bolinhas mostrada no infográfico o Físico Quântico. Preparem-se para apresentá-la para a turma.

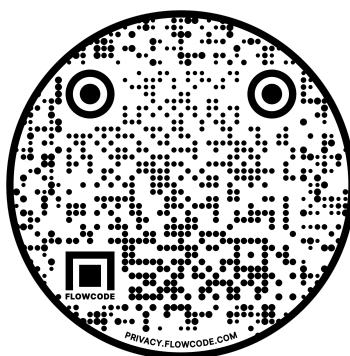
Aula 9 – Construindo Moléculas

Atividade 1 – Vídeo e Roda de Conversa

Existe uma regra, chamada de regra do octeto, que é uma regra química simples, segundo a qual os átomos tendem a combinar-se de modo a ter, cada um, oito elétrons na sua camada de **valência** (última camada), ficando, dessa forma, com a mesma configuração eletrônica de um gás nobre⁷. Vamos assistir ao vídeo, disponíveis em:

<https://www.youtube.com/watch?v=KsW4VdWDHMY>

Figura A.14 – Link em QR-CODE



Fonte: Autor (2020).

1. Vocês conseguem localizar na Tabela Periódica⁸ onde estão os chamados gases nobres?
2. Por que será que eles são chamados de nobres?

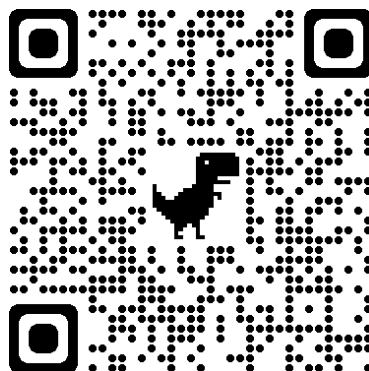
⁷ Os gases nobres são os únicos elementos encontrados na forma isolada na natureza

⁸ <https://www.ptable.com>

Atividade 2 - Simulador PhET - montagem de moléculas

Até agora falamos sobre átomos isolados e as suas características. Vamos agora começar a discutir como esses átomos se juntam para formar as moléculas. Para montarmos uma molécula vamos utilizar um simulador PhET de construção de moléculas⁹.

Figura A.15 – Link em QR-CODE



Fonte: Autor (2020).

Sigam as instruções a seguir para podermos discutir sobre como os elementos químicos se juntam formando as moléculas.

Ao abrir o simulador vocês irão se deparar com três abas. Seleccionem a aba “Construir Molécula”.

Na parte inferior da janela aparecem os kits para a construção das moléculas, isto é, o que vocês têm disponível para executar as tarefas.

Vamos começar!

1. Primeira Tarefa: construir as moléculas da coleção 01, que são: água, gás oxigênio, gás hidrogênio, dióxido de carbono e gás nitrogênio.

a) Primeiramente, identifiquem quais são os elementos químicos que compõem cada uma das moléculas e quantos átomos de cada um são necessários para configurar a molécula solicitada.

b) Agora construam as moléculas da coleção 1.

c) Usando as cartas com as informações sobre as distribuições eletrônicas dos átomos, desenhem como ficam as ligações químicas entre os elementos que compõem cada molécula que vocês construiram.

⁹ Disponível em: https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/legacy/build-a-molecule, acesso em 01 de agosto de 2020.

2. Segunda Tarefa: construir as moléculas da coleção 1, solicitadas na aba “Coleta Múltipla”, que são: 2 de dióxido de carbono, 2 do gás oxigênio, 4 do gás hidrogênio e 2 de amoníaco.

a) Desenhem como ficam as ligações químicas entre os elementos que compõem cada molécula que vocês construíram. Compare-as com as da coleção anterior.

3. Terceira Tarefa: abra a aba “Moléculas Maiores” e tentem construir algumas delas. Para isso vocês podem usar as cartas com as distribuições eletrônicas dos elementos. Para todas as moléculas que vocês conseguirem montar, façam os desenhos das ligações químicas entre os elementos.

Atividade 3 – Folha humana de grafeno

A figura (A.16) mostra a representação para um folha de grafeno. Esta atividade foi planejada para ser desenvolvida de forma presencial, na sala de aula.

1. Vocês já ouviram falar no grafeno?
2. Qual é a composição química do grafeno?
3. Que características tem as camadas de valência desses elementos que compõem o grafeno?

Agora vamos tentar montar uma folha de grafeno usando os nossos braços e pernas para representarem as ligações **covalentes** presentes nesse material. Notem que cada junção é formada por quatro traço que indicam as ligações, vamos interpretar sendo nossos braços e pernas.

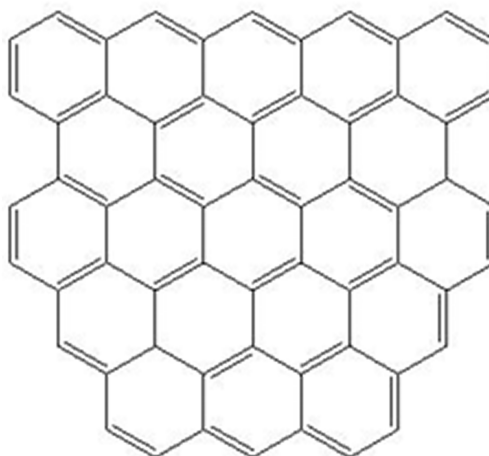
Aula 10 – Condutores e Isolantes

Atividade 1 – Simulador PhET

Vamos usar um outro simulador do PhET, agora para trabalharmos com um circuito elétrico e testarmos quais materiais são mais adequados para construirmos um circuito elétrico.

Acessem o link https://phet.colorado.edu/sims/html/circuit-construction-kit-dc-virtual-lab/latest/circuit-construction-kit-dc-virtual-lab_pt_BR.html. Manuseiem os objetos disponíveis no simulador, se familiarizem com ele.

Figura A.16 – Representação esquemática das ligações covalentes presentes no grafeno.



Folha de Grafeno

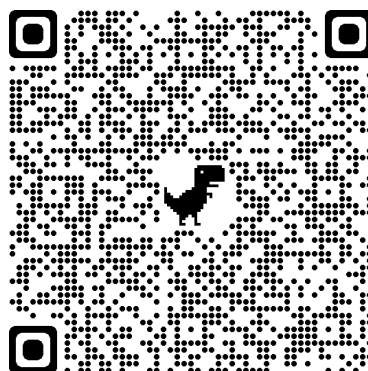
Fonte: Autor (2020).

A figura (A.18) mostra a tela do simulador, com alguns materiais escolhidos dentre os que estão disponíveis.

O objetivo da atividade é vocês conseguirem acender uma lâmpada em um circuito elétrico. Que elementos são essenciais para vocês realizarem essa tarefa, acender a lâmpada? As questões a seguir são para ajudá-los nas discussões.

1. Com quais materiais vocês conseguem acender a lâmpada e com quais isso não é possível? Tente construir uma explicação para essas observações.
2. Quais são as diferenças entre os materiais que permitiram e os que não permitiram acender a lâmpada? Faça uma lista.
3. O que faz a lâmpada acender?
4. Elaborem no grupo um modelo que explique porque um material conduz eletricidade e outro não?
5. Dá para sabermos a composição química de cada um desses materiais?

Figura A.17 – Link em QR-CODE



Fonte: Autor (2020).

Figura A.18 – Tela do simulador PhET para circuitos elétricos.



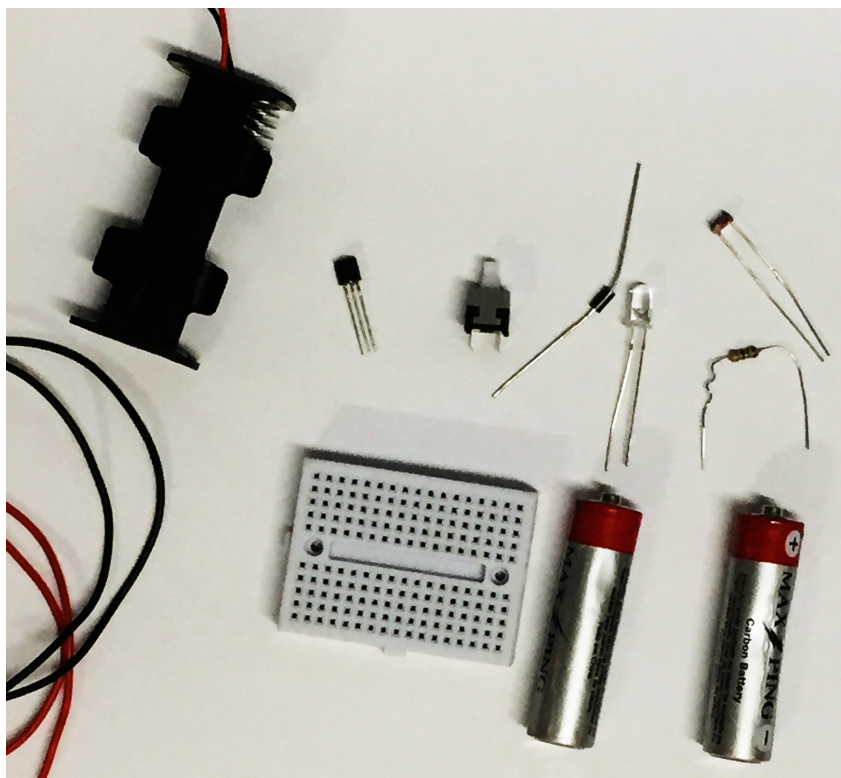
Fonte: PhET, disponível em: https://phet.colorado.edu/sims/html/circuit-construction-kit-dc-virtual-lab/latest/circuit-construction-kit-dc-virtual-lab_pt_BR.html.

6. Vocês já pararam para pensar sobre o que gera a energia elétrica? Tente construir uma explicação para essa questão.
7. Vocês já ouviram falar de corrente elétrica. O que o grupo entende que seja a corrente elétrica?
8. Como podemos denominar os materiais que não conduzem eletricidade? E os que conduzem?

Atividade 2 - Montagem do circuito elétrico

A figura (A.19) mostra os itens que vocês estão recebendo para a atividade experimental. O objetivo é usar esses itens para acender uma lâmpada led.

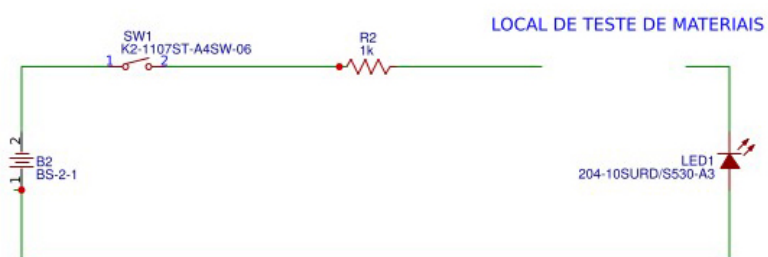
Figura A.19 – Materiais que compõem o kit experimental para a montagem de um circuito elétrico.



Fonte: Autor (2021).

Vamos montar um circuito elétrico com os componentes do kit. A figura (A.20) mostra a representação das ligações do nosso circuito elétrico. Vamos tentar seguir o desenho.

Figura A.20 – Esquema do circuito elétrico a ser montado para acender a lâmpada.



Fonte: Autor (2020).

1. Liguem o fio preto do suporte de pilhas na menor haste do led e isolem com fita isolante;
2. Enrolem um fio vermelho na maior haste do led e isolem com fita isolante;
3. Coloquem as pilhas no suporte de pilhas.

Está pronto nosso testador de materiais condutores. Basta agora pesquisar o que acende e o que não acende o LED. Algumas indicações de materiais a serem usados no teste: tampa de caneta, moedas, chaveiros, madeiras, linhas, giz, grafite, guardanapo, entre outros.

Aula 11 – Quebra Cabeça

Atividade 1 - Dicionário

1. Vocês já ouviram as palavras intrínseco e extrínseco? Sabem como elas são escritas?
2. Escrevam rapidamente o que entendem por cada uma delas.
3. Vamos agora pesquisar, usando a internet, o que elas significam. Usem uns cinco minutos para isso.
4. Reescrevam os significados e se preparem para apresentar para todos.
5. O que será que isso tem a ver com o que estamos estudando?

Atividade 2 – Questionário

As figuras (A.21, A.22) mostram dois materiais diferentes. Na montagem dos quebra-cabeças respondam as perguntas.

1. Comparem o número de elétrons e o número de prótons dos átomos que formam o nosso quebra-cabeça. Lembrem-se das cartas que usamos em uma atividade anterior, mostradas na figura (A.9).
2. Lembrando das cargas atribuídas aos elétrons e aos prótons, o nosso quebra-cabeça tem saldo positivo ou negativo?
3. Se vocês olharem para regiões específicas do quebra-cabeça, tem alguma diferença nesse saldo parcial de cargas? Expliquem.
4. O que podemos concluir sobre os materiais que o quebra-cabeça representa? Quais são as características que vocês conseguem destacar?
5. Como poderíamos nomear essas porções de matéria (diferentes) que formam o quebra-cabeça, levando em conta o saldo de cargas de cada uma delas?

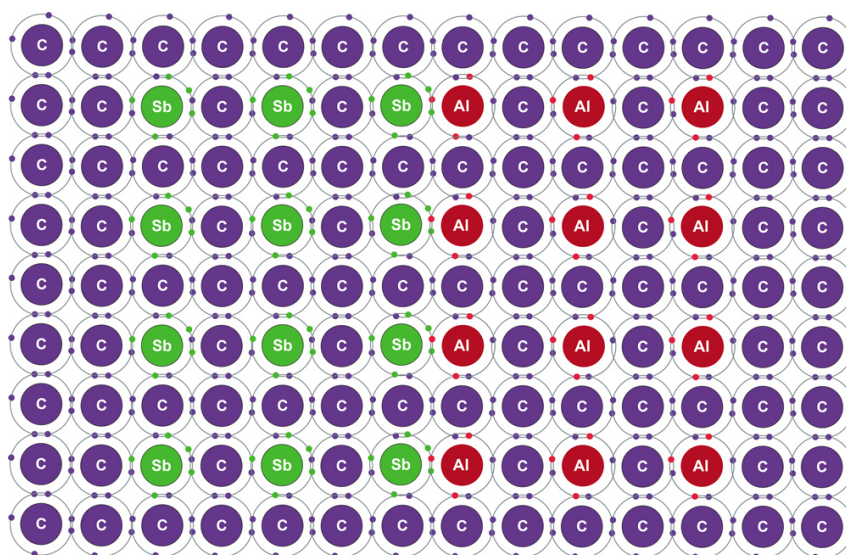
6. Quando os materiais são intrínsecos (puro) temos um material classificado como isolante. Quando temos um material extrínseco (impuro), formado por duas ligas com cargas diferentes, ele adquire propriedades especiais. Levando em consideração as observações de vocês nas questões anteriores, classifiquem que tipo de material é esse, se ele é um isolante ou um condutor.
7. Deem um nome a esse material e expliquem com suas palavras as características que ele deve ter.

Atividade 3 – Quebra-cabeça

Cada grupo está recebendo um quebra-cabeça para ser montado. Após a montagem, vocês deverão fazer uma análise, a partir do desenho, das ligações entre os átomos, caracterizando o saldo de cargas positivas e negativas em diversas regiões do material.

As figuras (A.21, A.22) mostram como devem ficar os quebra-cabeças depois de montados.

Figura A.21 – Quebra-cabeça montado, representando um material formado pela junção entre carbono (C), alumínio (Al) e antimônio (Sb).

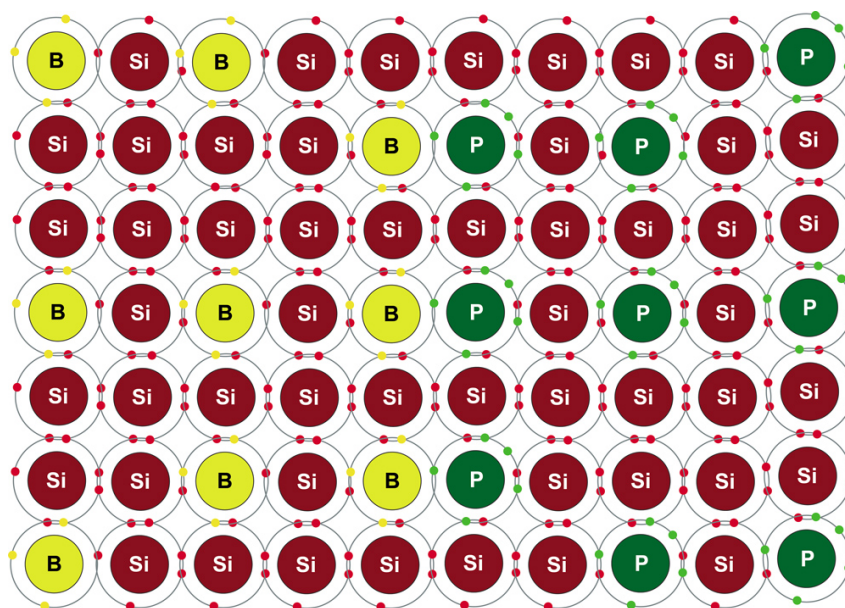


Fonte: Autor (2021).

Como vocês podem notar, existem duas regiões distintas no material: uma formada por uma maioria de átomos de carbono (ou de silício), com algumas impurezas formadas por átomos de antimônio (fósforo) e outra, com as impurezas sendo trocadas por átomos de alumínio (boro).

1. Vocês lembram das características desses átomos?

Figura A.22 – Quebra-cabeça montado, representando um material formado pela junção entre silício (Si), fósforo (P) e boro (B).



Fonte: Autor (2021).

2. Quantos prótons eles têm, isto é, qual é o número atômico de cada um deles?
3. Como é a distribuição eletrônica de cada um?
4. Quantos elétrons estão na última camada de cada um?
5. Você acha que as características do material se alteram quando são incluídas essas impurezas? Isto é, se o material fosse formado apenas por átomos de carbono (ou de silício), essas características seriam diferentes? Em que elas seriam diferentes? Elas dependem das impurezas?

Aula 12 – Intrínseco e Extrínseco

Slides sobre a junção P-N

Questões pertinentes a aula!

1. Qual a diferença entre os materiais intrínsecos e extrínsecos?
2. O que pode ocorrer se na camada de valência, a regra do octeto faltar ou sobrar um elétron? O que ocorre com a matéria?
3. Que tipo de junção há nos materiais montados nos slide?

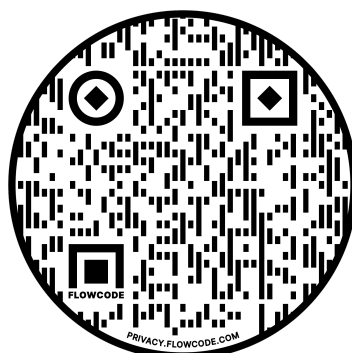
4. O que ocorre com um elétron que está sobrando na camada de valência quando há um buraco (lacuna) perto dele? E se estiver muito longe?
5. Se os metais são condutores e o plástico, papel e borracha são isolantes, o que são os materiais feitos de Carbono, de Silício e de Selênio?

Aula 13 – Funcionamento de um Semicondutor

Atividade 1

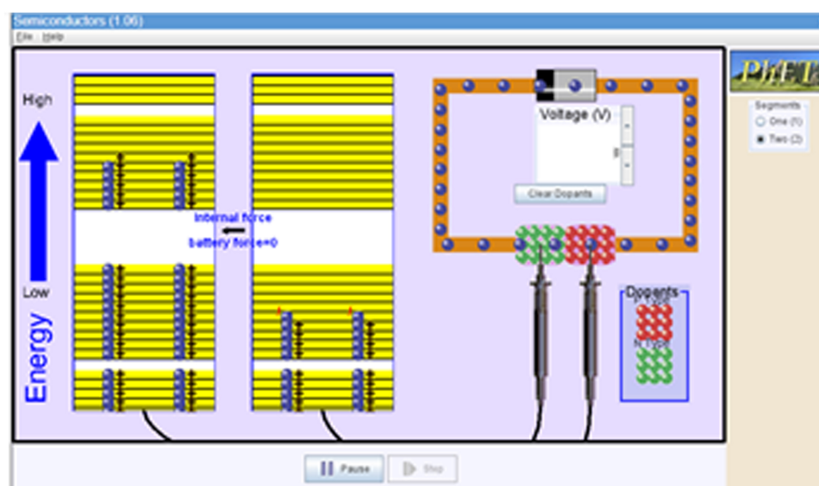
A figura (A.24) mostra a tela inicial do simulador do PhET se semicondutores. Acessem o link: <https://phet.colorado.edu/sims/cheerpj/semiconductor/latest/semiconductor.html?simulation=semiconductor> e vamos começar.

Figura A.23 – Link em QR-CODE



Fonte: Autor (2020).

Figura A.24 – Tela inicial do simulador PhET de semicondutores.



Fonte: PhET semicondutores (2021).

1. Escolham a opção 1, na janela segmento, no canto superior esquerdo.
2. Identifiquem os elementos que aparecem no circuito. Listem todos eles e identifiquem suas funções.
3. Observem que temos a representação de um circuito com uma pilha, ligado a um determinado material, a placa rosa, mostrado em destaque ao lado, em amarelo, com as bandas de valência e de condução sendo esquematicamente representadas. Inicialmente não há corrente no circuito. O que isso nos diz sobre esse material rosa?
4. Abaixo do circuito aparece uma caixa com materiais que serão utilizados como dopantes, as impurezas que discutimos na aula passada, do tipo P e do tipo N.
 - a) Vocês se lembram das diferenças entre esses tipos de impurezas?
 - b) O que é um material dopante? Qual é o papel que ele desempenha?
5. Da caixa de dopantes (impurezas), escolhas um material do tipo P e coloquem no circuito, em cima do material rosa.
 - a) Mantenham a tensão (V) da bateria em zero e descrevam o que ocorre.
 - b) Aumentem a tensão (V) para $1,0V$ e descrevam o que aconteceu agora.
 - c) Coloquem a tensão (V) em $-1,0V$. O que aconteceu agora?
6. Agora escolham a opção 2, na janela segmentos. Descrevam o que mudou na simulação.
7. Escolham da caixa de dopantes, um material do tipo P e um do tipo N e coloquem no circuito, mantendo a tensão em zero. Descrevam o que ocorre. Invertam as posições dos dopantes no circuito. Alguma coisa muda? Descrevam.
 - a) Coloquem a tensão (V) em $0,1V$ e descrevam o que ocorreu.
 - b) Mudem a tensão (V) para $4,0V$. O que muda?
 - c) Coloquem a tensão (V) em $-0,4V$. Descrevam o que ocorre.
 - d) Coloquem a tensão (V) em $-0,5V$. Descrevam o que ocorre.
 - e) Coloquem a tensão (V) em $-4,0V$. Descrevam o que ocorreu.

Usem a simulação e as suas observações para responderem as questões a seguir.

1. Pela simulação, como é possível controlar a velocidade dos elétrons?
2. Eles se deslocam em qualquer situação testada por vocês? Descrevam as condições para que eles se movimentem no circuito.

3. Que nome podemos dar a esse deslocamento dos elétrons?
4. O que vocês entendem de um curto-circuito?
5. Quando montamos o circuito usando os dois segmentos na verdade estamos simulando a presença de um diodo neste circuito.
 - a) Qual foi o papel desse novo dispositivo para o funcionamento do circuito?
 - b) Como ele altera o funcionamento do circuito?
6. Discutam no grupo e descrevam a importância da presença do diodo para o funcionamento do circuito elétrico.

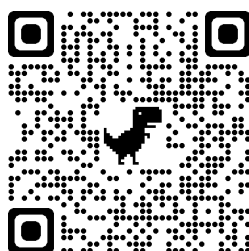
Aula 14 – Chips, Transistores e Diodos

Atividade 1 - Vídeos sobre chips, transistores e diodos e produção de texto

Na aula de hoje vamos assistir a alguns vídeos para entendermos a diferença entre o diodo, o LED - Light Emitting Diode, o Transistores e o Chip.

O primeiro está disponível no link https://www.youtube.com/watch?v=eMQ5dv_8S3g e explora o funcionamento do diodo, que discutimos na aula passada.

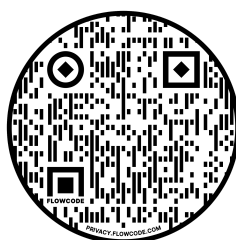
Figura A.25 – Link em QR-CODE



Fonte: Autor (2020).

O segundo, disponível no link <https://www.youtube.com/watch?v=NPX1rGj4pDM>, explora o funcionamento do LED – Light Emitting Diode, um tipo específico de diodo.

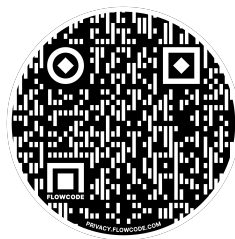
Figura A.26 – Link em QR-CODE



Fonte: Autor (2020).

E, por último, veremos uma reportagem sobre o Sim Card Chip, de celulares, apresentada no vídeo disponível no link <https://www.youtube.com/watch?v=HsMupWHsMT8>.

Figura A.27 – Link em QR-CODE



Fonte: Autor (2021).

Após assistirem aos vídeos e discutirem com os colegas, escrevam um texto de 10 a 20 linhas relatando a importância dos semicondutores no nosso dia a dia.

Aula 15 – Avaliação

Questionário

1. Como você avalia sua participação nas aulas de Introdução a Matéria das Novas Tecnologias?
2. Qual aula te chamou mais atenção e porquê?
3. Após as nossas discussões, que concepção você elaborou sobre o átomo? Descreva-a.
4. Qual é a diferença entre gases, materiais com ligações iônicas e covalentes e os metais?
5. Qual é a importância de se estudar os semicondutores? Cite pelo menos três.
6. Como você analisa o estudo científico através de modelos, como os que foram trabalhados durante as nossas atividades?
7. Você saberia descrever um transistor?
8. Microchip, diodo, led, transistor, o que eles têm em comum? E o que eles tem a ver com os materiais eletroeletrônicos que separamos na nossa primeira aula da sequência?
9. Como você avalia a utilização da internet em sala de aula, ela é prejudicial ao aprendizado ou auxilia nesse processo? Justifique.

B CARTA DE LIBERAÇÃO DOS RESPONSÁVEIS

Carta de Liberação

Figura B.1 – Carta entregue aos alunos para liberação dos responsáveis para a pesquisa

UNIVERSIDADE FEDERAL DE LAVRAS
PROGRAMA PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE FÍSICA
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA

Formiga, 20 de fevereiro de 2020

Caro Responsável,

Solicito sua autorização para uso dos dados coletados na disciplina de Laboratório de Ciências, das atividades realizadas pelo/a seu/sua filho/a, (estudante do Sexto Ano do Ensino Fundamental II do Colégio Losango de Formiga, para fins de pesquisa.

Para tanto, peço ainda, autorização para utilização de instrumentos eletrônicos tais como, gravadores de áudio e vídeo, microfones, *smathphones*, *tablets*, *notebooks*. Tal solicitação busca atender as intenções de uma pesquisa no Mestrado Nacional Profissional no Ensino de Física, da Universidade de Lavras – UFLA, intitulada “Física Moderna e Contemporânea no Ensino Fundamental”.

Nosso trabalho é puramente acadêmico e visa proporcionar contribuições para o Ensino de Física, razão pela qual nos comprometemos a manter o anonimato de todos/as os/as participantes.

Vale mencionar que o programa curricular da matéria Laboratório de Ciências terá 4 módulos no programa, sendo dois deles direcionados a Atividades Investigativas e os demais, a Projetos. Os dados utilizados para pesquisa serão captados apenas em um dos módulos estudados, a saber “Que material é esse”?

O objetivo desta pesquisa de Mestrado é investigar como os alunos do Ensino Fundamental II, mais precisamente do Sexto Ano, elaboram a argumentação e o diálogo sobre o ensino de Física Moderna e Contemporânea nessa etapa de formação, na perspectiva de um processo de Alfabetização Científica.

Tal como mencionado, reforçamos que não serão divulgados, nomes, nem tampouco imagens que identifiquem o/a participante. Vale ressaltar que utilizaremos apenas de gravações de áudios, vídeos e imagens que mostram as aplicações dos materiais didáticos.

Destaca-se ainda que, os aparelhos eletrônicos serão instrumentos de apoio pedagógico para acesso aos materiais digitais, a saber, aplicativos e uso dos simuladores PhET da Universidade de Colorado Boulder, fundado em 2002 pelo Prêmio Nobel Carl Wieman.

Obrigado pela colaboração.

Atenciosamente,

Wanderson A. Leal
Professor de Física

AUTORIZAÇÃO

Autorizo a participação de meu/minha filho/a na Pesquisa “Física Moderna e Contemporânea no Ensino Fundamental”, a partir das informações supracitadas.

Nome do Aluno: _____

Nome do Responsável: _____

RG: _____ CPF: _____


Assinatura do Responsável: _____

Fonte: Produção do autor

C CARTA DE LIBERAÇÃO DA ESCOLA

Carta de Liberação

Figura C.1 – Carta de liberação para pesquisa no Colégio Losango em Formiga-MG


UNIVERSIDADE FEDERAL DE LAVRAS
PROGRAMA PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE FÍSICA
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA

Formiga, 20 de fevereiro de 2020.

Cara Laila Zorkot

Solicito autorização para uso dos dados coletados na disciplina de Laboratório de Ciências, das atividades realizadas pelos alunos do sexto ano/2020 Ensino Fundamental II do Colégio Losango de Formiga) para fins de pesquisa.

Para tanto, peço ainda, autorização para utilização de instrumentos eletrônicos tais como, gravadores de áudio e vídeo, microfones, *smartphones, tablets, notebooks*. Tal solicitação busca atender às intenções de uma pesquisa no Mestrado Nacional Profissional no Ensino de Física, da Universidade de Lavras – UFLA intitulada “Física Moderna e Contemporânea no Ensino Fundamental”.

Nosso trabalho é puramente acadêmico e visa proporcionar contribuições para o Ensino de Física, razão pela qual nos comprometemos a manter o anonimato de todos/as os/as participantes.

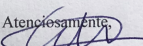
Vale mencionar que o programa curricular da matéria Laboratório de Ciências terá 4 módulos no programa, sendo dois deles direcionados a Atividades Investigativas e os demais, a Projetos. Os dados utilizados para pesquisa serão captados apenas em um dos módulos estudados, a saber “Que material é esse”?

O objetivo desta pesquisa de Mestrado é investigar como os alunos do Ensino Fundamental II, mais precisamente do Sexto Ano, elaboram a argumentação e o diálogo sobre o ensino de Física Moderna e Contemporânea nessa etapa de formação, na perspectiva de um processo de Alfabetização Científica.

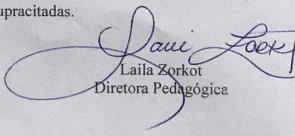
Tal como mencionado, reforçamos que não serão divulgados nomes, nem tampouco imagens que identifiquem o/a participante. Vale ressaltar que utilizaremos apenas de gravações de áudios, vídeos e imagens que mostram as aplicações dos materiais didáticos.

Destaca-se ainda que, os aparelhos eletrônicos serão instrumentos de apoio pedagógico para acesso aos materiais digitais, a saber, aplicativos e uso dos simuladores PhET da Universidade de Colorado Boulder, fundado em 2002 pelo Prêmio Nobel Carl Wieman.

Obrigado pela colaboração.

Atenciosamente,

 Wanderson Alves Leal
 Professor de Física
 Formiga, 20 de fevereiro de 2020.

Eu, Laila Zorkot, RG: 774062906-59, diretora pedagógica do Colégio Losango de Formiga autorizo a realização da pesquisa “Física Moderna e Contemporânea no Ensino Fundamental”, a partir das informações supracitadas.


 Laila Zorkot
 Diretora Pedagógica

04 016 040/0001-82
COLÉGIO LOSANGO DE FORMIGA LTDA.
 Rua Barão de Piumhi, 452
 Centro - CEP 35 570-000
FORMIGA

Fonte: Produção do autor

D TRANSCRIÇÃO AULA 04 - (APÓS) CONSTRUÍDO ÁTOMOS

Sexto A - SALA FRIKS DOS FIRES

Terça-feira - 31/03/2020

Aula anterior – Questionário (03)

Transcrição

1. Professor: Pessoal, está todo mundo me escutando?
2. Anônimo: Sim.
3. Anônimo: Sim.
4. Professor: Beleza! É... Já são duas e cinquenta e nove. A gente está marcado as três. Temos aí... estão faltando dois participantes, não é isso? do grupo de vocês.
5. C.: Sim
6. Alguém: Tem uma mamãe aqui também.
7. C.: Na verdade faltam dois.
8. Professor: Isto, faltam dois, né?
9. C.: É.
10. Professor: O sino da igreja aqui está batendo falando que já são três horas. Bem, eu queria saber de vocês é... como é que foi fazer esse trabalho? Como é que foi utilizar o simulador, né? Como é que foi a experiência de vocês? Cauã? Cauã, Matheus, Matheus Emanuel, Matheus Cabral? Matheus Emanuel ele está com o microfone desligado.
11. C.: a tá.
12. Professor: Aí Cauã... Cauã?
13. C.: Oi!
14. Professor: Você está me escutando?
15. C.: Tô.
16. Professor: Bem, é... você fez... você usou o simulador pra fazer o exercício?
17. C.: sim!
18. Professor: como é que você montou? O que você colocou no núcleo do átomo?
19. C.: Acho que próton.
20. Professor: Próton e o que mais?
21. C.: E os Nêutron.
22. Professor: E os nêutrons, certo?
23. C.: unhummm..

24. Professor: Qual foi o átomo que você montou, você lembra do nome dele?
25. C.: Neônio.
26. Professor: Neônio?
27. C.: unhum.
28. Professor: Tinha quantos prótons?
29. C.: dez.
30. Professor: Dez prótons?
31. C.: unhum.
32. Professor: você conseguiu... e os elétrons, tinham quantos elétrons?
33. C.: É... dez.
34. Professor: Dez elétrons também?
35. C.: unhum.
36. Professor: Então você criou um átomo o quê? O átomo estava estável?
37. C.: Sim.
38. Professor: E o íon dele, apareceu como neutro, como mais ou como menos?
39. C.: Neutro.
40. Professor: Neutro. Então você.... Porque que ele ficou neutro, você sabe me falar?
41. C.: Porque colocou mais de oito neutros... Elétrons, falei errado. (mãe falando baixinho)
42. Professor: certo... é... deixa eu só finalizar um negocinho que estou fazendo aqui... E aí você colocou quantos elétrons que você falou? dez, não foi isso?
43. C.: foi.
44. Professor: você tentou tirar algum elétron da primeira camada?
45. C.: Não.
46. Professor: Pra ver o que que acontece?
47. C.: Não.
48. Professor: Depois se você quiser repetir, ok?
49. C.: Tá.
50. Professor: O que que você achou de usar o Simulador PhET? Você acha que ele funcionou legal?
51. C.: sim.
52. Professor: Dá para trabalhar mais com esse simulador? Teve alguma dificuldade?
53. C.: sim. Não. Achei muito legal.
54. Professor: Então beleza, então. É... olha esse sistema que a gente está usando aqui que é o chat, né? Esse chat.

55. C.: unhum..

56. Professor: é um sistema que... eu estou querendo reativar os grupos dos trabalhos, sabe?
Então por exemplo...

57. C.: sei.

58. Professor: Para vocês fazerem algum trabalho em grupo vocês podem utilizar ele também, porque ele é de graça, né? Ele é tranquilo e todo mundo vai se ver e dá até para vocês mostrarem o que vocês estão trabalhando, né? Dá para fazer um tanto de coisas com ele, ok?

59. C.: é. Ok!

60. Professor: É... Matheus Emanuel, está por aí? Matheus? Matheus Cabral. Cauã, acho que é só nos dois aqui nessa reunião.

61. C.: É... unhum... rrsrrsrs

62. Professor: Deixa eu ver aqui, tem um chat aparecendo aqui... a tá. O Matheus escreveu aqui ó, que não está conseguindo ouvir é... estou escrevendo aqui para ele, você colocou o seu microfone desligado. Cauã, como você... deu tudo certo, você conseguiu fazer tudo. É..

63. C.: uhmm.

64. Professor: Eu acho...

65. M.: Eu estou assistindo

66. Professor: Ah você está assis...

67. M.: Eu já fiz meu dever. Meus deveres.

68. Professor: Então ó, eu vou deixar então... a gente vai precisar de ter um líder no grupo.
Tranquilo?

69. M.: Aham...

70. Professor: Eu vou deixar com você essa liderança, pode ser?

71. M.: Com Cauã?

72. Professor: É. Pode ser o Cauã?

73. C.: Pode.

74. M.: Pode uai!

75. Professor: Nenhum problema?

76. C.: Não

77. M.: Não

78. Professor: Matheus você entrou agora, agora estou te escutando.

79. M.: Sim, eu também, agora eu tô... tá tranquilo.

80. Professor: Você utilizou o Simulador?

81. M.: sim.

82. Professor: foi tudo ok para utilizar? Teve alguma dificuldade?

83. M.: foi. Em entrar sim. Aí eu consegui entrar e mandei o link no grupo.

84. Professor: aham.. Tá, mas e depois para brincar com ele? Foi tranquilo de montar o átomo?

85. M.: foi, foi bem tranquilo.

86. Professor: Você tentou tirar... por exemplo qual átomo você montou? Como é que é o nome?

87. M.: Uai.. é... deixa eu...

88. Professor: Você lembra?

89. M.: Não lembro. Acho que estou com ele aberto, mas não lembro.

90. Professor: Tá. Depois você tenta montar de novo. E tenta, depois que tiver ele todo... que o íon estiver neutro, o núcleo dele estiver estabilizado, você tenta tirar um elétron da primeira camada para ver o que que acontece.

91. M.: Tá, um elétron da primeira camada. Ok!

92. Professor: Só para ver o que acontece. Ok? Oque que ocorre. É... lá no grupo de tarefa de vocês... eu vou passar, no horário da aula amanhã, eu vou passar para vocês um texto pra ler. Um texto um pouquinho grande, mas é de um cara muito bacana, muito legal chamado Marcelo Gleiser. Ele é um Físico muito respeitado, talvez um dos Físicos mais famosos da atualidade e ele é brasileiro. Ele é do Rio de Janeiro e ele trabalha nos Estados Unidos. Ele estava prestando serviço pra NASA a pouco tempo. Aí tem um texto dele falando como funciona o Elétron, como funciona o próton o nêutron e como que é né? O átomo. E aí eu vou precisar que vocês leiam esse texto e... e aí eu vou passar outra tarefa para vocês e essa tarefa vai ser com umas cartas, ok?

93. M.: Ok!

94. C.: Ok!

95. Professor: Alguma dúvida vocês dois?

96. C.: Não.

97. M.: Não, tranquilo.

98. Professor: Tranquilo então?

99. M.: Tranquilo

100. Professor: Então está encerado aqui nossa orientação. Eu só queria saber se vocês... como vocês trabalharam. Então, pode ser... no trabalho agora... de agora pra frente eu vou retomar os grupos e vocês são responsáveis aí, né? O Cauã está como líder, vai ser responsável pelo grupo.. trabalhar em grupo e pode trabalhar por esse meio, ok?

101. M.: ok!

102. C.: ok!

103. Professor: Então boa diversão aí para vocês e até mais. Um abraço. Valeu tchau.

104. M.: Valeu, tchau

105. C.: Valeu.

E TRANSCRIÇÃO AULA 04 - (APÓS) CONSTRUÍDO ÁTOMOS

Sexto A - SALA RED DRAGONS

Terça-feira - 31/03/2020

Aula anterior – Questionário (03)

Transcrição

1. Professor: Oi pessoal, tudo bem com vocês?

2. L.: Tudo!

3. Professor: Quem está me escutando levanta a mão. Rsrtrs... Só você né Daniel?

4. L.: Lucas!

5. Professor: ahh.. Lucas. Beleza Lucas?

6. L.: Beleza!

7. Professor: Todo mundo agora está me escutando? Fábio? Todo mundo está me escutando? Pessoal, olha só. Eu atrasei um pouco nas outras reuniões aqui das outras salas. É... e aí o que que acontece? Esse aqui é um sistema... eu vou reativar os grupos, né? A gente vai trabalhar de novo com o grupo e aí essa é uma ferramenta que vocês podem fazer o trabalho em grupo, ok? Pelo zoom. Eu vou passar amanhã uma atividade para vocês que é um texto de um cientista muito famoso, né? Ele chama Marcelo Gleiser. Ele é carioca presta serviço para a NASA, presta serviço para algumas universidades nos Estados Unidos. Ele é um cara muito legal, muito bacana. É um texto falando de como que funciona o átomo, ok? Vou passar para amanhã... eu vou passar ele amanhã para vocês e aí vocês leem, ok? É... outra coisa. Depois eu vou passar uma atividade para vocês fazerem. O que que vocês acharam de utilizar o Simulador PhET, vocês gostaram? Oi?

8. L.: O que?

9. Professor: O que vocês acharam de utilizar o simulador PhET para construir um átomo?

10. L.: Legal!

11. Professor: Gostou?

12. L.: Gostei.

13. Professor: Teve alguma dificuldade em Lucas?

14. L.: mais ou menos

15. Professor: Qual foi a dificuldade?

16. L.: de saber como monta um átomo, mais ou menos

17. Professor: Mas deu para saber como que monta um átomo? O que que tem no núcleo do átomo?

18. L.: uhnmm?

19. Professor: O que que tem no núcleo do átomo? Alguém sabe aí? Pedro está caladinho...

20. P.: Oi?

21. Professor: O que que tem no núcleo do átomo? Cri cri cri cri... está todo mundo calado aí.

Em pessoal? Qual foi a dificuldade que vocês tiveram?

22. P.: Alou!!

23. Professor: Alou. Oi, estou te escutando.

24. P.: Ah... eu estava sem áudio. Foi mal.

25. Professor: Qual foi a dificuldade que vocês tiveram em montar um átomo?

26. P.: Ah... não sei. Eu não tive não.

27. Professor: Não teve não?

28. P.: não.

29. Professor: É.. o que que tem... é... então assim... ajuda a lembrar aqui. O que que tem no núcleo do átomo?

30. P.: uhmmm...

31. Professor: aqui ó... vocês entraram nessa página aqui, não foram? (mostrando a página principal impressa).

32. P.: Uhum!!

33. L.: Uhum!

34. Professor: O que... do que que o átomo é feito?

35. L.: eu esqueci o nome!

36. P.: eu também véi!

37. Professor: São três nomes.

38. L.: Estava escrito lá onde colocava aquilo e aí formava um átomo

39. P.: Espera aí... próton?

40. Professor: prótons. O que mais?

41. P.: Elétrons.

42. D.: átomos

43. Professor: prótons, elétrons e?

44. P.: Nêutrons.

45. Professor: Isso. Os prótons ficam onde?

46. P.: é... não sei.

47. Professor: os elétrons ficam onde?

48. P.: Em volta?

49. Professor: em volta. Em volta do que?

50. L.: Do átomo.

51. Professor: Não, ele faz parte do átomo. Ele já está dentro do átomo. Mas o elétron está em volta do que? Não tem um desenho? O que que tem em volta? A gente tem o quê? Aqui é o núcleo e aqui a gente tem duas, dois desenhos circulares. O que que é esse desenho circular. (mostrando a página principal do FhET impressa).

52. L.: O elétron?

53. Professor: O elétron fica então em volta do que? Do?

54. L.: do núcleo.

55. Professor: Do núcleo. Beleza! Isso aí! E... se o elétron fica em volta do núcleo, faltam mais duas partículas, né? Que ficam no núcleo. Se o elétron está em volta, quais são as duas partículas que ficam dentro do núcleo? Vamos lá gente! Pedro, vamos lá? Daniel!

56. D.: uai...

57. P.: Lucas!

58. L.: Oi

59. P.: oi

60. Professor: São três partículas o elétron está em volta do núcleo. As outras duas estão lá no centro. Quais as outras duas ficam lá no núcleo?

61. D.: os prótons e os nêutrons?

62. Professor: Exato, isso aí! O átomo precisa disso, né? Ele precisa ter uma estabilidade. A estabilidade do átomo acontece no núcleo e o que está em volta do núcleo que é o elétron, ele tem... o elétron tem carga o que?

63. D.: Positiva

64. Professor: O elétron tem carga positiva, todo mundo concorda com isso?

65. P.: Acho que é.

66. Professor: É? O próton tem qual carga? O nêutron tem qual carga?

67. D.: É... Carga neutra

68. L.: Neutro.

69. Professor: O próton tem qual carga?

70. D.: Positiva

71. L.: Positiva

72. Professor: O elétron tem qual carga?

73. D.: Negativa

74. L.: Negativa

75. Professor: Negativa, né? Isso aí. Então olha só. A carga do nêutron é neutra. A estabilidade do átomo tem a ver com o núcleo dele. É preciso de uma quantidade de moléculas dentro para dar estabilidade. O que que eu quero que vocês façam. Eu quero que vocês brinquem mais com esse simulador para saber como é que ele... não é só fazer os exercícios, né? É legal vocês brincarem mais com ele para vocês adquirirem mais conhecimento e ficar mais íntimo desse simulador. Isso é legal! Vai ser legal para vocês porquê de agora pra frente a vida inteira de vocês. Vocês vão precisar saber disso, né? Quando a gente fala em energia elétrica a gente está falando em energia de quem?

76. D.: dos prótons, não... dos elétrons?

77. Professor: dos elétrons, né? Então assim, as energias elétricas provem dos elétrons, né?

78. D.: uhum!

79. Professor: Quando a gente fala em energia nuclear, bomba atômica. De onde vem a energia? Se ela é nuclear ela vem de onde? 80. D.: Não sei.

81. Professor: O elétron gira em torno de que?

82. D.: do núcleo

83. L.: do núcleo

84. P.: do núcleo

85. Professor: energia nuclear vem de onde?

86. D.: do Núcleo

87. P.: do núcleo

88. L.: Dos átomos?

89. Professor: do núcleo dos átomos. É isso aí! A bomba atômica vem do núcleo dos átomos. Bem, né? Mas o que eu queria com vocês é isso. Isso aqui é uma ferramenta que vocês podem utilizar para fazer trabalhos de escola juntos. Se tiver qualquer dúvida entre em contato comigo, eu fico online para tirar qualquer dúvida que vocês tiverem, né? Sobre os trabalhos sobre como funciona o grupo de vocês. Podem fazer qualquer pergunta. Pode me mandar tanto WhatsApp, pode me chamar para explicar alguma coisa por vídeo por mim é tranquilo, não tem problema nenhum. Façam isso, né? Eu vou precisar... aí amanhã eu vou passar um texto para vocês e mais uma atividade para vocês fazerem. Essas atividades que eu estou passando não tem resposta na internet, vocês têm que entender como que funciona pra fazer, ok?

90. D.: Ok

91. L.: ok

92. P.: ok

93. Professor: Então tá pessoal. Era isso que eu queria. Essa reunião só para mostrar como funciona essa ferramenta aqui e todo mundo ter. espero que todos tenham curtido aí, bom descanso, né? Pros todos e até a nossa próxima aula, falou?

94. D.: Falou!

95. Professor: abraço pessoal, até mais. Tchau.

96. L.: tchau.

F TRANSCRIÇÃO AULA 04 - (APÓS) CONSTRUÍNDO ÁTOMOS

Sexto B - Não teve salas separadas

Terça-feira - 31/03/2020

Aula anterior – Questionário (03)

Transcrição

8min00

1. Professor: O que vocês acharam da última tarefa de vocês utilizando o simulador PhET – Construindo um átomo, foi difícil?

2. P.F.: Não foi, foi muito legal

3. P.A.: Foi difícil

4. P. F.: Foi legal

5. P.A.: Foi sim, foi muito difícil

6. Professor: Porque foi difícil Pedro?

7. P.A.: Porque, tipo assim. Foi difícil encontrar o núcleo

8. P.F.: Foi fácil, foi fácil

9. P.A.: Porque, tipo assim. Foi difícil encontrar o núcleo, para colocar no núcleo, o átomo, tal esfera... entendeu?

10. Professor: Mas você conseguiu fazer?

11. P.A.: aham, te mandei!

12. P.F.: Eu não vou julgar você Pedro, mas na verdade o átomo, para fazer um átomo estava bem fácil

13. L.: O átomo era a coisa mais fácil

14. P.A.: Podia ter mandado no grupo, não mandou

15. P.F.: O núcleo era só onde ficava os prótons e os nêutrons e em volta ficava os elétrons.

16. Professor: Então vamos aprofundar nesse conhecimento, por exemplo: O que tem então no núcleo?

17. P.F.: No núcleo? Você tem os Prótons e os Elétrons... ohh...

18. Professor: Prótons e elétrons?

19. P.F.: Não, Nêutrons!

20. Professor: nêutrons?

21. P.F.: é!

22. Professor: quando é que o núcleo vai estar estabilizado?

23. P.F.: Quando tiver a mesma quantidade de prótons e Nêutrons!
24. Professor: A mesma quantidade de prótons e nêutrons, né? Beleza! A gente está falando de estabilidade do átomo. E agora vamos falar de neutralidade das cargas do átomo. Quando é que um átomo vai estar neutro com suas cargas?
25. P.F.: Quando tiver a mesma quantidade Nêutrons...
26. L.: é preciso apresentar oito elétrons na camada da eletrosfera
27. P.F.: Na verdade eu vou simplificar. Você precisa ter mais nêutrons do que prótons
28. P.A.: Gritos, barulhos.
29. Professor: Espera aí gente, vamos voltar aqui depois vocês cumprimentam quem entrou na sala virtual. Eu estou falando de neutralidade do átomo
30. P.F.: Quando um átomo está neutro é quando ele tem que ter maior quantidade, maior quantidade de nêutrons do que prótons e elétrons. Ou seja, se tem cinco moléculas de prótons e elétrons, ele tem que ter, sei lá, sete, sete de nêutrons ele vai ser neutro porque ele tem maior quantidade.
31. Professor: Olha só, a gente não pode falar moléculas, né?
32. P.F.: Partículas.
33. Professor: partículas... é isso aí... mas quando eu tenho uma partícula, por exemplo num átomo de hidrogênio eu tenho quantos prótons?
34. L.: átomos de hidrogênio?
35. P.A.: A Lara está lendo as respostas, não vale!
36. L.: o que eu posso fazer se eu anotei??
37. Professor: Olha só, como que diferencia o átomo de hidrogênio, o átomo de oxigênio, o átomo de ferro?
38. P.F.: Pela quantidade de prótons e a quantidade de ...
39. L: Diferencia pela quantidade de prótons, nêutrons e elétrons
40. Professor: Entendi, boa! Mas olha só, o átomo de hidrogênio tem um próton e um elétron
41. P.F.: uhummm...
42. L.: sim
43. Professor: quando ele tem um próton e um elétron o átomo está estável e tem uma coisa que ele está também que as cargas deles estão neutras porquê?
44. P.F.: Porque um anula o outro
45. Professor: Porque um anula o outro. O que que acontece também com ... Existe também uma interação, né? Positivo, o que que acontece positivo com negativo?
46. P.A.: Eles grudam
47. P.F.: Os dois se atraem

48. Professor: se atraem, né? Positivo com positivo?
49. P.A.: Opostos
50. P.F.: Se repelem
51. Professor: Então...
52. P.F.: Oposto se atraem, iguais se repelem
53. Professor: Isso aí! Quando a gente utilizou essa ferramenta aí, a gente conseguiu colocar em um átomo aí, no máximo dez prótons, né?
54. P.F.: É, por que é a quantidade que o jogo dava pra gente.
55. Professor: Existe átomo com duzentos prótons.
56. L.: Nuuuuu!!
57. P.F.: Eu não duvido que tenha com 10 mil, vinte mil, quarenta mil, eu não duvido!
58. Professor: Olha só, existe a tabela periódica, né?
59. P.F.: é. Que é o que separa os átomos pelo número atômico.
60. Professor: Então..
61. P.F.: Quanto maior a quantidade de átomos (ruído) eles são separados em certos números na tabela periódica.
62. Barulhos, gritos...
- Tempo 12min32
63. Professor: Então olha só, voltando. Uma carga, quando eu tenho uma carga positiva e uma carga negativa eu tenho um átomo neutro, né? Estou falando do átomo todo, né?
64. P.F.: Exato!
65. Professor: Então a gente vai trabalhar, amanhã eu vou colocar para vocês, vou passar um texto para vocês lerem de um cientista famoso mundialmente, ele é um cara muito legal, ele chama Marcelo Gleiser, ele é brasileiro, ele presta serviço para a NASA, e também para algumas universidades norte americanas, o texto é dele e ele faz uma comparação entre o elétron e o futebol. Até o título é esse do texto.
66. E aí vai dar essa ideia que a gente tem da distância do elétron, que o elétron está do núcleo do átomo. Como que a gente enxerga isso.
67. Então depois disso eu vou passar alguns trabalhos, algumas pesquisas, alguns exercícios, alguns jogos para a gente trabalhar e pensar já num... átomo maior, com mais prótons, com mais elétrons e como que eles reagem.
68. Uma questão que já vou deixar para vocês é: por exemplo, se eu tenho um átomo muito pesado, como a gente mede o peso do átomo?
69. P.F.: Pela quantidade de átomos, pela quantidade de prótons!

70. Professor: Pela quantidade de prótons e nêutrons, né?
71. P.F.: O famoso peso atômico!
72. Professor: Isso aí! Então com essas reações de atração e repulsão, quando eu tenho um átomo muito pesado, o que eu vou ter em volta dele? Eu vou ter muito o quê?
73. P.F.: Muitos elétrons
74. L.: Muitos elétrons
75. P.A.: Muito elétrons!
76. P.F.: Muitos elétrons porque os prótons vão repelir essa quantidade grande de cargas. O próton vai repelir.
77. Professor: E como é que os elétrons vão ficar em relação uns aos outros perto ali, eles vão ficar juntos?
78. P.F.: Não eles vão ficar tipo num círculo. Num circulozinho aqui, num circulozinho aqui, num circulozinho aqui. Eles vão estar no meio em volta desses círculos.
79. Professor: E porque eles não juntam todos numa camada só, numa rodinha só, num círculo só?
80. P.F.: Eu chutaria...
81. L.: Professor...
82. P.F.: Que é porque a quantidade de ele.... que acaba que por essa quantidade de cargas... Eu sei por que eles não juntam!
83. Professor? Porquê?
84. P.F.: Porque iguais se repelem!
85. Professor: Isso aí!!
- Tempo 18min56
86. Professor: Existe a força de atração entre positivo e negativo, não é isso?
87. L.: Exato
88. P.F.: Exato
89. Professor: e esses elétrons que estiverem mais distantes como é que vai ficar essa força de atração?
90. L.: Menor
91. P.F.: Menor pela distância!
92. Professor: Menor por causa da distância, né?
93. P.F.: Pega dois imãs e coloca eles perto, eles vão se grudar! Eles vão grudar, mas vai afastando eles... você consegue, até quando você coloca eles perto, tipo assim, você consegue, você consegue sentir, aí se você for espaçando eles a força vai caindo. Ele vai ficando mais fraco a atração.

94. Professor: Entendi. Isso aí então acontece com as cargas elétricas, né?

G TRANSCRIÇÃO AULA 10 – CONDUTORES E ISOLANTES

Sextos A e B

Quarta-feira - 27/05/2020

Aula anterior – Montagem de uma molécula (6)

Transcrição

1. Professor: E o nome não está aparecendo. Estão logando com outros e-mails, né? Eu não posso deixar desconhecido entrar na sala. Então esses alunos que eu não deixei entrar é porque o nome não aparece. É... está como desconhecido. Eu não posso deixar entrar qualquer pessoa dentro da sala de aula. Quando vocês forem logar, loguem com o e-mail que vocês fizeram a inscrição de vocês para receber o material no Google Classroom, ok? Outra questão é, nós temos nessa sala aqui cinquenta e oito alunos, né? Ao total. É... e apenas vinte cinco alunos responderam o questionário da última aula, porque?

2. E.M.: Eu respondi!

3. Professor: Então, mas nós tivemos aí, ó..

4. C.L.: Eu respondi também!

5. Professor: Nós tivemos aí cinquenta pessoas.... é... cinquenta por cento aí não responderam, né? A metade não respondeu, né?

6. D.L.: Tio, eu não respondi por causa que minha mãe está sem o computador. Teve que levar para o conserto.

7. Professor: Então assim, resolve esse problema rápido, né? Porque a vida da gente hoje depende do computador. Infelizmente a gente só consegue ter as aulas, né? E consegue ter acesso aos materiais... esses materiais são importantes pra gente desenvolver o nosso pensamento, né? Então a gente não pode ficar... a gente precisa resolver estas questões, né?

8. M.E.: Branco? Branco? Branco? Quando eu tentei abaixar (sic) lá, é... é... da molécula, sabe? De construir a molécula (alguém no fundo falando para o aluno), De construir a molécula sabe? Aparecia que podia danificar meu... meu... sistema, meu telefone ou meu computador e aí quando eu instalei e abri ele não entrava.

9. Professor: O seu computador você programou o antivírus do seu computador para não aceitar, é... alguns programas, né? Então ele não aceita. O PhET ele é um... um programa internacional, já ganhou prêmio Nobel, né? Então ele não danifica o computador. Pode confiar. É porque o antivírus que está instalado no seu computador está olhando o funcionamento dele, né? É.. e aí fala que ele vai danificar, mas ele não vai danificar, né? Tem alguns computadores que precisa de alguns plug-ins

para ele rodar, né? mas fazendo isso pode responder lá as questões, né? Até hoje nós vamos utilizar um programinha hoje também do PhET. Pra gente... porque essas nossas aulas elas eram pra acontecer manualmente, principalmente essa aula, a gente iria montar fisicamente, né? O que a gente tem para montar, mas como isso não é possível nosso contato eu tive que elaborar a aula de vocês de uma forma que a gente simule essa situação de realidade, né? E.. então... é.. então a gente precisa utilizar o simulador, não tem como a gente fazer diferente, então vocês precisam liberar esses antivírus aí que está falando é... que vai estragar, porque ele não estraga. Ó... é... tem uma pessoa que entrou como Luiz Antônio Gullar. É... eu não sei quem é Luiz Antônio Gullar, não está na...

10. L.C.: Luiz Antônio Gullar é o pai da Gabi!

11. Professor: É.. ô... Gabi, ela saiu. Então, tem que logar com o e-mail da Gabi! Não é? Porque o Luiz Antônio não está na lista de presença, né? Então... isso precisa... precisa ficar atento a isso. É a nossa realidade, é a nossa realidade trabalhar com esse meio tecnológico e a gente precisa ter a nossa... as nossas contas. A gente precisa tomar conta do que nos pertence, né? E de forma carinhosa, né? Pra... porque a gente sempre vai utilizar essas contas, né? A gente está vivendo isso com essa necessidade, né? De tomar conta do... de ter as responsabilidades das nossas contas, dos nossos e-mails, né? Então eu peço a todos que tenham essa responsabilidade. É... tenham essa responsabilidade porque podem perder, né? São coisas simples e as vezes até chatinhas de fazer, né? Com uma dificuldade de conectar, mas por exemplo a Gabriela já entrou, né? E ela já logou com o e-mail dela. Obrigado Gabriela, é isso aí!!

12. A.L.: Oi Branco. Tudo jóia?

13. Professor: Tudo jóia! Obrigado por ter delogado com o nome de seu pai e logado com seu nome, né? A gente precisa ter esse cuidado, né? Porque do lado de cá, a gente não sabe. Vai que entra uma pessoa que não pertence a sala de vocês, e aí expõem o nome de vocês, expõem alguma... e isso não pode, né? A gente tem que ter essa responsabilidade, né? Conosco, esse cuidado conosco. Então, a escola preza, né? Pela credibilidade e a confiança de todos, né? E sem querer expor ninguém. A gente está tendo aqui uma aula... uma forma... a gente está trabalhando uma forma de pensar aqui, que facilite a nossa, o nosso desenvolvimento nessa era de pandemia, né? E uso aí dos meios digitais. Bem, voltando ao que eu estava falando cinquenta por cento das pessoas dessa sala não responderam ao questionário, né? Eu queria muito desenvolver em grupos, que os grupos conversassem, entrassem em é... discutissem o questionário achar o que cada um acha da resposta, então esse questionário é importante de ser trabalhado e ser discutido para resposta em grupo. Esse próximo que eu coloquei eu vou colocar ele como sendo um questionário individual, mas eu queria que o grupo discutisse, né? Porque é importante a gente entender o que o outro está pensando sobre as aulas, né? A gente está num... as nossas aulas a gente está trabalhando com investigações, né? A gente está investigando...

14. E.M.: O Branco!

15. Professor: oi!

16. E.M.: Tem aluno que não está conseguindo entrar.

17. Professor: É... todos alunos que entram, que não aparece o nome da lista de chamada eu não deixo entrar. É nesse hora de logar, né? Então é... igual, né? Eu acabei deixando entrar a Gabriela, no caso ela estava logada com o nome do pai dela, eu tinha visto que o sobrenome constava na lista, né? E aí ela saiu e logou com o nome dela. Mas quem aparece como “desconhecido”, aparece para mim um tanto de aluno “desconhecido”, eu não posso deixar entrar. Nos estamos com cinquenta e uma pessoas na sala, cinquenta e um alunos e aí apareceu um tanto de alunos como “desconhecido”, eu não posso deixar entrar. Bem é... alguém teve dificuldade para responder ao questionário? Das vinte e cinco pessoas, vinte e seis pessoas que responderam..

18. P.C.: Branco? Uma coisa que nosso grupo fez... 19. P.F.: Sim, em algum momento eu tive dificuldade de explicar, de explicar a minha ideia.

20. E.M.: Eu também tive dificuldade de explicar.

21. P.F.: só de explicar, mas de entender alguma coisa não foi difícil não.

22. Professor: certo, mas..

23. E.M.: Teve uma questão que tive dúvida. Só não lembro qual, mas... é que eu nem entendi direito e aí não consegui responder ela.

24. Professor: Então, o quê que nós estudamos na aula passada?

25. P.C.: Sobre a camada de Valência.

26. Professor: A camada de Valência... O que que é a camada de valência?

27. P.F.: é a camada... pelo que eu tô me lembrando, do que eu pesquisei, é a camada mais fina, é quando os átomos... os elétrons preenchem a camada mais superficial é... lá do átomo. Não sei se é isso.

28. Professor: A camada superficial, você está falando...

29. P.F.: A primeira.

30. Professor: Perto do núcleo ou a mais afastada no núcleo?

31. P.F.: A superficial é a primeira

32. Professor: é a primeira?

33. P.F.: É a primeira porque eu estou considerando que o átomo, imagina que ele é uma bola. O núcleo seria dentro da bola.

34. Professor: Certo! E a primeira sua fica onde?

35. P.F.: Bom, se você considerar que é a superficial a que tem menos energia, é a mais perto do núcleo. Mas se você considerar que a superficial é a que fica na superfície assim é a última.

36. Professor: Entendi!

37. P.F.: Depende da sua ideia.

38. Professor: ok. Então a camada superficial que você está falando é a camada, a última camada.

Então a camada de Valência é a camada última em volta do átomo, né?

39. P.F.: É depende da sua interpretação do que é a superficial, né?

40. Professor: Então, se eu colocar um átomo, a gente estava criando o quê, moléculas, né?

41. P.F.: é, moléculas!

42. Professor: quando a gente coloca um átomo perto do outro para criar moléculas, onde eles se tocam é na superfície ou no núcleo?

43. P.F.: Na superfície!

44. Professor: Na superfície, né? Então a camada de valência é a última camada, não é isso?

45. P.F.: Então eu falei certo!! Rsrtrs

46. Professor: Então, é isso aí! Falou certinho!

47. P.F.: Eu lembro que era de oito átomos, disso eu lembro!

48. Professor: Oito átomos? Mas eu posso montar uma molécula com dois átomos.

49. P.F.: Não, oito átomos não, oito elétrons que formavam essa camada.

50. Professor: Certo, então a gente está falando de uma regrinha aí, né? Que regra que é essa?

Que a gente estudou, alguém gente no lugar do P.?

51. M.E.: Do octeto!

52. Professor: A regra do octeto, o que é a regra do octeto, M.?

53. Espera aí que seu microfone está mutado!

54. Alguém?

55. M.E.: Que para....

56. Professor: Como que é V.?

57. V.G.: Que para dois átomos se unirem para virar uma molécula precisa de pelo menos oito elétrons?

58. Professor: Precisa de oito elétrons aonde?

59. V.G.: Na última camada de valência?

60. Professor: última camada que é a camada de...

61. V.G.: valência.

62. Professor: Valência, né?

63. P.F.: Aí os dois átomos se fundem e surge a molécula

64. Professor: A molécula, né? A gente tem dois tipos de molécula, né?

65. Quais os dois tipos de moléculas nos temos?

66. P.F.: Os dois tipos de moléculas? Eu tô pensando aqui. É uma que eu lembro que, não sei como explicar... era aquela, tipo singular e plural. Tinha uma que ficava sozinha e tem a outra que é agrupada com outras.

67. Professor: Tá, singular e plural. Então vamos lá. Singular seria... Oi?

68. P.F.: Seria isso! É meio que uma equivalente.

69. Professor: Então você está falando de uma molécula simples...

70. P.F.: Sim uma molécula simples e uma molécula com mais átomos assim vamos dizer.

71. Professor: Com mais átomos. Como e que podemos dar esse nome de moléculas com mais átomos? Alguém?

72. M.: composta!

73. P.F.: Composta. Unrrr!

74. Professor: É... Na.. Composta. Isso aí! Valeu Matheus!

75. Então assim, nós temos uma.. quando a gente tem uma molécula simples ela tem apenas um tipo, né? Isso acontece muito com gás, né?

76. Éee... por exemplo se eu tenho aí um gás...

77. P.F.: de hidrogênio.

78. Professor: Gás de hidrogênio, oxigênio que nós respiramos, né? Tem uma que é muito interessante sobre o oxigênio, a gente tem o oxigênio que são duas moléculas (sic), e tem a camada de ozônio. Alguém já ouviu falar na camada de ozônio?

79. P.F.: Sim, são três de.. de oxigênio.

80. Professor: São três...

81. P.F.: é O₃.

82. Professor: É, é um O₃. Então são três oxigênio

83. P.F.: e a água H₂O, H₂O. duas moléculas de hidrogênio e uma de oxigênio.

84. Professor: isto aí!! Então oh, a gente já sabe o que é camada de valência, a gente já sabe o que é uma molécula composta e uma molécula simples, né? Então por exemplo se a gente pegar um metal, se eu pegar um ferro puro.

85. P.F.: Uma barra de ferro. Vamos lá!

86. Professor: Uma barra de ferro. Qual o tipo de átomo eu vou ter?

87. É um material composto ou um material simples?

88. V.: Composto?

89. P.F.: Depende, se for uma barra de ferro pura assim como eu estou pensando seria simples, porque seria só as moléculas do ferro, mas se for metal fundido aí seria composto.

90. Professor: Certo..

91. P.F.: Por que o próprio nome diz: fundido. Então... já dá para ter uma ideia.
92. Professor: Todo mundo concorda com isso?
93. P.A.: sim
94. L.F.: sim
95. Professor: Então por exemplo, a gente sabe que o ferro é um átomo, né? E se eu falar em aço? Que tipo de molécula que é?
96. P.F.: O aço?
97. Professor: isso
98. P.F.: Eu não tô lem...
99. Professor: é legal depois a gente dá uma olhada nisso, né? Depois a gente olhada nessa questão do aço, né? Se é simples ou composta
100. A. F.: É composta!
101. L.L.: na minha opinião, o aço é uma molécula composta
102. Professor: Desculpem-me minha garganta está um pouco... é... eu tomei um chá quente aqui e aí de vez em quando cossa a garganta...
103. Então bem, a gente já olhou essa questão...
104. P.F.: Eu acho que o aço ele é composto, o aço é composto.
105. Professor: Depois a gente olha essa questão do aço ser composto, dessa molécula ser composta ou não. Vocês acham que a gente...
106. P.F.: Eu deixo o meu chute de que ele é composto.
107. Professor: Certo, você acha...
108. P.F.: E na hora que ver eu vejo se acertei.
109. Professor: Não, beleza! Então olha só, se o aço, se a gente tirar aí como certeza se o aço for composto, você acha que o ser humano consegue montar matérias? Criar matérias?
110. A.F.: De certa forma sim!
111. P.F.: De certa forma sim!
112. Professor: O que seria de certa forma, Athos?
113. A.F.: Pois ele poderia fundir um machado
114. P.F.: Tem como montar uma... uma aa moléculas sim! Tem como. Se a própria bomba de prótons é você colocar mais prótons em algum átomo, acho que dá para a gente montar uma molécula.
115. Professor: mas sem falar de bomba atômica, a bomba atômica na verdade o nome real dela é bomba nuclear, porque tem muito mais a ver com o núcleo do átomo do que com, embora interfere com o átomo aí porque está no núcleo, né?

116. P.F.: não eu só dei minha ideia para mostrar que a gente consegue adicionar tipo partículas que são prótons, o nêutrons, o elétrons... a gente consegue adicionar em um átomo. Então se a gente consegue adicionar na quantidade de cada uma a gente consegue formar uma molécula.

117. Professor: Tá, mas a gente consegue, por exemplo formar matérias novas por exemplo, eu consigo fazer uma, um material novo?

118. L.C.: Eu acho que dependendo você consegue!

119. P.F.: Sim acho que sim.

120. Professor: como que eu faço Lara? Como que é Lara?

121. Alguém aqui já fez matéria nova?

122. L.C.: Se você fundir material com outro.

123. Professor: Misturando dois materiais a gente tem que tipo de molécula? Compostas ou...

124. L.c.: Compostas

125. Professor: ou simples?

126. L.L.: Compostas

127. Professor: Compostas, né? Por exemplo, uma forma da gente fazer aí uma é.. um material novo, né? Vamos falar assim. A gente está usando muito o álcool gel, né? Nas mãos. É uma molécula compostas ou uma molécula simples?

128. A.: composta!

129. P.A.: Composta

130. L.C.: Composta

131. P.F.: composta porque ele tem setenta por cento de água e 30 por cento é álcool.

132. Professor: Então aí o próprio álcool já é uma molécula, né? Então é composto. A gente consegue criar materiais, né? Através de, trabalhando com os átomos, certo? Pega um material aqui com outro material ali e a gente consegue...

133. P.F.: A gente faz uma matemática ali.

134. Professor: Isso! Pessoal, vou compartilhar a minha tela aqui e vou mostrar para vocês o que que é a aula de hoje, né?

135. P.F.: Mostra então.

136. Professor: A gente tem uma... a gente tem algumas coisas a fazer, nosso tempo está até...

137. P.F.: Curto.

138. Professor: esse tempo é curto, né? É... vou mostrar aqui a nossa... ó compartilhar a minha tela... ..então, ó, essa aqui é nossa aula, né? Nossa aula hoje é montagem de circuito elétrico com o PhET e aí, o que são materiais condutores e isolantes. Vamos montar um circuito para teste e acender a lâmpada para ver o que acende ou não a lâmpada. Eu coloquei esse circuitinho aqui, eu desenhei

esse circuito aqui. Isso aqui é um desenho que muitos engenheiros elétricos fazem e passam para os montadores montarem. Estão seguindo meu mouse. Conseguem ver meu mouse?

139. V.: Sim!

140. Professor: Essa parte aqui, ó. Isso aqui significa...

141. A.F.: O ponteiro, né?

142. Professor: oi?

143. A.F.: O ponteiro do mouse, né?

144. Professor: Isso o ponteiro do mouse. É verdade! Desculpe, rrsrs.. a gente simplifica as coisas, né? Isso aqui, esse símbolo aqui significa uma bateria. Pode ser uma bateria de nove volts, pode ser uma bateria de carro, pode ser a tomada onde a gente liga, né? Cada um tem um símbolo, né? Mais isso aqui é uma fonte de energia, né? Uma fonte de energia elétrica. Esse símbolo aqui é um interruptor onde a gente liga e desliga igual ao apagador da luz, da lâmpada, da luz de casa quando a gente bate a mão no... o pessoal chama de batedor, né? É um interruptor de luz. Isso aqui é uma resistência, né? E aqui está como LED, né? É como se fosse uma lâmpada. E aqui um espaço vazio para a gente montar, para a gente testar quais os materiais. Que que eu quero que vocês façam? E aqui tem um roteirinho para a gente seguir utilizando o PhET. Eu vou abrir para vocês verem o que vocês vão fazer, ó. O PhET está aqui ó, Kit de construção..

145. M.E.: Branco?

146. Professor: oi! Sim pode falar!

147. M.E.: lembra aquele programa que eu falei do meu computador ele também estava com... (inaudível) ... no meu telefone. Simplesmente não abria quando eu instalava

148. Professor: Ele precisa desse programinha aqui ó, chamado Java. É um programinha que utiliza para ele rodar, sabe? Então ele sempre vai precisar desse programinha Java. Tem que liberar. Eu estou aqui, eu baixei ele no meu computador porque esse aqui é diferente, ele ainda não está... esse aqui é um simulador antigo do PhET, porque o novo já abre na página da internet. Esse aqui não abre, ele tem que abrir ó, tem que iniciar. Aí ele vai abrir essa tela. Pegue um fio, vou expandir a tela. Pegue um fio. Você vai pegar um fio e vai puxar... ele vai ter duas marcações aqui para ligar. Eu vou pegar uma bateria. Vou colocar igual estava lá no meu circuitinho, a bateria estava aqui, né? Vou pegar o fio... liguei ele na bateria. Posso aumentar ou diminuir, né? Posso pegar outro fio, liguei aqui. Aí tinha um resistor, né? Que eu coloquei um resistor e coloquei outro fio. Pega outro fio e ligar aqui em baixo. Ah.. eu vou ó.. clicar aqui com o botão direito vai aparecer “desconectar”. Desconectei, puxei aqui. Vou colocar esse interruptor ó. Coloquei um interruptor. Vou pegar outro fio aqui. Coloquei um interruptor aqui esse aqui. Vou pegar mais um fio e vou pegar a lâmpada. Vou pegar outro fio. E vou ligar na lâmpada. Ficou estranho aqui, né? Depois vocês montam aí! Hora que eu ligar o interruptor...

149. P.A.: Precisa colocar o fio em cima da lâmpada?

150. Professor: Vou tentar fazer aqui assim... é porque eu preciso conectar, né? Ó, remover... o circuito está desse jeito, certo? Lá. Aí eu vou vir aqui nessa sacola de surpresa e vou clicar. Nessa sacola de surpresa tem esse tanto de objetos aqui. Eu vou colocar uma célula de um dólar, está aqui o dinheiro, vou ligar ele aqui. Será que eu vou acender a luz? Eu quero que vocês façam isso, ok? Deixa eu voltar lá...

151. M.Z.: obviamente que não!

152. Professor: Opa, não é isso, não é isso.... aí depois que vocês fizerem todo aquele circuito vocês vão é... vão fazer todo o nosso... o que é para fazer, vão simular, né? A montagem do circuito e aí vocês vão responder este questionário que tem o rapaz aqui com uma luz aqui na mão, ó. O que é condutor e o que é isolante? Este questionário é um pouco maior. A gente vai ter aqui por volta de dez questões para responder, ok? Essa é a tarefa... o que que a gente vai analisar com este é... com este questionário? Com essa atividade? Tanto com o PhET...

153. M.E.: Branco?

154. Professor: Oi!

155. M.E.: Branco? Se eu não consegui fazer, desculpe, mas eu vou precisar perguntar, se eu não consegui fazer por causa deste probleminha aqui que não está entrando, o que que eu faço?

156. Professor: Então, é... ele abre no celular ele abre em qualquer computador, né? No computador o meu teve o problema com a questão do Java, né? Mas quando ele baixa, ele já pede para abrir esse Java, já. Ele fala assim: está faltando esse aplicativo aqui para abrir para rodar. Então como que eu fiz. Ao clicar nessa seta aqui ó, ele vai aparecer aqui. O meu computador tem um antivírus. Aí ele está falando aqui. Manter ou descartar. Quando eu clico aqui ele fala... é... hoje não está aparecendo, mas ele fala que este simulador vai estragar o meu computador, mas ele não estraga, pode ficar tranquilo que ele não estraga. Isso aqui é só o antivírus. O antivírus trabalha com finalização de programas, né? Tem Aiff, mp3, ponto mp3, aí então alguns programinhas em java ele acha que é vírus e não é. Isso aqui não é vírus. Isso aqui é um simulador interativo, né? Aí você clica em manter e ele já faz o download direto. Tanto é que o símbolo dele aqui ó é um símbolo de Java. Do programinha Java. Certo? Aí é só você clicar, hora que ele acabar essas... de fazer o download, ó. Acabando de fazer o download, ó. Aí você clica e ele vai abrir, ok?

157. P.P.: Branco?

158. Professor: oi!

159. P.P.: eu fui agora ver para instalar esse aplicativo e estava falando que tinha que pagar três reais e vinte e nove centavos.

160. Professor: Não! Tem nada disso!

161. P.F.: Tem outro que você não paga nada! Tem outro!

162. Professor: Todos esses aplicativos são free.

163. P.F.: a imagem dele tem um passarinho bicando em alguma coisa. Um passarinho preto bicando em alguma coisa que é azul claro e amarelo.

164. P.P.: Ahh... entendi. Obrigado.

165. Professor: Entra direto no PhET Colorado ponto edu, né?

166. P.P.: É! Aqui quer ver?

167. Professor: É porque esses simuladores são simuladores educacionais. Pera aí... volta aí que eu não vi! Eu estava em outra página aqui. Mostra aí de novo por favor?

168. P.P.: dá para ver?

169. Professor: Não, ele não é pago não. Ele não é pago! Pode... Pode... Entra direto na página edu, é porque ele está falando para você baixar um aplicativo para o seu celular. Ele não é um aplicativo, ele é uma página de celular, ele é uma página de internet.

170. P.P.: Mas eu acho que eu achei, porque tem um passarinho, uma bola azul e um aviãozinho de papel.

171. Professor: Não, ó. Nossa aula está acabando... deixa eu montar aqui para vocês, qual que é a página principal. É essa aqui, ó. Essa é página dele, esse é o endereço. PhET, pê agá é tê, ponto colorado, ponto edu barra pê tê underline ou linha abaixo, né? Bê erre barra. Ai você vai entrar nessa aqui. Se você entrar em simulações ó. Tem simulação de física, química, matemática, ciências da terra, biologia, todas as simms, traduzir simms, tipo de ensino... tudo isso, ok?

172. P.P.: Ok!

173. Professor: Então entra por ele que vocês vão achar melhor, né? Trabalhar com isso. Pessoal, nossa aula é muito curta, né? Já acabou, né? Eu tenho que sair aqui para dar espaço para o outro professor. Entao eu espero que vocês respondam esse questionário para a gente continuar a nossa pesquisa para saber que material é aquele das placas que a gente pesquisou... que a gente está pensquizando, né? Que a gente analisou naquela aula para entender que material é esse, né? De como e onde vem esse material, ok? Combinado?

174. M.A.: Tio eu tenho só uma pergunta. Eu estou um pouquinho confusa. Esse questionário é a onde mesmo?

175. Professor: quando você entrar em atividades... vamos lá. Deixa eu... quando você entrar na sala de aula, no Google Classroom, você entrou lá, né? Não tem sua sala de aula? Está lá em laboratório de Ciências – Branco. Aula vinte e sete que é a data de hoje, né? E se você clicar nela aqui ó. Já vai aparecer o matéria todo, ó. Tem a aula com o passo a passo para a gente montar o circuito elétrico, tem

o Kit de construção que já vai sair na página do PhET Colorado, só clicar. E tem o questionário do lado, ok?

176. M.A.: Ok!! Obrigada!

177. Professor: Por nada! Pessoal, eu tenho que sair. Beijo a todos! Fiquem bem, se cuidem! Qualquer coisa podem postar no grupo, podem me procurar aí pelo whatsapp, aí se tiver algum problema, alguma dúvida, alguma coisa para resolver, ok? Bye bye, até mais e espero as respostas lá. Eu quero que todo mundo responda. Ok?

178. A.L.: Branco, alguém pode me mandar os horários?

179. Professor: Horário de que?

180. A.L.: das aulas!

181. D.S.: Está lá no grupo. Eu vou mandar de novo.

182. Professor: É... ok! Obrigado Daniel! Tchau para vocês pessoal, até mais!

183. D.S.: Falou!

184. Professor: Falou! Tempo: 20min36

H TRANSCRIÇÃO AULA 12 – MATERIAL INTRÍNSECO E EXTRÍNSECO

Sextos A e B

Quarta-feira - 10/06/2020

Aula anterior – Quebra-Cabeça (11)

Transcrição

1. Professor: Pois bem pessoal, na nossa aula de hoje a gente vai fazer uma revisão e tentar dar um passo além, né? Para a gente compreender melhor essa matéria que a gente está estudando. A gente já estudou sobre os átomos, a gente estudou como que forma molécula e agora a gente está montando a matéria. A gente está montando uma matéria para a gente responder aquela questão lá no início da aula “que material é esse?”. Que material que tem nos computadores, nos celulares, nas lâmpadas de leds, né? Quais os materiais os seres humanos estão trabalhando para a tecnologia, para melhorar a nossa tecnologia. Então essa é a nossa investigação, né? Então a gente está nesse sistema investigativo. Eu vou compartilhar minha tela para a gente trabalhar melhor isso, ok? Deixa eu ver aqui, vamos lá? Todo mundo está vendo minha tela? Todo mundo está vendo? Podem falar! Tem alguém vendo minha tela?

Slides

2. P.F.: Eu estou vendo!

3. M.C.: Eu estou vendo!

4. B.N.: Dá pra ver!

5. F.B.: Eu também tou vendo!

6. Professor: Vamos lá. A gente está falando sobre. Na última aula a gente falou sobre Intrínseco e extrínseco, né? Alguém sabe me falar o que é um material intrínseco? Podem falar gente!

7. Qual a diferença entre o material intrínseco e o material extrínseco? Não, ninguém? Então vamos lá, né?

8. A gente começou falando sobre o átomo, né? Quando é que a gente tem um átomo estabilizado? Alguém? Por favor...

9. P.F.: Quando ele tem toda a quantidade de... quando ele tem todos os elétrons

10. Professor: quando ele tem todos os elétrons? Alguém?

11. J.L.: Quando um átomo tem as mesmas quantidades...

12. P.F.: é quando um átomo está com as mesmas quantidades de elétrons, prótons e nêutrons. Aí ele se equilibra.

13. Professor: Tá. Quando ele está equilibrado, né? É, mas então vamos olhar para o núcleo. O que que tem no núcleo?

14. P.F.: Próton e nêutron

15. Professor: Próton e nêutron. A estabilidade... então, pro átomo, ele tem a ver com o que? Ele tem a ver mais com a...

16. P.F.: Com a falta de nêutrons

17. Professor: Com o que?

18. P.F.: Com a falta de nêutrons

19. Professor: Com a falta de nêutrons, né? Isso tem haver com a estabilidade do átomo, a questão nuclear, né?

20. P.F.: Exato.

21. Professor: a gente tem prótons e nêutrons, né? Se tiver com... se tiver só prótons no núcleo ele pode ficar ins.. instável, né? E tem outra questão que é a neutralidade do átomo. Quando um átomo está neutro? É outra questão. A gente tem a estabilidade e a neutralidade.

22. P.F.: É quando a quantidade de nêutrons no átomo é igual a dos prótons e dos elétrons ou até superior. Tipo ele tem cinco é cinco prótons e cinco elétrons, aí ele tem seis nêutrons aí ele vai ficar um átomo de energia neutra.

23. Professor: cert... não, mas o nêutron aí no caso, o Nêutron, que é a partícula lá no núcleo, é... é uma partícula que está que ela está lá só para estabilizar o átomo. A questão da neutralidade tem haver com as cargas, né? É... você falou aí até a questão de um átomo ter cinco prótons e cinco elétrons, né? Se a gente for olhar a questão de cargas eu tenho uma quantidade de cargas positivas e uma quantidade de cargas negativas isso aí está mais ligado ao átomo estar neutro ou não. Todos entenderam? Essa questão? A diferença entre neutralidade e a diferença da estabilidade?

24. P.A.: Tem como você repetir a neutralidade?

25. Professor: A neutralidade tem a ver com as cargas. Quando é que a carga do átomo está neutra? Quando gente? Alguém?

26. P.F.: Posso falar?

27. Professor: Pode! Lógico! Todos!! Podem falar!

28. P.F.: quando o átomo está com as mesmas quantidades de prótons, elétrons e talvez os nêutrons. Para equilibrar aquilo tudo e deixar ele estável.

29. Professor: ok.. Quem está falando? É que eu estou aqui com minha tela toda aberta aqui.

30. P.F.: P.F.

31. Professor: Ok! Obrigado P.! É... então P., então a gente sabe qual é a diferença entre neutralidade e estabilidade. Neutralidade tem a ver com as cargas e a estabilidade tem a ver com o núcleo do átomo, certo?

32. Tem outra questão que a gente estudou que é a questão do octeto. Qual é a regra do octeto?

33. V.G.: e a que dois átomos se unirem e formar uma molécula precisa ter no mínimo oito elétrons na camada de valência?

34. Professor: Isso!

35. P.F.: Exatamente!!!

36. Professor: Olha só que legal. Então a gente precisa ter oito elétrons, né? Na camada de valência. Tem que ter um elétron aqui, estão vendo? Outro aqui... esse aqui é o oxigênio. o oxigênio tem quantos elétrons, ele tem seis, aí ele precisa de dois, mais dois elétrons para formar a água, né?

37. P.F.: E dois elétrons internos.

38. Professor: um, dois, três... ...cinco, seis, sete... oito! Ok? Essa é a regra do octeto! Por exemplo, mas olha só, a gente viu na aula passada a questão do carbono. O carbono tem quantos elétrons na camada de valência?

39. V.G.: Quatro!

40. P.F.: Eu não lembro se era quatro ou se era seis.

41. Professor: olha só a imagem. A imagem já mostra

42. P.F.: é quatro, né? mas eu...

43. Professor: quantos elétrons.... oh.. está faltando um acento aqui nos elétrons aqui na palavra...

44. Quanto elétrons ele precisa para estabilizar uma molécula então com o carbono?

45. V.G.: Quatro?

46. P.F.: Mais quatro para poder fazer o equilíbrio ali, né?

47. Professor: mais quatro totalizando oito elétrons na camada de valência, não é isso? Então ó, está ele aqui. (slide com desenho de cadeia de átomos de carbono)

48. E aí qual que era aquela pergunta que falei que era intrínseco? Intrínseco é o que? É uma matéria oque?

49. P.F.: uma matéria pura! Rsr

50. Professor: é uma matéria pura, né?

51. P.F.: Mas o que seria uma matéria pura?

52. Professor: Olha quais são os elementos que tem nessa matéria aqui que eu montei com esses átomos? É uma matéria de que?

53. P.F.: só carbono. Só tem carbono aí, né?

54. Professor: só tem carbono, né? Isso é intrínseco

55. P.F.: ele é puro só tem carbono. Só tem um elemento

56. Professor: só tem um elemento, né?

57. P.F.: então quer dizer que aquela imagem 01, lá do questionário, ela era... o outro lá que era uma matéria impura?

58. Professor: é!

59. P.F.: porque aquela lá tinha vários tipos. Tinha o carbono, tinha o alumínio, tinha outra coisa...

60. Professor: Quantos elétrons tem aqui? Quantos elétrons foram marcados?

61. P.F.: acabou de ser marcado aqui dois.

62. Professor: dois, né? Ó.

63. P.F.: dois, dois, mais dois...

64. Professor: Ficou estabilizado. Não está estabilizado?

65. P.F.: Está! Só tem isso aqui para dar uma carguinha a mais, moldar a matéria.

66. Professor: Quando a matéria ela é intrínseca, ela é pura, a gente viu na aula passada, ela é totalmente isolante, né? Ela não conduz energia elétrica, né? Porque? Porque ela está... ela é uma molécula totalmente neutra. A mesma quantidade de prótons da matéria tem a mesma quantidade de elétrons, então nesse caso aqui, ele não conduz energia elétrica, porque os elétrons estão bem... estão sendo atraídos pelos núcleos, né? Dos átomos, então não tem como eles movimentarem, então eles só servem para montar a cristalização da matéria, certo?

67. E esse aqui é matéria intrínseca (sic), o que aconteceu com essa matéria? (slide extrínseco)

68. P.F.: Alguma... algum tipo de molécula (sic) externa que não é dá... é... que fazia essa... compunha essa matéria é... entrou nela.

69. Professor: então.

70. P.F.: (inaudível) agora ela faz parte.

71. Professor: e agora essa matéria está neutra? (Cadeia de carbono com um átomo de antimônio)

72. P.F.: Não.

73. Professor: em relação as suas cargas?

74. P.F.: Não porque tem uma molécula de... e... de... um elétron a mais do que tinha anterior.

75. Professor: aham... a gente viu na aula passada que o antimônio tem quantos elétrons na camada de valência? Só contar gente, ó.

76. V.G.: cinco?

77. Professor: cinco, né? Então olha só, o que que a gente tem aqui então? (seta em cima de um desenho de elétron na camada de valência do antimônio)

78. P.F.: O antimônio.

79. Professor: o antimônio, mas a setinha está mostrando o que?

80. M.A.: Uma matéria diferente!

81. V.G.: o elétron!

82. P.F.: uma matéria impura, porque ela não é composta pelo mesmo material. é só pelo um material, ela tem outro mater... mol... é outras formando aqui, ó.

83. Professor: o que está sobrando aqui?

84. V.G.: O elétron!

85. L.C.: O elétron!

86. P.F.: O Elétron. Ele está aqui solto.

87. Professor: Está sobrando um elétron nessa matéria, não está?

88. P.F.: Agora ela virou uma matéria negativa.

89. Professor: Ela virou uma matéria negativa, né?

90. P.F.: uhum... por excesso de elétrons.

91. Professor: Com excesso de elétrons. E agora? Olha só, o alumínio, a gente viu na aula passada que a camada de valência dele tem três. Então essa matéria agora está neutra em relação as cargas?

92. L.C.: Não! Está faltando um.

93. Professor: Não, né? Toda vez que a gente fala “extrínseco” a gente está falando em matéria impura, né? Está faltando uma, né? Que é aqui, né? Como é que a gente chama isso aqui?

94. P.F.: aham..

95. Professor: Se está faltando uma aqui, a gente chama isso ou de “lacuna” ou de “buraco”, né?

96. P.F.: entendi!

97. Professor: Está faltando um elétron. Qual que é a carga agora? É positiva ou negativa?

98. P.F.: é positiva. Eu acho, porque tem um elétron a menos.

99. Professor: Tem um elétron a menos, né? Então olha só. Eu vou juntar os dois materiais.

100. P.F.: vai dar um aço fundido!

Slide com desenho de cadeia de carbono com alumínio e cadeia de carbono com antimônio – junção P-N

101. Professor: juntei os dois materiais, né? Como se eu tivesse soldado as duas placas de carbono uma na outra. O que que aconteceu agora? Essa matéria está neutra em relação as cargas? Eu tenho aqui, ó..

102. P.F.: Espaço.

103. Professor: Eu falei que aqui era o que? Um buraco, né?

104. P.F.: É. Uma lacuna

105. Professor: então eu tenho aqui um, dois, três, quatro, cinco, seis buracos e aqui eu tenho um, dois, três, quatro, cinco, seis elétrons sobrando. Ela está neutra?

106. P.F.: Não, ela agora tá... ela tá neutra, porque o que que... os elétrons que ... essa parte aqui da primeira metade não tem essa aqui compensa tendo um a mais e aí equilibra.

107. Professor: equilibra, né? Então ela não está neutra (sic). Mas o que que vai fazer... é... o que que vai acontecer com essas cargas? Qual é a tendência aqui? O que que vocês acham que acontece com esses elétrons aqui? Alguém?

108. Por exemplo: Olha só, Esse lado aqui é uma carga o que? Esse lado aqui que carga está?

109. P.F.: Positiva!

110. Professor: positiva porque está faltando elétrons, né? Se está faltando elétrons eu tenho a maior quantidade de prótons no núcleo, então esse lado aqui é positivo. Então esse lado de cá é o que?

111. P.F.: Negativo por ter excesso de elétrons.

112. Professor: Negativo. Como é que a gente pode nomear essa junção então? Que tipo de junção a gente fala nessa matéria? É uma junção o que? Vamos utilizar essas letras

113. P.F.: Junção P-N, junção N-P, sei lá... o que você preferir.

114. Professor: é isso aí. Junção p-n ou junção n-p, né? Então ó, o que vai acontecer com os elétrons da matéria? Então olha só, esse aqui ele vai passar pra cá, ó. Ele não está sobrando aqui?

115. P.F.: sim. Aí ele vai rodar... ele vai caminhar e ficar... e vai vim (sic) aqui. Esse aqui vai caminha e vai vim, talvez aqui... é... aqui pra frente dele. Vai pra qualquer desse que está faltando e vai indo...

116. Professor: esse aqui de cima também...

117. P.F.: um vai indo pra cá, um vai indo pra cá e aí vai equilibrar...

118. Professor: Vai equilibrar, né? Mas e se eu tiver uma matéria... porque isso aqui a gente está olhando de forma muito microscópica, né? E se for uma matéria mesmo, uma matéria grande... algumas substâncias N é... vai estar muito distante da outra substância P. Então em princípio só nessa parte aqui que vai acontecer isso, em princípio, né? Mas vamos lá pra frente, vamos ver. Então nós temos alguns tipos de materiais. É... esse material a gente... é um material que a gente fala de junção P-N, né? Eu coloquei aqui como P-N, mas pode ser N-P também, né? Mas o mais comum é falar junção P-N. É... Então olha só, e aí agora vamos olhar a questão dos átomos dos materiais. Eu tenho por exemplo ouro prata alumínio e cobre. Esses materiais, como chama esses materiais? Eles são... (slide com os materiais condutores semicondutores e isolantes)

119. P.F.: Condutores, eles são condutores! Matérias impuras.

120. Professor: Eles são condutores, né?

121. P.F.: Matérias impuras.

122. Professor: e eu tenho aqui por exemplo o plástico, o papel e a borracha. Eles são chamados de?

123. V.G.: Isolantes.

124. Professor: Isolantes, né?

125. P.F.: Isolantes, então eles são matérias puras!

126. Professor: Se eu tenho condutores e isolantes o que é o carbono? Como eu poderia chamar o carbono utilizando essas duas nomenclaturas aqui? Vamos dar um nome para eles aqui. Podem inventar um nome!

127. P.F.: Eu não sei porque ele pode ser considerado isolante e eu também não sei se ele pode ser considerado condutor...

128. Professor: Mas ele está no meio, quer dizer que...

129. P.F.: Pois é, por isso eu não consigo saber!

130. Professor: ó! O átomo de carbono ele tem... ele tem uma quantidade de elétrons igual a quantidade de prótons, né? Ele tem um... ele pode ... o que que ele está... quando eu tenho a matéria lá pura, quando eu tenho o material intrínseco de carbono eu tenho uma matéria muito pura. Quando eu tenho a matéria pura ela é condutora ou isolante?

131. J.L.: Isolante!

132. Professor: Isolante, né? Aqui nesse caso aqui... eu vou deixar isso para vocês pesquisarem.

133. Depois vocês me respondam isso! O que que é o carbono porque de um lado os metais são condutores e o plástico, papel e borracha são isolantes. Qual que seria o melhor nome para dar para o carbono? O carbono, o silício o Selênio... aqui também ó. A gente poderia dar um nome para ele. Qual que seria o melhor nome?

134. V.G.: Neutro?

135. Professor: Neutro? Ó. Se a base da matéria cristalizada igual a gente fez. A gente fez uma junção P-N , não foi? A gente fez uma matéria com a junção P-N. E essa matéria ela cristalizou... a base dela era de carbono, né? Como podemos chamar essa matéria? Essa questão eu quero que vocês respondam pra mim, ok? Eu vou passar dois vídeos para vocês agora só para gente entenderem o que que nós fizemos com essa matéria, ok? Eu vou voltar aqui na sala de aula. A gente ainda tem um tempinho. Estou aqui na atividade seis, ó. Vocês vão lá na sala de aula de vocês, no Google Sala de aula, vocês vão entrar em laboratório de ciências. Continuação que é nossa aula intrínseco e extrínseco. Vocês vão clicar... vai ter esse tanto de material aqui. Tem até um questionário para vocês responderem. é... eu vou passar esse vídeo aqui só para vocês entenderem que material é esse.

Vídeo = https://youtu.be/eMQ5dv_8S3g Tempo: 21min06seg

136. Professor: Olha só, alguém lembra desse... desse... desse esqueminha aqui? Quando a gente olhou aquele tanto de placa? Vou deixar o vídeo rodar...

137. Tempo: 25min05seg

138. Professor: Bem, eu parei aqui porque está entrando numa parte aqui que não nos interessa, né? Todo mundo assistiu o vídeo?

139. P.A.: Sim!

140. M.C.: Sim!

141. D.L.: sim!

142. J.M.: Sim!

143. Tempo: 25min27seg

144. Professor: Então eu vou colocar até outro vídeo para a gente ver que é a mesma coisa do diodo que é como funciona um LED. Todo mundo aqui conhece LED, né?

145. D. L.: Sim! (voz do google: pode colocar)

Vídeo= <https://youtu.be/NPX1rGj4pDM>

Tempo: 25min50seg

146. Professor: Não tem som!

Tempo: 26min35seg

147. Professor: Viram como é que funciona? Viram como é que funciona o LED?

148. M.C.: Sim!

149. P.F.: sim

150. H.M.: Sim

151. M.A.: Sim!

152. D.L.: fazendo gracinha com a Voz do google – Com certeza professor!

153. Professor: Então...

154. P.F.: Posso pedir um favor para o D.L. parar de usar essa voz do... da mulher do Google?

155. Professor: Pode! O D., por favor! É.. então o que que a gente está fazendo, né? O que que a gente está trabalhando então na matéria? A gente está trabalhando o material que é composto é... daquelas placas, daquele material lá da tecnologia. Então o que que eu quero que vocês façam? Vou compartilhar aqui de novo a minha tela. E vou entrar nas nossas atividades aqui. Ó, então o que que eu quero que vocês façam? Eu quero que todo mundo responda, que todo mundo participe, né?

156. (No Google sala de aula) O encaminhamento aqui é como foi nossa aula hoje, né? Tem esse vídeo: o diodo, tem esse vídeo do LED. E tem o questionário que eu quero que vocês é.. respondam. Esse questionário vocês precisam responder. E aqui, esse intrínseco e extrínseco é a... o material da nossa apresentação, como que eu apresentei a aula para vocês sobre os materiais. Eu quero que vo-

cês respondam esse questionário e eu quero também que vocês respondam essa pergunta aqui ó. Essa pergunta não está é...

157. V.G.: No questionário?

158. Professor: Oi?

159. V.G.: Essa pergunta não está no questionário?

160. Professor: Não está no questionário. Se a base da matéria cristalizada é feita de Carbono ©, como podemos chamar essa matéria? Porque? Porque a gente precisa saber que matéria é essa aqui, né? Se aqui é condutor e aqui é isolante, o que que o carbono é? O que que o silício é? O que que o selênio é? E aí se a base da matéria é feita com carbono, ou silício, né? É.. ou germânio, né? Também tem esse outro material, como podemos chamar essa matéria?

161. A.L.: Tem que entregar que dia?

162. Professor: Oi? Até sexta-feira.

163. A.L.: Obrigada!

164. Professor: Tudo bem? Nossa aula finaliza aqui. Eu espero que vocês tenham gostado. Eu acho que a gente conseguiu é... falar aí sobre os nossos... sobre essas... é... sobre a junção, né? Dessa matéria e a gente já' está chegando para saber o nome desse material que compõem as partes de um celular, as partes de um chip, as partes da lâmpada, né? De LED, a gente viu aí como funciona o LED. A gente vai aprofundar mais nisso, mas a gente já pode dar um nome para esse material, ok? Pessoal, é.. tchauzinho para vocês obrigado!

165. M.A.: Tchau Branco! Muito obrigada!

166. Professor: Eu espero que todos respondam o questionário. A aula é continuação intrínseco e extrínseco, ok? Abraço a todos, beijos e até mais!

167. A.C.: Tchau!!