

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
INSTITUTO DE QUÍMICA

PAOLA DEL VECCHIO

EXPLORANDO O DOMÍNIO AFETIVO PARA UMA APRENDIZAGEM
SIGNIFICATIVA DE QUÍMICA

Porto Alegre
2022

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
INSTITUTO DE QUÍMICA

PAOLA DEL VECCHIO

EXPLORANDO O DOMÍNIO AFETIVO PARA UMA APRENDIZAGEM
SIGNIFICATIVA DE QUÍMICA

Trabalho de Conclusão apresentado como requisito parcial para a obtenção do grau de Licenciada em Química pelo Instituto de Química da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Profa. Dra. Daniele Trajano Raupp
Orientadora

Porto Alegre
2022

CIP - Catalogação na Publicação

Del Vecchio, Paola
Explorando o domínio afetivo para uma aprendizagem significativa de química / Paola Del Vecchio. -- 2022.
95 f.
Orientadora: Daniele Trajano Raupp.

Trabalho de conclusão de curso (Graduação) -- Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Instituto de Química, Licenciatura em Química, Porto Alegre, BR-RS, 2022.

1. Ensino de química. 2. Taxonomia de Bloom. 3. Aprendizagem significativa. 4. Neurociência. 5. Afetividade na aprendizagem. I. Raupp, Daniele Trajano, orient. II. Título.

PAOLA DEL VECCHIO

EXPLORANDO O DOMÍNIO AFETIVO PARA UMA APRENDIZAGEM
SIGNIFICATIVA DE QUÍMICA

Trabalho de Conclusão de Curso

Aprovado pela Banca Examinadora em 07 de outubro de 2022.

BANCA EXAMINADORA:

Prof.^a Dra. Daniele Trajano Raupp
Orientadora

Prof.^a Dra. Nathália Marcolin Simon
Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Prof.^a Dra. Silma Alberton Corrêa
Universidade Federal do Rio Grande do Sul

“Para mim, uma aula não tem como objetivo ser entendida totalmente. Uma aula é uma espécie de matéria em movimento, é por isso que é musical. Uma aula é emoção... É tanto emoção quanto inteligência. Sem emoção, não há nada, não há interesse algum. Não é uma questão de entender e ouvir tudo, mas de acordar em tempo de captar o que lhe convém pessoalmente.” (Gilles Deleuze)

*Dedico este trabalho a todos e todas que fazem
do mundo um lugar melhor através da educação.*

AGRADECIMENTOS

Sou muito grata aos anos felizes que passei no curso de Licenciatura em Química da UFRGS. De tantas decisões na vida, essa foi uma bastante assertiva e importante. Recém-formada em Engenharia, ansiosa e com incertezas sobre o futuro e minha própria identidade, rumar à educação foi uma descoberta e um conforto. Assim como dizia Cartola, precisava me encontrar. E me encontrei. Nesse trajeto, muito afetivo para mim – talvez daí a inspiração para este trabalho de conclusão – muitas pessoas estavam ao meu lado. Nunca andei só, e essa, definitivamente, é uma das belezas da vida. A estes com os quais partilhei este caminho, meus mais profundos agradecimentos. Mais especificamente, agradeço...

À minha querida e maravilhosa orientadora Daniele Raupp, por ser uma luz nesses anos finais e na realização deste trabalho. Sou muito grata ao destino de nos apresentar, entre tantas coincidências e afinidades.

Ao Matheus, meu companheiro de vida – na engenharia, na docência, nos ideais e amor pela natureza – a vida faz mais sentido e é muito mais feliz contigo. Te amo muito.

À minha família, sobretudo meus pais e avós, pelo amor, afeto, torcida e apoio por qualquer caminho que trilhasse. Amo vocês!

Ao grande amigo que a Licenciatura me deu, Diego, por toda amizade, o amparo nos surtos e parceria de altíssima qualidade em qualquer trabalho (okurr). Também agradeço à outra grande amiga que a Licenciatura trouxe, Luce, sempre tão engrandecedora e maravilhosa.

Aos professores indescritíveis que me acompanharam na Licenciatura em Química: Nathália Marcolin, Maurícus Pazinato, Camila Passos, Rochele Loguercio, Marcelo Eichler e Cristiano Bedin. Vocês são uma inspiração e um alento.

À Cassandra, melhor amiga que poderia ter na vida, e uma das melhores professoras que conheço. Você é raio, estrela e luar. Lov u, best buddy ever.

Ao Mateus, aka wolfie, my twisted twin, por ter me aturado nessa mais de uma década (estamos chegando ao fim da adolescência?), me acordando, sapateando, e vendo e ouvindo surtos e risadas. Lov u dazzzzling.

Ao Lázaro e ao Fabiano, meus amigos queridos, com os quais aprendi a ser ~~shady~~ muito sobre a docência, sobre humanidade. Sobretudo ao Fabiano por fazer bolos tão bons (Lázaro, melhore!).

Ao Sandro, aka pai de Manequinha, pela amizade preciosa que o charisma, uniqueness nerve and talent uniu. É um prazer e um aprendizado dividir aulas e makes contigo! Shantay you stay!

Aos maravilhosos Juliano e Laura (o talento também nos uniu!) por edificarem meus dias e serem amigos tão incríveis.

Aos meus professores e agora colegas Carla, Flávio, Sônia, Gláucio, Mello, Lucy e Maria do Carmo, por terem sido uma inspiração a me tornar professora e me receberem de braços e corações abertos como colegas.

Aos queridos Welter e Laux, que antes eram apenas jovens gincaneiros conhecidos e contemporâneos, hoje cacuras, colegas e amigos de todos os momentos.

Aos demais amigos que permeiam minha existência, muito obrigada por tudo!

Aos meus orientadores de Pós-Graduação, Prof. Liliana, por todo o incentivo e amizade, e Prof. Ayub, tovarish, por ser um grande exemplo de professor e pesquisador e uma parceria na luta por um mundo mais justo.

Às colegas incríveis que fazem meus dias melhores e dividem o desafio da docência em meio aos desafios de tempos difíceis: Sofi, Vivi, Silvana, Sol, Schana, Rosane, Simone e Schirlei. Vocês são as melhores!

Por último, mas com certeza não menos importante, agradeço a meus alunos e alunas, fico mais tranquila de saber que o futuro a vocês pertence. Vocês são a razão de chegar a este trabalho e seguir essa trajetória. Voem, terrores!

RESUMO

O presente trabalho trata-se de um relato de experiência sobre práticas docentes com uma turma de primeira série do ensino médio integrado ao Curso Técnico de Química. O objetivo foi investigar a influência da afetividade como intercessor para uma aprendizagem significativa de química, considerando propostas didáticas aplicadas em dois contextos no ano de 2021: o ensino remoto emergencial, de março a agosto, e o ensino presencial, de setembro a dezembro. Diferentes estratégias de ensino foram empregadas com o intuito de desenvolver a afetividade na aprendizagem: o humor e a socialização, com emprego de memes recursos didáticos; a empatia, com uso de personagens ao longo das aulas e avaliações, a admiração pela beleza, através da experimentação, estética e arte, e temas que despertam a curiosidade e o mistério, como radioatividade, astronomia e pesquisa científica. Para tanto, a análise foi feita com base em relatos de aulas e atividades, na interação da turma com as propostas avaliativas em produções escritas e criativas, além de documentos em *Google Forms* e *Google Docs*. Utilizou-se como referenciais teóricos as teorias de Aprendizagem Significativa, a neurociência para formação de memórias e a Taxonomia de Bloom, com ênfase do Domínio Afetivo e sua relação com o Domínio Cognitivo para avaliação do material coletado. A partir das observações e análise de resultados, espera-se contribuir para uma educação científica e química plural, afetiva e motivacional através de proposições didáticas que valorizem os educandos em sua complexa existência.

Palavras-chave: Ensino de Química; Afetividade; Motivação; Taxonomia de Bloom; Aprendizagem Significativa.

ABSTRACT

The present work is an experience report on teaching practices with a class of first grade of high school integrated to the Technical Course of Chemistry. The objective was to investigate the influence of affectivity as an intercessor for a significant learning of chemistry, considering didactic proposals applied in two contexts in the year 2021: emergency remote teaching, from March to August, and classroom teaching, from September to December. Different teaching strategies were used in order to develop affectivity in learning: humor and socialization, using memes and different didactic resources; empathy, with the use of characters throughout classes and assessments, admiration for beauty, through experimentation, aesthetics and art, and topics that arouse curiosity and mystery, such as radioactivity, astronomy and scientific research. Therefore, the analysis was based on reports of classes and activities, on the interaction of the class with the evaluative proposals in written and creative productions, as well as documents in Google Forms and Google Docs. Meaningful Learning theories, neuroscience for memory formation and Bloom's Taxonomy were used as theoretical references, with emphasis on the Affective Domain and its relationship with the Cognitive Domain to evaluate the collected material. From the observations and analysis of results, it is expected to contribute to a plural, affective and motivational scientific and chemistry education through didactic propositions that value the students in their complex existence.

Keywords: Chemistry Teaching; Affectivity; Motivation; Bloom's Taxonomy; Meaningful Learning.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Objetivos do domínio cognitivo, de acordo com a Taxonomia de Bloom original e a Taxonomia atualizada.	24
Figura 2. Subdomínios e subcategorias do Domínio afetivo da Taxonomia de Bloom.	26
Figura 3. Desenhos dos personagens Manequinha (esquerda) e Mambinha (direita) em listas de exercício e avaliações.	32
Figura 4. Nuvem de palavras produzida pelos estudantes na plataforma <i>Mentimeter</i> , no primeiro encontro síncrono com a turma.	39
Figura 5. <i>Slides</i> usados em aulas sobre estados de agregação da matéria (esquerda) e densidade (direita)	43
Figura 6. Jogo interativo “ <i>Time to Climb</i> ” da plataforma <i>Nearpod</i>	43
Figura 7. Simulador sobre densidade da plataforma CK-12.	44
Figura 8. Vídeo-paródia “ <i>The molecular shape of you</i> ” (esquerda) e vídeo ilustrativo da canção “The elements” de Tom Lehrer, ambos disponíveis no <i>Youtube</i>	45
Figura 9. Ilustração experimento com casca de laranja e isopor, em vídeo do canal Manual do Mundo, no <i>Youtube</i>	46
Figura 10. Questão sobre dureza, respondida pela aluna 15.	50
Figura 11. Questão sobre calor específico respondida pelo aluno 10.	51
Figura 12. Resolução da questão sobre calor específico da aluna 1.	51
Figura 13. Imagens do vídeo sobre o experimento de densidade da Aluna 18: capa (esquerda) e resolução da questão desafio (direita).	54
Figura 14. Imagem do vídeo do experimento da Aluna 4.	55
Figura 15. Relatório da Aluna 4 sobre o experimento de densidade.	56
Figura 16. Comentários no bate-papo da atividade entregue pela aluna, no <i>Google Classroom</i>	56
Figura 17. Colagem das fotos feitas pelos educandos para a tarefa Fotografando a Química – parte 1.	58
Figura 18. Colagem das fotos feitas pelos educandos para a tarefa Fotografando a Química – parte 2.	60
Figura 19. Colagem das fotos feitas pelos educandos para a tarefa Fotografando a Química – parte 3.	60
Figura 20. Comentário da aluna 15 sobre o estudo de caso de Marie Curie.	63

Figura 21. Excerto de slide da palestra "A Origem da Vida".....	67
Figura B-1. Slide usado na aula sobre leis ponderais, com referência a uma música presente em vídeos das redes sociais.	80
Figura B-2. Slide usado na aula sobre tabela periódica, em referência a séries (Big Bang Theory, Dark, The 100) e o filme Super Homem.....	80
Figura B-3. Slide usado na aula sobre ligações metálicas, com fotos de obras arquitetônicas brasileiras.....	81
Figura B-4. Slide usado na aula sobre ligações covalentes, com um meme sobre gases nobres.....	81
Figura B-5. Slide usado na aula sobre ligação covalente, usando um meme para contestar obstáculo epistemológico sobre átomos e ligações em uma figura facilmente encontrada na internet.....	82
Figura B-6. Slide usado na aula sobre forças intermoleculares, com um meme do desenho Bob Esponja.....	82

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	14
1.1	OBJETIVO GERAL	16
1.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	16
2.	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	17
2.1	MEMÓRIA E APRENDIZAGEM	17
2.2	AFETIVIDADE NA EDUCAÇÃO.....	19
2.3	TAXONOMIA DE BLOOM.....	22
2.3.1.	Domínio Cognitivo	23
2.3.2.	Domínio Afetivo.....	25
3.	METODOLOGIA.....	28
3.1.	CARACTERIZAÇÃO DE PESQUISA	28
3.2.	CARACTERIZAÇÃO DA AMOSTRAGEM	28
3.3.	ESTRATÉGIAS DIDÁTICAS	30
3.3.1.	Recursos didáticos utilizados nas aulas	30
3.3.2.	Coleta de Dados: Avaliações.....	31
3.4.	ANÁLISE DE DADOS	35
4.	ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS	36
4.1.	PERFIL DA TURMA.....	36
4.2.	RECURSOS DIDÁTICOS.....	41
4.3.	AVALIAÇÕES REGULARES.....	49
4.4.	PROPOSTAS AVALIATIVAS ALTERNATIVAS	52
4.4.1.	Experimento de densidade	52
4.4.2.	Fotografando a química	57
4.5.	PRODUÇÕES ESCRITAS	62
4.5.1.	Estudos de Caso sobre Radioatividade.....	62
4.5.2.	Relatos da Semana da Química e Feira de Ciências.....	65
4.6.	POTENCIALIDADES PARA UMA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA ...	70
5.	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	73
6.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	74
	APÊNDICE A – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO	79
	APÊNDICE B - EXEMPLOS DE <i>SLIDES</i> AUTORAIS USADOS EM AULA	80

APÊNDICE C – ESTUDO DE CASO SOBRE CHERNOBYL	83
APÊNDICE D – ESTUDO DE CASO SOBRE CÉSIO-137	85
APÊNDICE E – ESTUDO DE CASO SOBRE FUKUSHIMA	87
APÊNDICE F – ESTUDO DE CASO SOBRE MARIE CURIE	89
APÊNDICE G – ESTUDO DE CASO SOBRE O PROJETO MANHATTAN.....	91
APÊNDICE H – EXEMPLOS DE QUESTÕES DE AVALIAÇÕES	94

1. INTRODUÇÃO

A química enquanto disciplina escolar ainda enfrenta muita resistência por parte dos estudantes. Em muitos contextos escolares, e talvez já no imaginário coletivo, seu ensino está estruturado em memorização de informações, fórmulas difíceis e conteúdos descontextualizados ou não considerados interessantes e importantes pelos estudantes. Além da falta de motivação, as limitações de aprendizagem relacionam-se com a dificuldade de abstração de conceitos, compreensão acerca de modelos científicos e concepções alternativas (SANTOS et al., 2013).

Como docente e amante da química, busco alinhar a prática com minha história e formação. Quando penso em minhas experiências de aprendizagem de química, surgem memórias afetivas relacionadas à beleza e admiração, a uma tentativa de compreender a natureza e seus processos, às potencialidades da química para a humanidade e o desafio intrínseco de aprender algo novo e complexo. Muitas memórias felizes de sala de aula. A aprendizagem é, inegavelmente, um processo afetivo. Essa busca por tentar compreender como a afetividade influencia na aprendizagem desta, que ainda é tão injustiçada, foi a motivação inicial para a presente pesquisa.

Desde a profunda reforma do ensino médio brasileiro na década de 1990, com a publicação da primeira Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (BRASIL, 1999) e diferentes documentos norteadores ao longo dos anos, a exemplo dos Parâmetros Nacionais Curriculares (BRASIL, 2002), passou-se a ter uma maior preocupação com o dinamismo e caráter epistemológico do ensino de química (PORTO; KRUGER, 2013). Tanto os livros didáticos quanto os currículos dos cursos de Licenciatura foram se modificando ao longo das últimas décadas para atender estas demandas. Na Universidade Federal do Rio Grande do Sul, por exemplo, o currículo mais recente, se considerada a data do presente trabalho, foi no ano de 2017, dando grande destaque ao planejamento, à formação de professores-pesquisadores e à exploração de tecnologias e diferentes temáticas no ensino de química (UFRGS, 2017).

Por sua vez, as tecnologias têm ganhado um destaque cada vez maior em nossas vidas. Prenski (2001) define os nascidos a partir da década de 1990 como *nativos digitais*, pessoas familiarizadas com tecnologias diversas, como computadores, celulares, videogames etc. Diga-se de passagem, ficam obsoletas cada vez mais rápido. Com a explosão da internet e das redes sociais, as pessoas em geral estão expostas a uma grande variedade e quantidade de informações estímulos. Da mesma forma, os espaços escolares e propostas didáticas devem se reformular

constantemente para disputar um pouco da atenção das crianças e adolescentes, dispersa em tantas frentes de estímulo. Até mesmo as relações humanas se modificaram: a distância física não é mais impedimento para a socialização e afeição (DE LIMA et al., 2016).

A partir de 2020 as tecnologias tiveram papel chave na educação e nas formas de trabalho. Nesse ano, o mundo foi assolado pela pandemia SARS-CoV-19, o coronavírus. Assim como vários outros setores, Escolas e Universidades pararam e tiveram que repensar uma forma de continuar. O que seria na expectativa uma questão de semanas, talvez meses, se estendeu para quase dois anos.

Planos de ensino e metodologias foram reformulados, enquanto plataformas de ensino online e de videochamada substituíram a sala de aula e o contato físico. Além das dificuldades inerentes da distância interpessoal, problemas de saúde psíquica e a desigualdade de acesso às tecnologias comprometeram o andamento dos anos letivos de 2020 e 2021. Câmeras desligadas, pouca interação entre professores e estudantes, apesar de esforços, e falta do senso de formação da unidade da turma, processo de socialização tão importante da etapa escolar, foram problemas recorrentes relatados por docentes e discentes.

Muitos questionamentos vinham aos professores: como cativar os alunos? Como fazer com que interajam? Como exigir a realização de tarefas e como saber que a aprendizagem aconteceu? Em meio a estes dilemas, retomo a importância da afetividade no processo ensino-aprendizagem. Afetividade para pensar diferentes formas de interação, explorar diferentes recursos didáticos e formas de avaliação. Afetividade para entender a unicidade da situação e se adaptar para ensinar e para aprender. Também, afetividade para retomar as atividades presenciais após o período remoto e a reaprender a ocupar o espaço escolar. Pensando nesses distintos contextos, surge o problema de pesquisa: **como a afetividade pode contribuir para motivar uma aprendizagem significativa de química?**

Desta forma, o presente trabalho é uma proposta de avaliação da influência da afetividade nos desdobramentos do processo de aprendizagem de química, sob a ótica entrelaçada da Taxonomia de Bloom, Teorias de Aprendizagem Significativa e da neurociência. Dois contextos foram investigados no ano de 2021: o ensino remoto, no período letivo entre março e agosto, e o período de retomada do ensino presencial, entre setembro e dezembro. Diferentes pontos da (potencial) afetividade dos estudantes foram escolhidas para análise, além do enfoque na aprendizagem significativa de conceitos de química de primeira série, além do interesse pela ciência.

1.1 OBJETIVO GERAL

Este trabalho tem por objetivo geral investigar a influência da afetividade nos processos de aprendizagem de química em diferentes modalidades de ensino (Ensino Remoto Emergencial e Ensino Presencial) em uma turma de primeira série do Ensino Médio integrado ao Curso Técnico de Química.

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Investigar a influência na aprendizagem de química por quatro pontos explorados em aulas, atividades e avaliações no contexto definido:
 - Humor, socialização e dinamismo (uso de memes, diferentes recursos didáticos, exploração de curiosidades e temas que surgem na aula, dramatização relacionada ao conteúdo, competição);
 - Empatia (uso de personagens ao longo do ano nas aulas e avaliações);
 - Admiração pela beleza (experimentação, estética e arte);
 - Temas que despertam a curiosidade e o mistério (radioatividade, astronomia, química quântica, história da ciência, pesquisa científica);
- Avaliar os resultados obtidos nas diferentes propostas avaliativas através dos domínios cognitivo e afetivo da taxonomia de Bloom, comparando o período de ensino remoto (março – agosto) com o período de ensino presencial (setembro – dezembro);
- Traçar, por fim, um paralelo entre afetividade, neurociência e aprendizagem significativa, com base nas evidências deste trabalho.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A química é uma ciência exata que, enquanto disciplina escolar, enfrenta muita rejeição por parte dos estudantes, conforme descrito em diferentes relatos na literatura. As razões para a falta de motivação no estudo da química escolar incluem falta de contextualização, memorização de fórmulas e regras, diretamente vinculados ao preparo para vestibular, aulas consideradas monótonas, dificuldade para abstração, pré-conceitos, dentre outros (DA COSTA; DE ALMEIDA; DOS SANTOS 2016).

Nota-se a importância da afetividade na motivação e interesse no processo ensino-aprendizagem de química. Portanto, serão abordados neste capítulo alguns conceitos fundamentais que alicerçam este projeto, tais como a relação entre memórias e aprendizagem, a afetividade na educação e a taxonomia de Bloom como ferramenta de planejamento e avaliação.

2.1 MEMÓRIA E APRENDIZAGEM

Existem diferentes teorias psicológicas sobre a aprendizagem, que partem do ponto de que processos de aprendizagem têm relação direta com o desenvolvimento humano (DEL RÍO, 1996). Por sua vez, a definição de aprendizagem, variável na literatura, pode ser entendida como

[...] um processo que ocorre quando uma pessoa, em virtude de determinadas experiências, que incluem necessariamente inter-relações com o contexto, produz respostas novas, modifica as existentes, ou quando respostas que se encontram presentes existentes no repertório do indivíduo são emitidas em relação a aspectos novos do contexto (DOS SANTOS et al., 2016).

Apesar de muito defendido que os processos de ensino-aprendizagem transcorram de forma significativa, não mecanizados, isto é, baseados em memorização, seria errôneo dizer que a aprendizagem não é um processo neurológico diretamente relacionado com a memória.

Do ponto de vista neurobiológico, o aprendizado ocorre no sistema nervoso central (SNC), que engloba o cérebro, o cerebelo e a medula. Em um primeiro momento, quando uma informação já conhecida é recebida pelo SNC, esta gera uma lembrança (memória). Porém, se a informação processada é nova, se produz uma mudança na estrutura e/ou função do SNC (RIESGO, 2007).

De acordo com Guerra (2011), a capacidade do sistema neural realizar modificações adaptativas e evolutivas chama-se neuroplasticidade, que pode ser entendida também como a capacidade de “fazer e desfazer conexões entre neurônios”. Aprendemos o que é relevante para a sobrevivência e o bem-estar no contexto em que nos inserimos, e esquecemos o que não é relevante para o viver. Em um contexto escolar, obter notas suficientes para passar de ano pode ser visto como uma questão de sobrevivência, e o cérebro pode desenvolver estratégias para resolver uma determinada prova, não necessariamente provendo novas habilidades ao indivíduo.

Portanto, existem diferentes tipos e subtipos interdependentes de memória, que são operadas em diferentes regiões do cérebro (CAMPO-CABAL, 2012). As memórias podem ser classificadas de acordo com o tempo de retenção (ultrarrápida, curta duração ou longa duração) e de acordo com o conteúdo: memória declarativa, memória não declarativa ou implícita e memória de trabalho. A memória declarativa, formada principalmente no hipocampo, é responsável pelo aprendizado e o que normalmente entendemos por memória (de longo prazo).

Já a memória de trabalho, em analogia à memória RAM de um computador, é necessária para a aquisição, codificação e armazenamento de qualquer informação ou habilidade (IZQUIERDO, 2013). Permite a retenção e manipulação temporária de informações para que compreendamos fatos, raciocinemos e resolvamos problemas e para o planejamento comportamental. Ela interage com a memória declarativa, podendo conectar as novas informações com o conhecimento armazenado pela memória de longo prazo. A compreensão de novos conceitos e a abstração dependem da memória de trabalho, que tem capacidade limitada (LENT, 2010; IZQUIERDO, 2013).

No exemplo do estudante, lembrar de informações para resolver uma prova específica se relaciona a uma memória de curto prazo. Passar de ano faz parte, afinal, da sobrevivência no meio, mas uma aprendizagem de longo prazo de certos conteúdos, não necessariamente (GUERRA, 2011). O clássico exemplo de estudar para uma prova, memorizar um conteúdo – muitas vezes compreendendo-o - e, após atingido o objetivo, esquecê-lo. Neste caso, que chamamos corriqueiramente de aprendizagem mecânica, há pouca integração entre a memória de trabalho e a memória declarativa e, como consequência, o SNC não sofre modificações em sua estrutura. Logo, o cérebro não retém essas novas informações a longo prazo, tampouco utilizando-as na resolução de problemas futuros (NOVAK, CAÑAS, 2010).

Dentre muitos fatores que influenciam no processo de aprendizagem, destacam-se as emoções. O sistema límbico analisa as informações, decidindo se um estímulo deve ser mantido

ou descartado, sendo essa escolha dependente da intensidade de impressão deixada por essa informação. A nova experiência é comparada com anteriores, e quando estabelecida uma ligação entre a informação nova e as pré-existentes na memória, substâncias neurotransmissoras são liberadas, a exemplo da acetilcolina e da dopamina, gerando satisfação e aumentando a concentração (CARVALHO, 2011). Ou seja, quanto mais interessante e importante for uma nova informação, mais provável sua retenção e evocação (DOS SANTOS et al., 2016).

Saavedra (2002) aponta que as emoções direcionam a atenção. Colocar estudantes em contato com projetos e ideias que despertem emoções positivas é fundamental em uma relação de ensino-aprendizagem efetiva. Celebrações, contar histórias, estimular a curiosidade, promover alguma competição, instigar o mistério e o drama e utilizar a arte são exemplos de táticas para despertar emoções positivas. Explorar a afetividade no processo de ensino-aprendizagem, portanto, mostra-se de grande importância para fortalecer a memória declarativa, ou seja, com afeto aprendemos mais e melhor.

2.2 AFETIVIDADE NA EDUCAÇÃO

A afetividade refere-se a como o ser humano é afetado pelo mundo externo e interno por meio de sensações, sejam elas agradáveis ou desagradáveis. Permeia os mais variados aspectos da vida humana, e por muitos pesquisadores foi notada sua importância no processo de ensino-aprendizagem (MAHONEY; ALMEIDA, 2007). Para Paula (2018), "a afetividade não é sinônimo de excesso de amor e carinho, se trata muito mais de um incentivo por meio do apoio, do contato e da motivação do educador com seus educandos".

Jean Piaget e Lev Vygostky já atribuíam importância à afetividade na evolução intelectual, mas foi Henri Wallon o pensador que se aprofundou mais especificamente neste tópico (SALLA, 2011). A base de sua teoria é a integração afetiva-cognitiva-motora, reconceituando o papel da afetividade na psique e como interfere no processo ensino-aprendizagem. Outro ponto interessante é acerca da particularidade de cada indivíduo, apontado por Mahoney e Almeida (2007):

por ter Wallon se apoiado no materialismo dialético, falava sempre de um indivíduo concreto, situado, inserido em seu meio cultural; levava-nos, portanto, a compreender de uma forma mais ampla o aluno x, numa escola y, numa comunidade z, que oferecia determinadas condições de existência, criando características específicas a ser conhecidas pelo professor para dar um direcionamento ao seu processo ensino-aprendizagem, tornando-o mais produtivo.

Para Wallon, a afetividade pode ser expressa de três formas: emoção, sentimento e paixão. A emoção é a primeira expressão de afetividade, de origem orgânica. O sentimento tem caráter cognitivo e surge quando a pessoa já consegue falar sobre o que lhe afeta (alegria, angústia etc.). Já a paixão relaciona-se com o autocontrole em função de um objetivo, como controlar o medo ou a ansiedade em determinada situação (SALLA, 2011).

Por ser mais visível, Wallon destaca a emoção em sua obra como potencial indicador para análise de estratégias em sala de aula. De acordo com a Professora Laurinda Ramalho de Almeida, da PUC-SP, "Se o professor consegue entender o que ocorre quando o aluno está cansado ou desmotivado, por exemplo, é capaz de usar a informação a favor do conhecimento, controlando a situação".

Tassoni e Leite (2013), apoiando-se nas ideias de Wallon, avaliaram a fala de 51 alunos da escola básica. Os autores identificaram oito aspectos que revelaram a influência da afetividade em processos ensino-aprendizagem: as formas que professor ajuda os alunos; as formas de falar com os alunos; as atividades propostas; as aprendizagens que vão além dos conteúdos; as formas de corrigir e avaliar; a repercussão na relação aluno-objeto de conhecimento; a relação do professor com o objeto de conhecimento; os sentimentos e percepções do aluno em relação ao professor. O diagnóstico provido pelos autores corrobora com a percepção da importância do ambiente e das relações na educação.

Na década de 1960, David Ausubel (1918-2008) desenvolveu a Teoria da Aprendizagem significativa, que é uma teoria cognitiva. Como explica Moreira (2006), a aprendizagem significativa é

um processo pelo qual uma nova informação se relaciona, de maneira substantiva (não literal) e não arbitrária, a um aspecto relevante da estrutura cognitiva do indivíduo. Neste processo a nova informação interage com uma estrutura de conhecimento específico, a qual Ausubel chama de "conceito subsunçor" ou simplesmente "subsunçor", existente na estrutura cognitiva de quem aprende.

Os subsunçores, ou ideias-âncora, permitem dar significado a novos conhecimentos através de uma interação cognitiva em um processo iterativo. Assim, se modificam e se tornam subsunçores mais complexos (MOREIRA, 2012). Além disso, a intencionalidade, ou vontade de aprender, é condição necessária para uma aprendizagem significativa. Presume-se o aprendiz como sujeito ativo em seu processo de aprendizagem, sendo a motivação, o entusiasmo, a curiosidade e envolvimento considerados emoções positivas essenciais à aprendizagem significativa. (MOREIRA, 2006; TAVARES, 2008). Neste processo, o significado lógico do aprendizado converte-se em significado psicológico ao indivíduo.

As formas de aprendizagem significativa são a representacional, que envolve o aprendizado de símbolos, a conceitual, em que o indivíduo faz abstrações, e a proposicional, onde há aprendizado do significado de ideias expressas em proposições ou sentenças (AUSUBEL, 1968; MOREIRA, 2006). Ausubel também faz a distinção entre aprendizagem significativa e aprendizagem mecânica. Uma aprendizagem significativa implica na capacidade de interpretar, incorporar e relacionar novas informações com o conhecimento já existente em sua estrutura cognitiva, para que o indivíduo consiga aplicar as novas informações na resolução de diferentes problemas (DOS SANTOS et al., 2016).

Em seu ensaio relacionando aprendizagem significativa e as emoções, Dos Santos (2007) aponta, conforme as teorias de Novak e Ausubel sobre aprendizagem significativa, que os processos de produção de conhecimento intercambiam e negociam significados. O processo de ensino-aprendizagem "é uma construção humana que coloca em jogo pensamentos, ações, sentimentos e, nesse sentido, é uma construção que se produz em dadas condições e em um determinado contexto".

Para uma aprendizagem significativa, é condicional a existência de uma predisposição a aprender, sendo este processo acompanhado de uma experiência afetiva. "A hipótese de Novak é que a experiência afetiva é positiva e intelectualmente construtiva quando o aprendiz tem ganhos em compreensão; reciprocamente, a sensação afetiva é negativa e gera sentimentos de inadequação quando o aprendiz não sente que está aprendendo" (MOREIRA, 2000, p.42). A afetividade é imprescindível na significação das relações entre docente e estudantes, e na estreita relação entre a predisposição para aprender e a aprendizagem significativa. Ainda, cabe mencionar que nessa teoria o esquecimento é continuação natural da aprendizagem significativa, mas há um resíduo, ou seja, o subsunçor modificado. Os novos conhecimentos acabam sendo obliterados. Mas de forma neurobiológica permanecem no subsunçor, podendo ser reativados através de conexões afetivas e isso facilita a reaprendizagem.

Na década de 1970, Carl Rogers relacionou a afetividade das relações interpessoais com as relações de sala de aula. Propunha o professor como educador-facilitador, alguém realmente presente para os estudantes, e cujas atitudes facilitadoras no processo ensino-aprendizagem incluem autenticidade, empatia, não padronização e respeito às diferenças. O educador-facilitador deve incentivar o aluno a ser agente ativo de sua aprendizagem, e para tanto o educador deve também partilhar seus interesses, percepções e desejo de ensinar (MAHONEY; ALMEIDA, 2007; DE LIMA; BARBOSA; PEIXOTO, 2018).

Para Rogers, uma pessoa educada é aquela que sabe como aprender, se adaptar e mudar, e compreende que o conhecimento está em estado contínuo de fluxo. Um crescimento genuíno só é possível quando os estudantes podem escolher seus próprios objetivos e ficam responsáveis por alcançá-los (MARTIN; BRIGGS, 1986).

Em *Pedagogia da Autonomia*, Paulo Freire (1996) aponta que a formação docente verdadeira e crítica, que promova a curiosidade ingênua a uma curiosidade epistemológica, exige, necessariamente, o "reconhecimento do valor das emoções, da sensibilidade, da afetividade, da intuição", sem, é claro, interferir no cumprimento ético da profissão. Freire acrescenta que, somada à alegria e à afetividade, é imprescindível aos professores a formação científica séria e a clareza política, para um exercício crítico e esperançoso da docência.

2.3 TAXONOMIA DE BLOOM

Quando falamos em objetivos educacionais, devemos questionar o que almejamos que os estudantes sejam capazes de realizar a partir da participação de uma proposta didática. Decidir e definir os objetivos de aprendizagem significa estruturar conscientemente o processo educacional, entre conteúdo, procedimentos, atividades, recursos, estratégias, formas de avaliação e metodologia (FERRAZ; BERLHOT, 2010). Para auxiliar a definir métricas de objetivos educacionais, foram desenvolvidas diferentes taxonomias com essa finalidade, e a mais famosa é a Taxonomia de Bloom.

Nos anos 1950s a Associação Norte-Americana de Psicologia (*American Psychological Association*), partindo do princípio de se utilizar a classificação como forma de estruturar e organizar um processo, solicitou a alguns de seus membros que se organizassem para discutir, definir e criar uma taxonomia de objetivos de processos educacionais. Liderado por Benjamin Bloom, o grupo identificou três domínios diferentes do desenvolvimento humano (FERRAZ; BERLHOT, 2010). O primeiro domínio é o cognitivo, que inclui os objetivos relacionadas ao reconhecimento de conhecimento e desenvolvimento de habilidades intelectuais. O segundo domínio é o afetivo, que inclui objetivos relacionados ao interesse, atitudes e valores. Por fim, o terceiro domínio é o psicomotor, que abrange habilidades motoras e manipulativas. (BLOOM et al., 1956).

Os domínios são ordenados em uma hierarquia cumulativa, partindo de pensamentos de ordem inferior para pensamentos de ordem superior (gradiente de complexidade dos processos mentais). Os processos caracterizados pela taxonomia devem representar objetivos de aprendizagem: cada categoria representa o que o indivíduo aprende, não o que ele já sabe. São

processos cumulativos e uma categoria cognitiva depende da anterior, que, por sua vez, dá suporte à seguinte (TAROUCO, s.d.).

A Taxonomia de Bloom pode auxiliar os professores a pensar continuamente sua prática docente, desde o planejamento até o diagnóstico, propostas didáticas e avaliação. Os domínios coexistem no processo ensino-aprendizagem, e o presente trabalho dará enfoque ao domínio afetivo e como ele se relaciona com o domínio cognitivo na aprendizagem de química no contexto estudado.

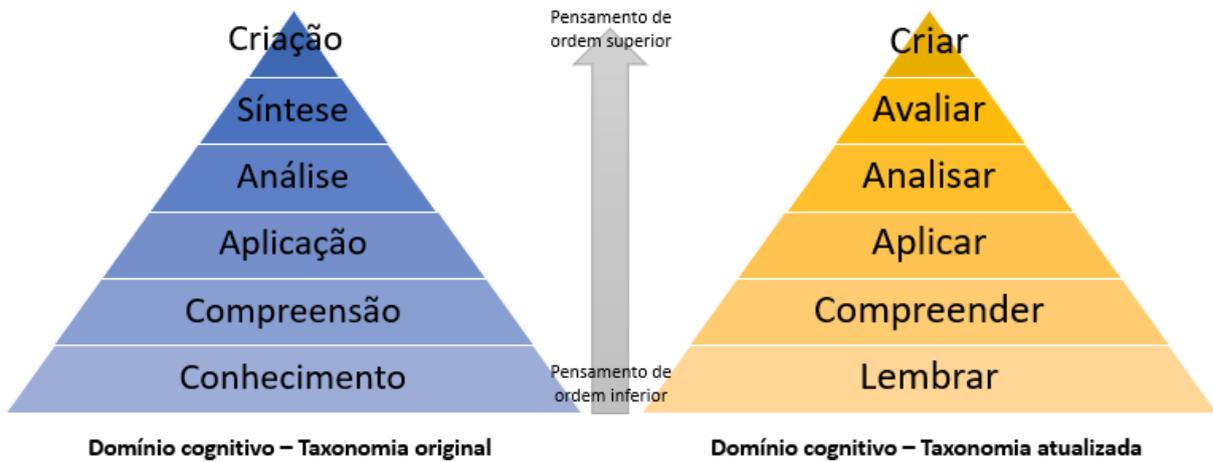
2.3.1. Domínio Cognitivo

O domínio cognitivo foi o mais amplamente estudado, formando a base do primeiro estudo de Bloom e seus colaboradores (1956). O segundo estudo por Krathwohl, Bloom e Masia (1964) estendeu o estudo para o domínio afetivo, sem alterar o domínio cognitivo. O domínio psicomotor não foi muito aprofundado pelo grupo, mas segue sendo um domínio distinto e relevante em certas áreas da educação (LYNCH et al., 2009).

O domínio cognitivo possui seis níveis ou subdomínios, que na taxonomia original de 1956 são o conhecimento, a compreensão, aplicação, análise, síntese e avaliação. As duas subdivisões do domínio cognitivo são o domínio cognitivo inferior (conhecimento e compreensão) e o domínio cognitivo superior (aplicação, análise, síntese e avaliação). Ainda, os últimos três níveis (análise, síntese e avaliação) são considerados habilidades de pensamento crítico (GOCUS, 2012).

A Taxonomia de Bloom no domínio cognitivo foi revisada algumas vezes, tendo como primeira mudança o uso de verbos no lugar de substantivos para cada categoria e adição de novas categorias. A criatividade foi considerada superior à avaliação e ainda existem subcategorias para avaliar se o objetivo foi atendido (KRATHWOHL, 2002). A Figura 1 ilustra o domínio cognitivo da taxonomia original e a sua versão atualizada, com suas categorias:

Figura 1. Objetivos do domínio cognitivo, de acordo com a Taxonomia de Bloom original e a Taxonomia atualizada.



Fonte: autora, baseada em Bloom et al. (1956) e Krathwohl (2002).

De acordo com Kathwohl (2002), as categorias atualizadas do Domínio Cognitivo, bem como sua descrição, são descritas a seguir, no Quadro 1.

Quadro 1. Domínio Cognitivo da Taxonomia de Bloom atualizada.

Categoria	Palavras-chave (verbos)
<i>Lembrar:</i> recordar informações previamente apresentadas.	Definir, descrever, identificar, saber, rotular, listar, nomear, reconhecer, reproduzir.
<i>Compreender:</i> compreender o significado, traduzir, interpolar e interpretar informações e problemas. Formular um problema com suas próprias palavras.	Compreender, converter, defender, distinguir, estimar, explicar, estender, generalizar, dar um exemplo, inferir, interpretar, parafrasear, predizer, reescrever, sumarizar, traduzir.
<i>Aplicar:</i> utilizar um conceito em nova situação. Aplicar o que foi aprendido em aula em novas situações de trabalho/estudo.	Aplicar, modificar, computar, construir, demonstrar, descobrir, manipular, modificar, operar, predizer, preparar, produzir, relatar, mostrar, resolver, usar.
<i>Analisar:</i> Fracionar conceitos ou objetos de estudo complexos em partes mais simples, para uma maior compreensão. Capacidade de distinguir, comparar e inferir.	Analisar, resolver, comparar, contrastar, diagramar, desconstruir, diferenciar, discriminar, distinguir, identificar, ilustrar, inferir, destacar, relatar, sumarizar.
<i>Avaliar:</i> efetuar julgamento sobre o valor de ideias ou materiais.	Avaliar, comparar, concluir, contrastar, criticar, defender, descrever, discriminar, avaliar, explicar, interpretar, justificar, relatar, sumarizar.
<i>Criar:</i> Criar estruturas ou padrões a partir de diferentes elementos. Juntar conceitos para formar uma estrutura completa, com ênfase na criação de significado ou estrutura.	Criar, categorizar, compilar, compor, inventar, desenhar, explicar, gerar, modificar, organizar, planejar, rearranjar, reconstruir, relatar, reorganizar, revisar, reescrever, sumarizar, contar, escrever.

Fonte: adaptado de Krathwohl (2002).

2.3.2. Domínio Afetivo

O domínio afetivo é um conceito que pode englobar diferentes aspectos do processo ensino-aprendizagem. A primeira dimensão é a forma como o docente se relaciona com os estudantes na construção de um relacionamento; também, como um processo ensino-aprendizagem afetivo pode atrair os estudantes em uma forma deliberativa de engajamento frente a problemas ou injustiças; por último, como os estudantes entendem e desenvolvem suas próprias motivações, atitudes, valores e sentimentos em termos do seu comportamento como indivíduo no mundo (BIERBECK; ANDRE, 2009).

As características de ensino-aprendizagem no domínio afetivo foram estabelecidas por Kathwohl, Bloom e Masia (1973). Os autores relacionaram o domínio afetivo dos estudantes com suas crenças, atitudes, valores, emoções e aceitação ou rejeição. Bohlin (1998) detalhou mais esse domínio: inclui ansiedade, excitação, atitude, atribuições, crenças e opiniões, confiança, expectativa de sucesso, interesses, nível motivacional, motivos, relevância percebida, satisfação e autoeficácia.

De acordo com Bloom, Kraftwohl e Masia (1973), uma das principais finalidades do domínio afetivo, se visto como meio para os fins cognitivos, é o desenvolvimento do interesse ou motivação, críticos para a aprendizagem. Além disso, em relação à memória e à aprendizagem, os estudantes têm maior probabilidade de aprender e recordar conceitos e informações que sentimentos positivos. Além disso, construir um conjunto de atitudes para que a aprendizagem e o valor da aprendizagem sejam componentes da meta afetiva é "um meio para a facilitação da aprendizagem cognitiva".

A Figura 2 mostra de forma simplificada os subdomínios do domínio afetivo, que são descritos com mais detalhes no Quadro 2.

Cabe ressaltar que são escassas na literatura integrações entre os domínios cognitivo e afetivo na área de ensino de química. Isoladamente, a quantidade de trabalhos sobre o domínio cognitivo é muito maior do que os trabalhos que abordam o domínio afetivo na aprendizagem, além de haver trabalhos mais recentes.

Martin e Briggs (1986) apontam que essa integração é pouco estudada pois os comportamentos afetivos são mais difíceis de conceituar e avaliar. Por causa disso, mais esforço e tempo têm sido dispendidos em pensar a respeito, estudar, avaliar e ensinar os aspectos cognitivos de comportamento. Estes, por sua vez, são mais simples de especificar, operacionalizar e medir, em comparação aos comportamentos afetivos. Nota-se, portanto, a importância de resgatar o domínio afetivo nas pesquisas em educação para uma melhor compreensão do complexo processo de ensino-aprendizagem e todos os aspectos que o tangem.

3. METODOLOGIA

3.1. CARACTERIZAÇÃO DE PESQUISA

Este relato de experiência pode ser caracterizado como estudo de caso descritivo, de natureza aplicada e qualitativa. Seus objetivos envolvem um estudo aprofundado de um contexto específico: uma turma de primeira série de ensino técnico integrado ao ensino médio, ao longo de um ano letivo majoritariamente regido na modalidade de ensino remoto, parcialmente híbrido e parcialmente presencial. O estudo de caso possui metodologia classificada como aplicada, pois se busca a aplicação prática dos conhecimentos obtidos para a resolução de um problema social (PRODANOV; DE FREITAS, 2013).

3.2. CARACTERIZAÇÃO DA AMOSTRAGEM

Escolheu-se trabalhar com uma turma vespertina do Curso Técnico de Química de uma escola técnica localizada na Região Metropolitana de Porto Alegre. A escola tem aproximadamente três mil alunos matriculados, advindos de mais de 50 municípios do Rio Grande do Sul, e disponibiliza duas modalidades de ensino: nos turnos da manhã e tarde, cursos técnicos integrados ao ensino médio, com duração de quatro anos (seriação anual), e, no turno da noite, cursos técnicos posteriores ao ensino médio, com duração de dois a três anos.

O Curso Técnico de Química tem como objetivo desenvolver em seus alunos as competências profissionais e pessoais necessárias para que estejam aptos à operação, monitoramento e controle analítico de processos industriais, à prestação de serviços de assistência técnica nas áreas industrial e comercial, ao controle de qualidade de insumos e produtos e ao desenvolvimento de projetos de pesquisa em diferentes tecnologias de produção, com base nos princípios de gestão e preservação ambiental.

Na grade curricular da primeira série do curso técnico de química integrado ao ensino médio consta a disciplina de Química Geral. Diferentemente do ensino médio regular e dos outros cursos da escola, a disciplina conta com quatro créditos, ao invés de dois, permitindo a abordagem dos conteúdos de química destinados à primeira série de forma mais aprofundada, para que os estudantes tenham uma base sólida para os anos posteriores. Os conteúdos abordados passam por grandezas físicas e propriedades da matéria, modelos atômicos e de

ligação química, tabela periódica, geometria molecular, polaridade, forças intermoleculares e compostos inorgânicos.

A turma estudada, assim como as demais turmas da escola, apresentava grande heterogeneidade em relação à origem (município de residência e escola do ensino fundamental) e idade (13 a 18 anos); por consequência, os estudantes possuíam diferentes capitais culturais e sociais e níveis de conhecimentos prévios em ciências, matemática e linguagens. Além disso, o ano de 2021 foi marcado por ser o segundo ano consecutivo de enfrentamento à pandemia de coronavírus, e, por consequência, também de ensino remoto. Inicialmente, a turma possuía 32 estudantes, número que reduziu para 30 na metade do ano.

O ano escolar de 2020 foi considerado caótico e por vezes traumático por professores e estudantes, por não se saber a duração do afastamento da escola, houve adiamento de férias e um longo período sem aulas, com retomada tardia e online. Muitos conteúdos não foram abordados, além da grande desigualdade social e precariedade de recursos digitais por muitas famílias. Desta forma, a já heterogênea turma apresentava fortes diferenças de níveis de conhecimentos prévios, acentuadas pela situação do ano anterior.

No ano letivo de 2021, as atividades (aulas e avaliações) foram realizadas totalmente de forma online entre março e agosto por plataforma *Google Meet*, utilizando como apoio a plataforma *Google Classroom* para disponibilização de materiais e tarefas. A partir de meados de agosto em diante, com uma melhora da situação da pandemia no Brasil, as atividades se tornaram híbridas, com metade da turma de forma presencial na escola, e metade online, no *Google Meet*. Somente em dezembro foi liberado às turmas o retorno integralmente presencial, porém de forma facultativa.

Com intuito de conhecer os estudantes e os meios de participação em aula, foi realizado um questionário em *Google Forms* sobre o tipo de equipamento para acesso à aula, tipo de internet, mídias sociais que o estudante utiliza e preferência por uso de meios digitais durante as aulas. Os resultados serão apresentados no item 4.1. A amostragem da pesquisa levou em conta a participação voluntária dos estudantes, mediante preenchimento do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (APÊNDICE A), e os estudantes foram numerados de 1 a 30 para identificação.

3.3. ESTRATÉGIAS DIDÁTICAS

De modo a tentar uma integração maior da turma, no início do ano foi colocado um fórum de apresentação no *Classroom*, onde os estudantes que se sentissem confortáveis pudessem se apresentar, falar de hobbies e expectativas na nova escola. Além disso, na primeira aula, foi construída uma nuvem de palavras ao vivo com a plataforma *Mentimeter*, para que os estudantes respondessem o que pensavam quando se falava em química, conectando à expectativa que teriam do curso. Os resultados podem ser conferidos no item 4.1.

3.3.1. Recursos didáticos utilizados nas aulas

Com o prognóstico de um ano letivo remoto, os materiais didáticos foram produzidos ao longo do ano e, dado o caráter online, *slides* de *PowerPoint* e *Canva* foram produzidos com apelo visual (cuidado com design, cores etc.), além do uso auxiliar de mesa digitalizadora, vídeos da plataforma *Youtube* (canais como Manual do Mundo e *Nile Red* foram bastante utilizados), tabela periódica interativa (ptable.com), simuladores *Phet* e CK-12 e *Nearpod*. Os recursos didáticos, embora limitados, foram variados ao máximo para tentar aumentar a interatividade nas aulas.

Exposto o desafio de despertar o interesse e a participação em aula remota, além de garantir, dentro das limitações, que o processo ensino-aprendizagem atingisse seus objetivos, as aulas e avaliações foram projetadas considerando as preferências de temas da turma, incluindo:

- Uso de memes (imagens com conteúdo humorístico)
- Referências à cultura popular
- Uso de imagens e vídeos com apelo visual (admiração da beleza da natureza, arte, reações químicas etc.)

Naturalmente, notou-se a importância da afetividade como elo inicial e contínuo entre os estudantes da turma, entre a turma e a professora, e, é claro, entre a turma e a química. No Apêndice B encontram-se alguns exemplos de *slides* utilizados em aula, com o intuito de despertar o interesse de forma afetiva.

Após o retorno presencial, outros recursos puderam ser incorporados às aulas, como a experimentação e propostas interativas em sala de aula, a exemplo:

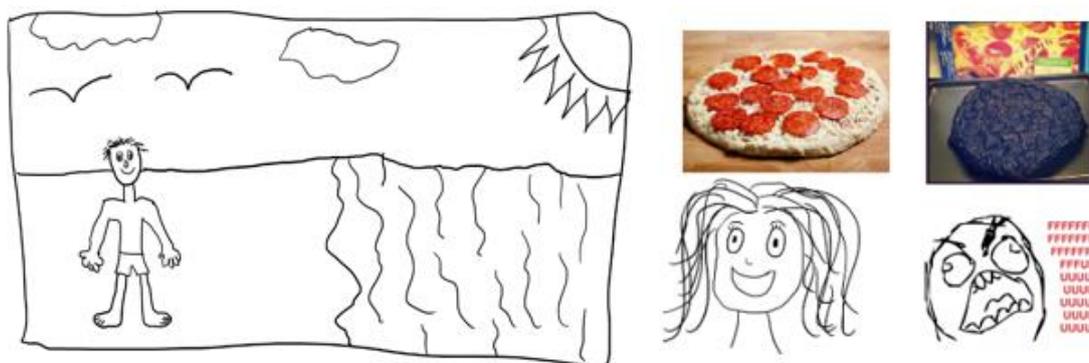
- Montagem de moléculas com marshmallows: no estudo de geometria molecular, foram levados para a sala de aula marshmallows pequenos e palitos de dente para que os estudantes montassem a estrutura de moléculas, sendo os marshmallows os átomos e os palitos as ligações.
- Experimentos sobre polaridade: alguns experimentos demonstrativos foram realizados em sala de aula, como a interação do isopor com água e com acetona e o uso da casca de laranja para estourar balões de látex.
- *Bolão* da tensão superficial: essa atividade foi realizada com o objetivo de abordar as forças intermoleculares e a tensão superficial, de forma interativa e dramática com os estudantes. A proposta foi o experimento dos cliques no copo d'água cheio, questionando os estudantes sobre quantos cliques achavam que caberiam no copo cheio até a borda, até que transbordasse. Um aluno foi convidado a ser o mediador e foi proposto um “bolão” de apostas que seriam colocadas no quadro. O prêmio a quem acertasse era um doce. Caso ninguém da rodada acertasse, uma nova rodada de apostas seguiria, e assim por diante, até que o copo transbordasse. Ao final da aula, os alunos foram questionados sobre o fenômeno da tensão superficial em relação às forças intermoleculares da água, promovendo a discussão em grupo.

3.3.2. Coleta de Dados: Avaliações

Os dados coletados para o presente trabalho se referem a avaliações e trabalhos entregues no *Google Classroom* da turma, específico para a disciplina de Química Geral, ao longo do ano de 2021. As situações foram escolhidas tanto pela sua importância como pela disponibilidade relativamente grande de relatos e documentos (avaliações online, produções escritas e artísticas, comentários em avaliações, relatos etc.).

Além disso, foram criados pelos professores da disciplina dois personagens desenhados na mesa digitalizadora, *Manequinha* e *Mambinha*. Ambos tinham narrativas próprias que se conectavam de alguma forma com as vivências dos estudantes. Os personagens (Figura 3) apareciam tanto em materiais de aula quanto listas de exercício e avaliações, de modo que os alunos se familiarizassem e se divertissem com eles.

Figura 3. Desenhos dos personagens Manequinha (esquerda) e Mambinha (direita) em listas de exercício e avaliações.



Fonte: a autora

Em geral, as avaliações mais tradicionais, no estilo prova, com tempo limitado de resolução, eram divididas entre uma parte objetiva (formulário) e uma parte dissertativa (arquivo de texto) de modo que fosse possível avaliar com mais qualidade a compreensão dos alunos sobre os conteúdos. Sempre que possível, eram acrescentados às avaliações comentários de feedback com incentivo, tanto aos que tivessem alcançado os objetivos de avaliação como a quem ainda estivesse com dificuldades.

Atividades avaliativas diferentes de prova e com prazo maior foram oferecidas de modo a estimular diferentes aptidões nos estudantes e possibilitar um trabalho feito sem pressão, no tempo do estudante. As atividades exploradas na presente pesquisa são descritas a seguir.

- a) **Experimento “o ovo flutuante” e a “torre de densidade” (online):** essa atividade foi proposta com o objetivo de que os alunos, mesmo longe da escola, tivessem contato com a experimentação - visto que já pertenciam ao Curso Técnico de Química e ainda não conheciam os laboratórios - e o uso de recursos audiovisuais, para que consolidassem a aprendizagem do conceito de densidade. O experimento do ovo flutuante consiste em comparar o comportamento de um ovo fresco colocado em um copo somente com água e em um copo com água e sal, para que relacionassem com o conceito de densidade. Os estudantes não precisavam aparecer no vídeo, e a explicação poderia ser tanto por áudio ou texto. Como desafio bônus, foi solicitado aos alunos que tentassem calcular a densidade da solução salina resultante.

Uma atividade alternativa foi proposta àqueles que, por falta de recursos, ou mesmo falta de motivação, fizessem um relatório assistindo um vídeo do canal no

Youtube Manual do Mundo (2015), sobre a construção de uma torre de gelatinas com densidades diferentes.

- b) **Estudo de caso sobre radioatividade (online)**: essa atividade foi proposta com o objetivo que os alunos estudassem algum contexto histórico sobre radioatividade, incluindo conceitos como isótopos e radiação, e fizessem uma análise crítica sobre o contexto social e ambiental, quando aplicável, na forma de produção textual. Foram oferecidas 5 propostas autorais de estudo de caso para que os estudantes escolhessem a que mais lhes interessava:
- Acidente de Chernobyl (Apêndice C)
 - Acidente com Césio-137 em Goiânia (Apêndice D)
 - Acidente de Fukushima (Apêndice E)
 - Marie Curie e a descoberta da Radioatividade (Apêndice F)
 - Projeto Manhattan, Linus Pauling e a Vitamina C (Apêndice G)
- c) **Fotografando a Química (presencial)**: esta foi a última atividade realizada no ano (dezembro), de tema livre, e teve como objetivo um fechamento do ano para aplicação dos conceitos aprendidos ao longo do ano. Foi proposto aos alunos que tirassem uma fotografia, ou fizessem uma composição de fotos, e redigissem um pequeno ensaio sobre a química que enxergavam na foto.

3.3.3. EVENTOS ESPECIAIS NA ESCOLA

- a) **Semana da Química**: todo ano, nas proximidades ao Dia do Químico (17 de junho) o Curso Técnico de Química realiza a Semana da Química, com palestras e eventos relacionados à área, além de convidar egressos do Curso Técnico de Química para falar sobre suas trajetórias, dentro ou fora da química. Na edição de 2021, ocorreram as palestras intituladas: Cosmetologia orgânica; A Ciência a serviço da saúde; Manual de Boas Práticas e APPCC; Uma Conversa sobre vivência profissional e acadêmica na França; Pontos Críticos de Controle em Segurança do Trabalho na Indústria Química; Inovação, marcas, patentes e segredo industrial; Roda de Conversa com Empreendedores; Curso Possibilidades de Pesquisa com o uso do Arduino; TED Talks Astronomia.

b) TED Talks Astronomia: Durante a Semana da Química, um evento particularmente destinado às 1^{as} séries, mas aberto a todos os estudantes e servidores do Curso de Química, foram os “TED Talks Astronomia”. A ideia surgiu durante as aulas sobre modelos atômicos, quando percebi o grande interesse de muitos estudantes sobre a astronomia e a cosmologia, seja a composição das estrelas, a relação com os elementos químicos, a origem do universo etc. Lembrando de um “USP Talks” com o Professor João Steiner, intitulado “A Origem da Vida e do Universo”, propus a um colega professor de química e dois colegas professores de física que criássemos “TED Talks” na Semana da Química, envolvendo astronomia e química. Elaboramos 4 minipalestras sobre o tema:

- Saindo da caverna: o que é o Universo?
- Evolução Estelar: de protoestrelas a buracos negros
- A origem do Planeta Terra
- A origem da vida: de onde viemos?

Todos os eventos contaram como, no mínimo, 170 pessoas, dentre alunos e professores, com grande interação no chat e nas perguntas. Ao final da Semana da Química, os alunos fizeram um relato escrito sobre o que mais gostaram e por quê.

c) Relato após Feira de Ciências Internacional: todos os anos, entre o fim de outubro e o início de novembro, a escola organiza uma Mostra Internacional de Ciência e Tecnologia, que conta com jovens pesquisadores de diversos estados brasileiros e países. No ano de 2021, o evento ocorreu de forma virtual, e os estudantes foram convidados a participar como ouvintes. Ao final, foi solicitado um relato de dois trabalhos e de uma palestra que mais tivessem gostado, explicando com suas palavras. Ao final do relato, deveriam responder à pergunta: *“No segundo ano, você terá uma disciplina chamada Projetos de Pesquisa, na qual você elaborará uma pesquisa em tema livre de sua escolha. Se tivesse que escolher agora, qual seria seu tema de pesquisa? Que pergunta gostaria de responder? O que lhe interessa? (tema livre, de ciências exatas ou humanas)”*.

3.4. ANÁLISE DE DADOS

Algumas atividades e situações foram escolhidas para aprofundamento em relação aos objetivos, sob a ótica das teorias de Wallon, Ausubel e a neurociência. A taxonomia de Bloom (domínios afetivo e cognitivo) (BLOOM et al., 1956; KRAFTWOHL; BLOOM, MASIA, 1964; BOHLIN, 1998).

Esse aprofundamento foi pautado na metodologia de análise denominada Síntese Textual Narrativa; uma abordagem metodológica que organiza os dados em grupos mais homogêneos. Essa análise é considerada eficaz na descrição dos dados extraídos. Tal abordagem apresenta um relato de comentários sobre as características dos dados, contexto, qualidade e resultados, usando diferenças e semelhanças entre os dados para tirar conclusões (LUCAS *et al.*, 2007). Os comentários sobre os dados serão empregados para investigar a relação entre o envolvimento afetivo em diferentes situações (aulas, atividades em turma, atividades avaliativas, relatos escritos) e as evidências de aprendizagem significativa.

4. ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

4.1. PERFIL DA TURMA

Recursos digitais

Em um primeiro momento, dada a natureza heterogênea das turmas na escola em questão, realizou-se um questionário via *Google Forms*, perguntando aos alunos sobre o meio de assistir às aulas (computador com ou sem câmera, celular etc.), o tipo de internet que possuíam em casa (banda larga, 3G/4G, outros), quais redes sociais e plataformas utilizavam, além da preferência (sim, indiferente ou não) ao uso de recursos digitais durante as aulas. Esse levantamento foi importante para o planejamento das aulas e tentar atingir os alunos da forma mais igualitária possível. Na Tabela 1 é apresentada a distribuição dos estudantes quanto ao modo de assistir às aulas remotas.

Tabela 1. Dados dos estudantes quanto ao meio de assistir aulas remotas.

Meio de assistir às aulas	Número de alunos
Celular	5
Computador com câmera	24
Computador sem câmera	1
Celular + Computador com câmera	1
Celular + Computador sem câmera	1

Fonte: a autora

Em relação à internet, todos tinham acesso à internet banda larga e participavam de redes sociais diversas, como *Instagram*, *Tiktok* e *Twitter*. Por fim, quando questionados se gostariam do uso de mídias digitais mais interativas nas aulas, 5 se mostraram indiferentes – justamente os que assistiam às aulas pelo celular e tinham maior dificuldade de acessar múltiplas mídias simultaneamente – e os demais se mostraram favoráveis.

Apesar de quase toda a turma possui equipamentos com câmera, ao longo das aulas, em torno de um terço da turma ligava a câmera com mais frequência, cabendo ressaltar que estes, talvez por serem mais extrovertidos, apresentavam uma participação mais ativa durante as aulas. O fato de estarem a distância, sem a convivência diária e socialização, tão importante na idade escolar, agravava a participação e desenvoltura dos mais tímidos. Consequentemente, também impactava na aprendizagem.

Segundo Rossi (2021) o espaço escolar é o espaço mais provável de crianças e adolescentes construírem relações sociais autônomas, fora do espectro familiar. Ou seja, relações baseadas em afinidades, ainda que fortemente atreladas ao capital cultural e classes sociais dos sujeitos. Além disso, é neste espaço público que exercitam a postura, a fala, a tolerância e a percepção do próprio espaço em relação a outros indivíduos, exercitando a vida em sociedade, mesmo que em um microcosmo. Ao passo que uma realidade de isolamento social foi imposta pela pandemia,

a ação individual se torna ainda mais reflexiva e autocentrada, sem uma troca significativa – no sentido de feedback – com a situação e com as impressões comunicadas e sugeridas pelos demais participantes. Em suma, perde-se parte considerável da prática dos ajustes e da negociação constante e multilateral dos sentidos que perpassam a interação. Isso, para gerações mais novas, potencialmente acarretaria dificuldades de aprendizado num sentido prático relativas à coexistência fora do espaço individual e privado (ROSSI, 2021, p. 113).

Fórum de apresentação

Como tentativa de socialização, propus um fórum de apresentação no *Classroom* da turma, para que os alunos se apresentassem, falassem das expectativas para o ano, das séries, filmes, livros e músicas gostavam, seus passatempos e o que mais quisessem comentar. Dos 32 alunos, 24 se apresentaram e interagiram pelo fórum, podendo identificar potenciais amizades e parcerias para o ano com base em suas afinidades. Como pontos em comum, foram citados o hábito da leitura, as séries assistidas, os jogos online. Alguns dos trechos escritos pelos estudantes, em reação às suas expectativas, são mostrados a seguir.

"Para esse ano, pretendo ter mais foco, ser mais sociável e conseguir aprender bem os conteúdos. " (Aluna 22)

"...espero me sair bem nas matérias e conhecer pessoas novas, ter um crescimento mental e físico. Pra mim é um prazer poder estudar com vocês nessa nova fase de nossas vidas." (Aluna 29)

“Minhas expectativas do ano são: mostrar minha opinião mesmo que seja difícil, sair da minha zona de conforto nos estudos e ir em busca de respostas das minhas perguntas”. (Aluna 12)

"...eu espero que diferente do anterior, meu ano escolar seja muito mais produtivo e ativo, com muita evolução e crescimento..."(Aluna 8)

" Espero que esse ano seja incrível e que aprenda bastante :]" (Aluno 10)

"Espero ter um ensino bom na escola, sempre quis estudar química aqui por conta das portas que podem se abrir no meu futuro." (Aluna 21)

"Espero não manter uma carreira parada ou focada numa única área, e com química não é diferente, nem sempre é bom ficar na zona de conforto com opções tão vastas numa fase como a adolescência/ juventude." (Aluno 30)

Em relação às expectativas, nota-se que muitos esperavam um ano letivo presencial e melhor que o anterior, acometido pela pandemia. Outros destacaram a chance de desenvolvimento intelectual e científico, melhora nas habilidades sociais e outros, por sua vez, enxergaram a escola como forma de ter mais oportunidades no futuro. De uma turma com, à época, 32 estudantes, os 25 respondentes se mostraram abertos a novas experiências na nova escola, sendo a socialização e a aprendizagem os tópicos mais citados. O fato de 8 estudantes não responderem ao formulário pode indicar tanto timidez quanto resistência a deixar para trás a escola antiga, a rotina, vivências e companhias, tão importantes na adolescência.

Expectativas em relação à química

No primeiro encontro síncrono do ano letivo, com objetivo de dinamizar a discussão sobre a ciência química e de modo a traçar um perfil prévio de interesses da turma, foi proposta a geração de uma nuvem de palavras na plataforma digital *Multimeter*. Através de um link disponibilizado no chat da videochamada, os estudantes tiveram que relacionar até cinco diferentes palavras à pergunta; "O que você pensa quando se fala em química?". Uma vantagem dessa plataforma é a observação da nuvem de palavras sendo formada ao vivo, conforme os alunos inserem suas contribuições. Quanto maior a fonte das palavras, maior a ocorrência dos termos. O resultado da interação pode ser visto na Figura 4.

Devido aos diferentes contextos sociais, familiares e psicológicos, dois alunos saíram da escola após alguns meses: uma aluna devido à timidez e falta de entrosamento, pela distância, e outro aluno pela dificuldade de comprometimento com os estudos, que também pode ser relacionado com a falta de socialização na turma. Uma terceira aluna, já repetente na escola, tendo necessidade de trabalhar por vezes no mesmo período das aulas, encontrou muitas dificuldades de manter os estudos em dia, considerando a carga horária e o relativamente alto nível de exigência na escola.

Aproximação e o lento retorno presencial

Conforme os meses foram passando, estreitei os laços com a turma, tínhamos um grupo de *whatsapp* para troca de memes e vídeos sobre química e a escola. Como professora conselheira da turma, me incumbi de ajudá-los a se adaptar à escola mesmo com a distância. Felizmente, por volta de agosto e setembro, os alunos puderam começar a frequentar as aulas práticas da disciplina de Química Inorgânica I, o primeiro contato dos estudantes com a escola e o curso.

Para limitar o número de pessoas, a turma foi dividida em dois grupos – A e B – que se intercalavam semanalmente no comparecimento à escola. Os próprios alunos puderam escolher a qual grupo pertenciam e ficou muito clara a divisão entre os extrovertidos – que abriam a câmera com mais frequências das videochamadas e interagiam nas aulas – e os introvertidos, que tinham em mãos a oportunidade de interagir e participar das aulas à sua maneira. Para ambos os grupos, o retorno presencial e a socialização foram de extrema importância. A alegria de estarem em uma sala de aula, em uma escola, em um pátio em comum, após cerca de um ano e meio em casa, foi inegável.

Um ponto temporal muito singular na história escolar recente é justamente esse: o retorno presencial para conhecer em carne e osso pessoas com as quais já dividíamos os dias, vivenciar amizades até então mediadas pela tela do computador ou celular, perceber o olhar, compartilhar um lanche ou um momento no intervalo. Observar todas as nuances inerentes de uma aula que até então eram inéditos: a gesticulação, o movimento, a voz ecoando por uma sala, o estar em uma sala diferente da sala de casa ou o quarto, a auto moderação.

Talvez pela gratidão de poderem estar na escola, algo tão comum e tido como certo até antes do início da pandemia, os estudantes pareciam querer aproveitar ao máximo cada instante desse retorno, incluindo os momentos em sala de aula. É plausível dizer que desenvolvemos

uma amizade intelectual. Aquino (2014, p. 177) ressalta que "a amizade desponta, no universo das ideias foucaultianas, como uma das práticas sociais mais singulares". Certamente não tão dura quando a definição original de Julio Groppa Aquino para amizade intelectual, mas uma amizade que valorizasse a troca de experiências e, da minha parte, também as provocações intelectuais características da práxis docente.

4.2. RECURSOS DIDÁTICOS

Material e recursos didáticos em aula

Considerando o caráter majoritariamente online das aulas ao longo do ano, os materiais didáticos de apoio foram produzidos em *Canva* e *Powerpoint*, em conjunto com outro professor regente da disciplina, que leciona em outras turmas. O trabalho colaborativo foi bastante positivo e interessante para a criação de aulas autênticas, com conteúdos e recursos didáticos diversos, além do desenvolvimento de atividades avaliativas de forma crítica. Por vezes, o trabalho do docente é um tanto solitário, e ter a oportunidade de trabalhar em conjunto para a melhoria contínua foi/é muito construtivo. Além disso, em aulas que envolviam resolução de exercícios e cálculos, fez-se uso de mesa digitalizadora para que os alunos pudessem acompanhar melhor.

As tecnologias da informação trouxeram grandes impactos nas interações sociais, como o uso de redes sociais e diferentes recursos da internet. Esse cenário foi maximizado na pandemia, pois a única forma de comunicação referente ao espaço escolar era digital. Assim como houve uma resignificação na forma de comunicação para interações sociais, demandas semelhantes surgiram no espaço escolar para os processos de ensino-aprendizagem.

De acordo com Ferreira, Villarta-Neder e Coe (2019), é necessário se utilizar de diferentes semioses para adequar as situações didáticas, abarcando as peculiaridades da comunicação e do contexto social. Sem identificação, dificilmente há interesse e motivação para atingir níveis cognitivos mais altos de pensamento e criticidade.

Segundo os autores, um gênero discursivo amplamente utilizado em meios digitais são os memes, textos e imagens que implicam em envolvimento ativo pelo leitor, dada sua natureza interativa e geralmente humorística. É quase impossível pensar em entrar em redes sociais ou participar de uma conversa em algum aplicativo de troca de mensagens sem o aparecimento de memes. Estes são, portanto, interessantes formas de conjugar semioses para a sala de aula e

ensino de ciências. As ciências exatas, ora vistas como tão duras, têm muito a ganhar com esse recurso didático.

Ainda, esse tipo de contextualização que trabalha com afetos contribui para o desenvolvimento cognitivo e formação de memórias de longo prazo relacionadas à aprendizagem por parte dos estudantes. Quando o cérebro avalia as informações recebidas, decide quais estímulos devem ser mantidos ou descartados, de acordo com a impressão nele provocada. Ao estabelecermos relações entre a informação nova e a memória já existente, substâncias neurotransmissoras são liberadas, como a acetilcolina e dopamina, gerando satisfação e aumentando a concentração. Com mais estímulos e concentração, é possível estabelecer mais relações de forma cíclica no processo de aprendizagem (NOVAK, CAÑAS, 2010; CARVALHO, 2011).

Dito isto, o emprego de memes e outros recursos que sejam divertidos, se relacionem com o contexto de vida e prendam a atenção dos estudantes contribuem para uma aprendizagem significativa - afetiva e efetiva – de química.

Os *slides* em *Canva* e *Powerpoint* produzidos foram constantemente acrescidos de memes sobre ciência e tópicos correlatos à vivência dos estudantes. Por isso, o fórum de apresentação e constantes diálogos com a turma eram de suma importância para inspirar e abastecer as aulas com os recursos que pudessem ser mais significativos aos discentes.

Um exemplo da vivência em sala de aula virtual aproveitado para a preparação de aula é que muitos alunos da turma em questão possuem animais de estimação, como gatos, cachorros e outros. Durante ou ao final das aulas, costumeiramente mostravam seus bichinhos, apresentavam, contavam histórias. Era uma forma de aproximação e socialização entre a turma e entre mim e a turma – muito prazerosa, diga-se de passagem.

Pensando nisso, sempre que havia a oportunidade, utilizada memes, imagens de animais em diferentes situações e imagens de séries, filmes, jogos e desenhos que fizessem parte da vida cotidiana, para servirem de subsunçores na aquisição de novos conhecimentos e na formação de memórias de longo prazo no processo de aprendizagem. Um exemplo disso são os *slides* mostrados na Figura 5: a comparação dos gatos com o estado físico líquido, visto que conseguem se acomodar em diferentes recipientes, caixas etc., e o cachorro em uma pilha de algodão, na comparação do volume do algodão com o volume do ferro, para uma mesma massa, no estudo de densidade.

Como resultado, além de sempre retomar esses exemplos em aula durante as explicações, alguns alunos se empolgavam e postavam em redes sociais esses trechos das aulas.

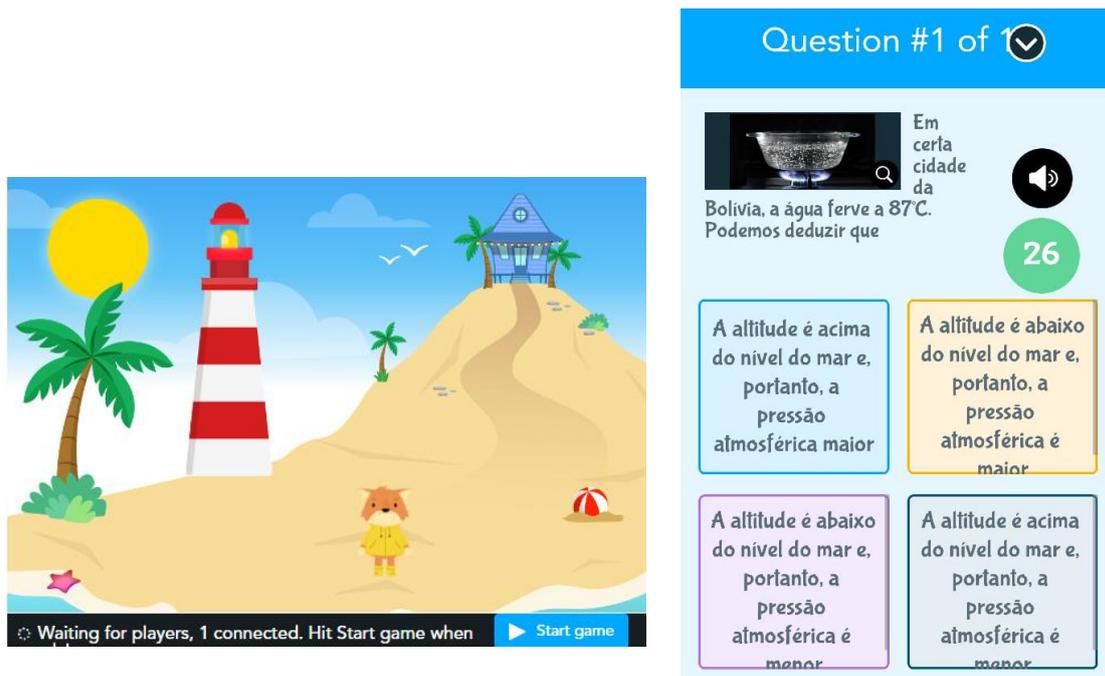
Figura 5. Slides usados em aulas sobre estados de agregação da matéria (esquerda) e densidade (direita)



Fonte: a autora

Outros recursos mais lúdicos incluem jogos e simulações. A Plataforma *Nearpod*, por exemplo, oferece algumas estruturas de jogos (quiz, jogo da memória) para que os docentes consigam transpor suas ideias para aprendizagem e avaliação de forma mais interessante e visual. O jogo “*Time to Climb*” (Figura 6), ou “Hora de escalar”, em livre tradução, permite escolher um cenário de fundo (praia, espaço sideral, parque de diversões etc) e também aos alunos a escolha de um avatar (tartaruga, raposa, cachorro etc.), com o objetivo de responder perguntas na forma de quiz. Os participantes que responderem mais rápido e de forma correta saem na frente no ranking, e ao final os três primeiros colocados sobem num pódio no topo da montanha.

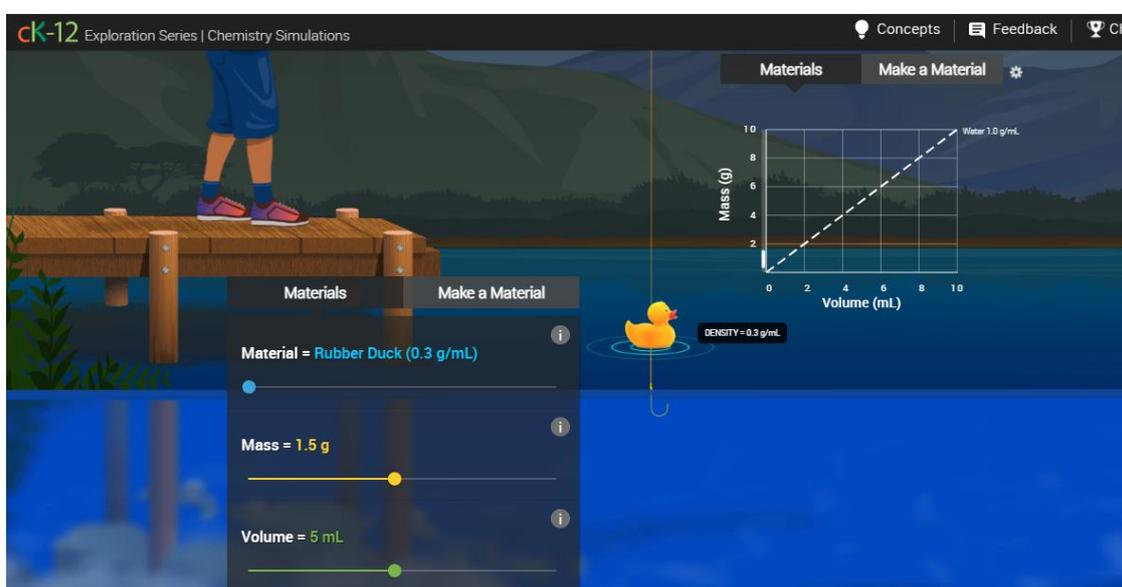
Figura 6. Jogo interativo “*Time to Climb*” da plataforma *Nearpod*.



Fonte: a autora

Simuladores como *Phet* e CK-12 também foram empregados em aula, permitindo que os estudantes pudessem complementar a aprendizagem, e também a mim, que pudesse complementar as explicações que precisariam de alguma animação ou algo mais visual. Um exemplo é mostrado na Figura 7, do simulador de iscas de diferentes materiais para pesca. Caso fossem mais densos que a água, afundariam, e do contrário, boiariam. O simulador ainda permite variar o tamanho do objeto e observar o gráfico de massa por volume, que comprova com outras representações que a densidade é uma propriedade contínua da matéria. Durante as aulas, ficava clara a importância deste recurso auxiliar.

Figura 7. Simulador sobre densidade da plataforma CK-12.

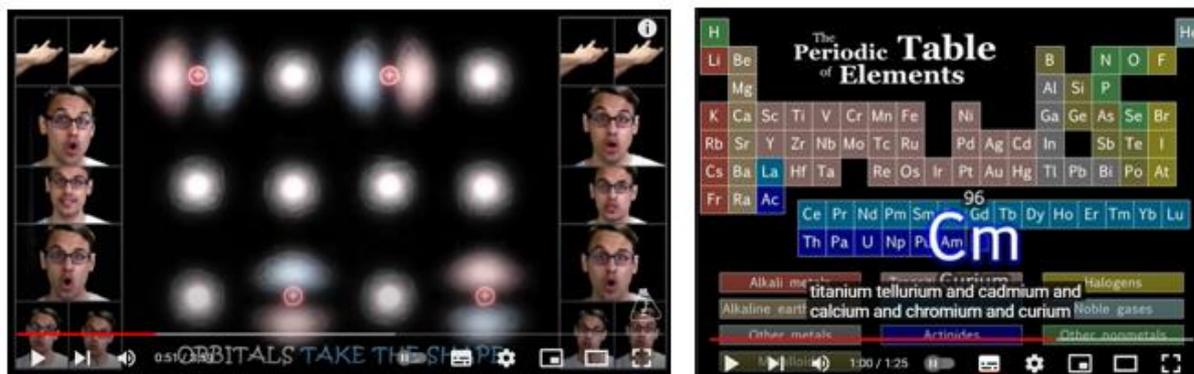


Fonte: a autora

Os vídeos no *Youtube*, sem dúvida, foram um importante e recorrente recurso didático empregado. Vídeos musicais tinham uma particular importância, tal qual é a importância da música em nossas vidas. Dois exemplos muito bem recebidos pelos estudantes são mostrados na Figura 8. O vídeo “*The molecular shape of you*” (ACAPELLASCIENCE, 2017), com a música paródia de “*Shape of You*” do músico Ed Sheeran, aborda de forma muito visual e correta a complexidade do modelo quântico, dos orbitais atômicos e moleculares e das ligações químicas. O outro vídeo ilustrado na Figura 8 compreende a graficação da famosa música “*The elements*” (HEINZMANN, 2008), composta em 1958 pelo músico e matemático Tom Lehrer. Na canção, o autor canta o nome em inglês de todos os elementos químicos conhecidos à época. A música já faz parte da cultura popular, aparecendo em séries como *Big Bang Theory* e *Better*

Call Saul (ambas da Netflix), e o vídeo serviu de auxílio nas aulas sobre tabela periódica, sua organização e propriedades dos elementos.

Figura 8. Vídeo-paródia "*The molecular shape of you*" (esquerda) e vídeo ilustrativo da canção "The elements" de Tom Lehrer, ambos disponíveis no *Youtube*.



Fonte: a autora

Atividades presenciais

Após o retorno gradual presencial, entre agosto e setembro de 2021, foi possível explorar intervenções em aula com a participação da turma (ou metade dela). Foi um período complexo pois metade da turma estava presencial, enquanto a outra metade estava em chamada de vídeo de casa. De qualquer forma, intervenções foram realizadas com o objetivo de dinamizar a experiência em sala de aula.

A primeira atividade foi a montagem de moléculas pequenas com marshmallows e palitos de dente, no estudo de geometria molecular. A atividade não apenas permitiu aos estudantes a melhora de visão espacial como também divertida, com os alunos podendo comer os marshmallows após a montagem. A atividade e o conteúdo de geometria serviram de predecessores aos conteúdos de polaridade e forças moleculares.

Ao abordar o conteúdo de polaridade e solubilidade, inspirada pelo Canal Manual do Mundo no *Youtube*, propus dois experimentos clássicos. O primeiro consistia em levar isopor e dois béqueres, um com água e um com acetona, para a sala de aula, e jogar um pedaço de isopor em cada béquer, com discussão do que era observado com base no conteúdo de polaridade. O segundo consistia em levar cascas de laranja, balões (que os alunos encheram) e isopor. Ao apertar a casca de laranja perto do balão, ele estourava, e ao esfregar a casca no isopor, este diminuía de tamanho. Analisamos as estruturas dos dois materiais para fazer inferências sobre sua polaridade e solubilidade com os compostos da casca da laranja, a

exemplo do D-limoneno. Como não tenho recordações fotográficas deste dia, a Figura 9 ilustra o experimento do canal Manual do Mundo (2018), que serviu de inspiração para a prática.

Figura 9. Ilustração experimento com casca de laranja e isopor, em vídeo do no canal Manual do Mundo, no *Youtube*.



Fonte: Manual do Mundo (2018)

Por sua vez, no conteúdo de forças intermoleculares, foi realizado um emocionante “bolão” envolvendo a turma, incluindo a metade de estudantes que estava em casa. Levei um copo com água cheio até a borda e um pacote de cliques metálicos, além do prêmio – uma paçoquinha. Uma estudante foi convidada a ser a gerente de apostas, colocando no quadro os nomes dos colegas e o chute: quantos cliques são necessários para que a água transborde? De primeira, a maioria colocou o menor número possível: 1, 2, 3, 5 cliques. Incrédulos quando se passava dos 30 cliques e a água intacta, novas rodadas foram realizadas. A cada clipe colocado no copo, olhares vidrados, celular em punho, gritos de incredulidade. Com cliques pequenos, chegamos a aproximadamente 180 cliques para um copo de 250 mL.

A pergunta que não queria calar era: “para onde a água foi?”, considerando que visualmente os cliques ocupavam o copo por inteiro. Além de discutir as forças intermoleculares presentes na água e a tensão superficial, conceitos vistos previamente, foi discutido o conceito de densidade aparente, para entenderem melhor o porquê de tantos cliques juntos com o nível da água pouco se alterando.

Podemos correlacionar esse interesse na experimentação e em situações novas com o Domínio Afetivo da Taxonomia dos Objetivos Educacionais (BLOOM, KRATHWOHL,

MASIA, 1973), esquematizado na Figura 2 e mais detalhado no Quadro 2. O primeiro subdomínio fica muito claro: a recepção/acolhimento, entre todas suas subcategorias. Este subdomínio diz respeito à atenção dos educandos e a relação com seus conhecimentos prévios. A subcategoria "Percepção" mede a consciência em relação a alguma coisa, fenômeno ou estado das coisas. Neste caso, observar os fenômenos e perceber mudanças nos sistemas experimentais. A segunda subcategoria, "Disposição para receber", se traduz na atenção dada ao fenômeno percebido, que ficou clara no silêncio absoluto, nos olhares vidrados e câmeras de celular apontadas para o experimento. Por fim, a terceira subcategoria "Atenção controlada ou Seletiva" diz respeito a uma maior diferenciação de aspectos: dar mais atenção a um estímulo mesmo na presença de outros, como ouvir quaisquer comentários da professora e apreciar o momento.

No segundo subdomínio, intitulado "Resposta", contamos com a motivação e o interesse da turma, observáveis e mensuráveis tal qual o envolvimento e compromisso com a atividade ou discussão. Este subdomínio está dividido em três subníveis: aquiescência na resposta, disposição para responder e satisfação na resposta. Na ordem, representam uma linha crescente de motivação interna para responder a uma tarefa ou estímulo. A aquiescência na resposta envolve uma obediência em fazer a tarefa pois lhe é solicitado, em uma relação com a autoridade docente. No início de qualquer atividade proposta, é plausível que em algum estágio inicial, se não ao longo de toda atividade, passa por esse estágio (capacidade de completar, obedecer às normas etc.). Já a disposição para responder e a satisfação na resposta são produto de uma motivação interna e atuação por escolha. A diferença entre as duas subcategorias é que a satisfação na resposta apresenta uma componente emocional: gostar, ter prazer, escutar com prazer, descobrir prazer em participar de. Acredito que a Satisfação na Resposta foi atingida pela grande maioria de estudantes presentes na atividade.

Após a avaliação estilo prova objetiva, no *Google Forms* (item 4.3) notou-se um elevado índice de acerto em uma questão específica sobre a interação molecular do tipo ligação de hidrogênio. A seguinte questão teve 20 acertos, de 28 respondentes:

No livro "O Apanhador no Campo de Centeio (The Catcher in the Rye)", o personagem principal, Holden Caulfield, se questiona o que ocorre com os patos que nadam em lagos no período do inverno, quando a água congela (questionamento que também faço). Quando a água congela, apresenta densidade menor que a água líquida, contrariando a maioria das substâncias. Também, apresenta-se no estado líquido, à temperatura ambiente e à pressão atmosférica, e entra em ebulição a uma temperatura que é cerca de 200 °C mais elevada do

que a temperatura de ebulição prevista teoricamente, na ausência das ligações de hidrogênio. Com relação às ligações de hidrogênio, assinale a alternativa correta.

- (A) Ocorrem entre moléculas, em que o átomo de hidrogênio é ligado covalentemente aos átomos mais eletropositivos, pelos seus pares de elétrons ligantes.*
- (B) Originam-se da atração entre os átomos de hidrogênio de uma molécula de água, que têm carga parcial negativa, e o átomo de oxigênio de uma outra unidade molecular, que tem carga parcial positiva.*
- (C) No estado sólido, as ligações de hidrogênio presentes na água são mais efetivas, resultando em efeitos estruturais que conferem menor densidade ao estado sólido do que ao líquido.*
- (D) Quanto maior for a eletronegatividade do átomo ligado ao hidrogênio na molécula, maior será a densidade de carga negativa no hidrogênio, e mais fraca será a interação com a extremidade positiva da outra molécula.*
- (E) São interações mais fortes do que as ligações covalentes polares convencionais, e desempenham papel fundamental na química dos seres vivos.*

De 28 respondentes, 20 (71%) marcaram como correta a alternativa C. Fazendo um paralelo com o Domínio Cognitivo da Taxonomia de Bloom (BLOOM et al, 1956), identifica-se os três primeiros domínios relacionados a essas intervenções:

- Lembrar: recordar a aula teórica sobre forças intermoleculares, polaridade e geometria molecular.
- Compreender: compreender e interpretar os resultados observados.
- Aplicar: resolver questões posteriores sobre o tema, usar os conceitos em diferentes situações.

4.3. AVALIAÇÕES REGULARES

As avaliações regulares, no formato prova, ora eram divididas em duas partes – objetiva no *Google Forms* e dissertativa no *Google Docs* – ou se concentravam como prova objetiva, dependendo do conteúdo.

Gonzaga e Enumo (2018) apontam que lidar com a ansiedade em provas é um dos principais fatores que afetam o desempenho acadêmico. Ao avaliarem 345 estudantes de Ensino Médio em São Paulo, os autores concluíram que as provas são vistas mais como um desafio do que como ameaça, relacionando-se com a autoconfiança, competência, resolução de problemas e busca de informação. O medo do fracasso pode levar estudantes que dominam algum conceito a serem induzidos ao erro, ou apresentarem algum bloqueio emocional com a ideia da avaliação. Com intuito de deixar as avaliações mais leves, em conjunto com meu colega professor da disciplina, além de memes e temas que permeiam a realidade dos estudantes, foram criados personagens para integrarem as avaliações e exercícios.

Em posse da mesa digitalizadora, Sandro, meu colega, surgiu com um personagem chamado Manequinha e, mais tarde, dei a contribuição de criar a personagem Mambinha, sua prima. Colocamos este personagem na primeira avaliação do primeiro trimestre, e muitos estudantes começaram a interagir com a criação, a exemplo das Figuras 10 e 11. A partir daí, passamos a colocar Manequinha e Mambinha nas mais diversas, por vezes absurdas situações. Viraram as mascotes da disciplina.

Ainda, optamos por usar diferentes pronomes para Manequinha (ela, ele, elx, elu), dando um caráter gênero fluido ao personagem. Muitos discentes já participavam de modo online de Coletivos organizados na escola, como o Coletivo LGBTQIA+ e o Coletivo Feminista. Essa abertura de diálogo na forma de desenho e historinhas em provas e exercícios foi uma brecha para iniciar um diálogo e deixar claro que as aulas de química e a escola eram um espaço seguro para a diversidade em suas várias formas. De forma muito interessante, a grande maioria dos alunos respeitavam os pronomes neutros usados (elx, elu), o que retrata que estão inseridos em um contexto com mais diversidade do que eu estava, por exemplo, quando cursei o ensino médio.

Essa identificação com os personagens e o tom humorístico acrescido nos enredos foi uma forma de deixar as avaliações mais leves, divertidas e interativas, para que fossem intervenções positivas no processo de aprendizagem. Uma intervenção positiva visa o estímulo, a confiança e a autoestima, para que a motivação seja intercessora do sucesso pedagógico.

Figura 10. Questão sobre dureza, respondida pela aluna 15.

5. (1 ponto) Um material que se difundiu bastante nos últimos tempos foi o porcelanato, que é utilizado para revestimentos em pisos. Este material apresenta dureza na escala Mohs entre 3 e 5, dependendo de como ele foi fabricado e de sua composição. Manequinha decidiu fazer uma reforma em sua casa e colocou piso porcelanato. Porém, ao final da reforma, o piso ficou sujo com areia (dureza 7 na escala Mohs) e, inadvertidamente, Manequinha arrastou alguns móveis sobre o piso sujo. Explique o que deve ter acontecido com o piso novo de Manequinha?

Resposta:

O piso ficou danificado. O piso de Manequinha é de dureza 3 ou 5, e ele o sujou com areia de dureza 7, maior que a dureza do porcelanato. Se ele tivesse varrido, não teria acontecido nada, mas ele arrastou móveis no chão sujo de areia, o que fez com que a areia danificasse o seu porcelanato. (mais cuidado, Manequinha) (1,0) Manequinha prometeu tomar mais cuidado



Fonte: a autora

A Figura 10 ilustra uma intervenção da aluna com Manequinha, respondendo de forma correta a questão sobre dureza, componente de propriedades da matéria, estudadas no primeiro trimestre. Já na Figura 11, em uma questão sobre calor específico e Manequinha tomando um chá, observa-se a interação do estudante (a primeira de muitas) e uma correta interpretação e resolução do problema, indicando tanto uma conexão afetiva com a questão, como o desenvolvimento de objetivos cognitivos, como a interpretação e resolução de problemas.

Figura 11. Questão sobre calor específico respondida pelo aluno 10.

3. (10 pontos) Manequinha estava com muita vontade de tomar um chá. Assim, elx pegou a sua xícara preferida e colocou 250 mL de água a 25°C no seu interior ($d = 997 \text{ kg/m}^3$). Elx ligou o micro-ondas por 1 minuto e 30 segundos para que a temperatura da água chegasse a 80°C. Qual deve ter sido a energia que a água absorveu durante o seu aquecimento? $c(\text{H}_2\text{O}) = 1 \text{ cal/g } ^\circ\text{C}$. **Faça e apresente os cálculos.**



Resposta:

$$(50 = 250 \text{ cm}^3)$$

$$x = 250 \cdot 1 \cdot 55 \quad | \quad x = 250 \cdot 55$$

$$x = 13750 \text{ cal}$$

$$\begin{array}{r} 80 - 25 \\ = - - - \\ \hline \end{array} \text{ } ^\circ\text{C}$$

Fonte: a autora

Como já era esperado, alguns estudantes apresentaram mais dificuldades nas questões envolvendo interpretação e cálculos, a exemplo da aluna 1, resolvendo a mesma questão apresentada na Figura 11. Houve dificuldade tanto na interpretação do conceito de calor específico como também do processo matemático, que envolve também o emprego de unidades e uso de regra de três. Cabe mencionar que a aluna 1 dificilmente abria a câmera ou falava no microfone nos encontros online nesse primeiro trimestre, enquanto o aluno 10 além de ligar a câmera, fazia e respondia perguntas. Quanto maior a interação, mais próximo de uma aula presencial o encontro online se tornava, influenciando fortemente na aprendizagem por parte dos discentes. O modo de assistir às aulas também mudava: a maioria dos alunos não fazia anotações durante as aulas online; normalmente, quando tinham material, este preenchido posteriormente, muitas vezes acompanhado da visualização das gravações de aula, disponibilizadas no *Google Classroom*.

Figura 12. Resolução da questão sobre calor específico da aluna 1.

$$3- 250 \text{ cal/g } ^\circ\text{C}$$

$$\begin{array}{r} x \text{ cal } 80^\circ \\ 250 \text{ cal } 25^\circ \\ \times \\ \hline x \text{ cal } 80^\circ \end{array}$$

$$x = 550 \text{ cal}$$

$$25x = 20.000$$

$$x = 800$$

$$\begin{array}{r} 800 \\ - 250 \\ \hline 550 \text{ cal} \end{array}$$

Fonte: a autora

No apêndice H são ilustrados outros dois exemplos de questão, uma dissertativa e outra objetiva, envolvendo Manequinha em situações distintas e que tiveram bastante interação por parte dos estudantes, comentários posteriores em aula, prints e postagens em redes sociais e alguns até criaram figurinhas de *Whatsapp* relacionadas com as aulas de química. Pode-se inferir que envolvimento afetivo com as avaliações pode contribuir para a formação de memórias e correlações cognitivas de grau superior, características de uma aprendizagem significativa.

4.4. PROPOSTAS AVALIATIVAS ALTERNATIVAS

4.4.1. Experimento de densidade

A proposta didática envolvendo densidade e experimentação, previamente descrita, contou com 28 atividades entregues. Destas, 16 foram vídeos com o experimento e 12 foram relatos escritos sobre o vídeo do Canal Manual do Mundo. As atividades experimentais têm potencial motivador, além de trazer uma abordagem problematizadora e questionadora, fomentando a construção de um pensamento científico e capacidade de observação de fenômenos (SOUZA, 2022). Dos 16 estudantes que entregaram vídeo, 8 se disponibilizaram a resolver a pergunta bônus: sabendo por aproximação o volume de uma colher de sopa e a densidade (aparente) do sal de cozinha, qual a densidade da solução resultante?

Em termos de motivação e domínio afetivo, não há evidências o suficiente para inferir algo sobre os trabalhos entregues na forma de relatório do vídeo do Manual do Mundo (2015). Invariavelmente, foram trabalhos mais impessoais e protocolares. Conhecendo o perfil da turma, alunos mais tímidos e menos interativos em aula entregaram a tarefa nessa modalidade.

Os estudantes que entregaram a tarefa no formato de vídeo tiveram um envolvimento maior no processo, e é possível identificar estágios do Domínio Afetivo e do Domínio Cognitivo da Taxonomia de Bloom.

No Domínio Afetivo (Bloom, Krathwohl, Masia, 1973), observa-se a relação com os subdomínios de Acolhimento/Recepção, Resposta, Valorização e Organização (Figura 2 e Quadro 2). O Acolhimento/Recepção é notado pela autonomia em realizar a tarefa, capacidade de ler as instruções e completar a tarefa, prestar atenção no experimento, preferir executar o experimento de forma ativa, ao invés de assistir a um vídeo e fazer relatório, que seria uma atividade com menos envolvimento.

A Resposta, no subdomínio de aquiescência na resposta, pode ser notado por praticamente todos os alunos que entregaram vídeo ou relatório, visto que completaram a tarefa solicitada conforme instruções. a Disposição em responder foi recorrente nos vídeos, e sobretudo nos vídeos dos estudantes que buscaram responder à pergunta bônus, tentando solucionar qual seria a densidade resultante da solução salina. Envolve procurar e ler voluntariamente, responder com interesse e fazer perguntas pertinentes. Já a satisfação na resposta foi notada em todos os vídeos, por encontrarem prazer em responder à tarefa e explicar em voz alta, responder emocionalmente com a empolgação da experimentação, descobrir relações entre teoria e prática e ter prazer em participar da atividade.

A Valorização pode se relacionar tanto com o fato de os estudantes pertencerem ao Curso de Química e fazerem um experimento, como a própria valorização da aprendizagem. Também pode ser notada por assumirem um papel ativo na aprendizagem e, à sua maneira, se comunicando diretamente comigo, professora, e aos colegas, pela fala dirigida a mim ou outros.

Alguns estudantes parecem ter atingido um estágio afetivo mais avançado, a Organização. Este subdomínio parte do princípio de que pela valorização, é possível avaliar, ponderar e ressignificar algo, o que implica em uma organização da estrutura mental: tentar identificar um padrão, descobrir e cristalizar conceitos. Além disso, tentar determinar a densidade da solução salina pelo desenvolvimento de técnicas de observação e estimação de valores e fazer ponderações ao longo do experimento podem ser apontadas como evidências de Organização.

A Figura 13 ilustra o trabalho realizado pela Aluna 18. Observa-se a motivação através do cuidado estético e da criatividade na edição do vídeo, a motivação e a curiosidade que foram percebidas pelas expressões faciais de alegria e questionamento da aluna, além de objetivos do Domínio Cognitivo (Bloom et al., 1956).

Figura 13. Imagens do vídeo sobre o experimento de densidade da Aluna 18: capa (esquerda) e resolução da questão desafio (direita).



Fonte: a autora

Ficaram evidenciadas as categorias Lembrar, pela habilidade de descrever e reproduzir o experimento e recordar de definições previamente estudadas; Compreender, pela capacidade de explicar o experimento e interpretar os resultados; Aplicar, pela utilização de conceitos previamente estudados em uma nova situação, além de produzir um vídeo e relatar a experiência; por fim e não menos importante, a tarefa de maior complexidade cognitiva foi a estimativa de um valor para a densidade da solução resultante. Essa capacidade transita entre os subdomínios Aplicar e Analisar, pois envolve a capacidade de estimativa de volume e massa dos ingredientes no experimento, além da compreensão de que a densidade da solução depende da massa resultante de solução e do volume resultante, e não a soma de densidades, por exemplo.

As Figuras 14, 15 e 16 ilustram a atividade realizada por outra aluna, que chamarei de Aluna 4. A Figura 14 mostra uma imagem do experimento, já com o ovo boiando na solução salina, de maior densidade.

Figura 14. Imagem do vídeo do experimento da Aluna 4.



Fonte: a autora

A Figura 15 ilustra o relatório escrito pela aluna, com o objetivo de inferir a densidade da solução resultante. Nota-se que o raciocínio estava correto: a densidade da solução depende da soma das massas de água e sal e o volume de solução é o volume final de solução, que a aluna considerou não variar praticamente com a adição do soluto, em relação ao volume original de água. Houve uma desatenção com as unidades de volume: a aluna passou os 200 mililitros para litro no cálculo, e ao invés de expressar a densidade em g/L, expressou em g/cm³, faltando, também uma análise crítica do resultado obtido.

Com intuito de induzir a aluna a perceber seu erro e interpretar corretamente o resultado, optei por fazer comentários nas tarefas que tivessem erros conceituais ou de cálculo na forma de pergunta, para que os estudantes percebessem o erro através da reflexão e pudessem responder de forma correta. Propus que fecharia a nota da atividade somente quando respondessem a essas perguntas, além de elogiar o esforço dispendido. O resultado, como pode ser visto na Figura 16, é positivo no sentido de motivação e satisfação de resposta.

Figura 15. Relatório da Aluna 4 sobre o experimento de densidade.

Relatório do experimento do ovo

Para iniciar o experimento eu precisei de: um copo, um ovo cru, 200 ml de água e aproximadamente 45g de sal.

Ao início do experimento, colocando o ovo apenas na água é possível observar que o ovo não flutua, pois a densidade dele é maior que a da água sozinha, porém, conforme eu adicionava colheres de sopa rasas de sal, o ovo começou a flutuar, pois apesar da densidade da água sozinha ser menor que a densidade do ovo, a densidade da água com o sal é maior que a densidade do ovo. Para comprovar isso podemos calcular a densidade.

$$45+200=245/0,2= 1225 \text{ g/ml}$$

Obs:todos os dados que peguei foram da internet, se tiver errado por favor me explique porque estou bem perdida ;').

Fonte: a autora

Figura 16. Comentários no bate-papo da atividade entregue pela aluna, no *Google Classroom*.

Paola Del Vecchio
25 de mar. de 2021, 00:34
Oi ! Teu vídeo está ótimo, achei muito divertido! Quando aos cálculos, olha teus resultados: tu usou o volume em L para calcular, e a densidade está como g/mL. O resultado foi encontrado como 1225g/mL, o que equivale a mais de um kg por mL. Consegue identificar algum erro? 😊

Aluna 4
25 de mar. de 2021, 00:44
Sim!!!!!!!

Aluna 4
25 de mar. de 2021, 00:45
Resultado correto: 1,225g/mL

Paola Del Vecchio
25 de mar. de 2021, 00:56
Hehehehe muito bem, garota! Parabéns!

Aluna 4
25 de mar. de 2021, 01:18
JAJAJAJ ACERTEIII

Fonte: a autora

4.4.2. Fotografando a química

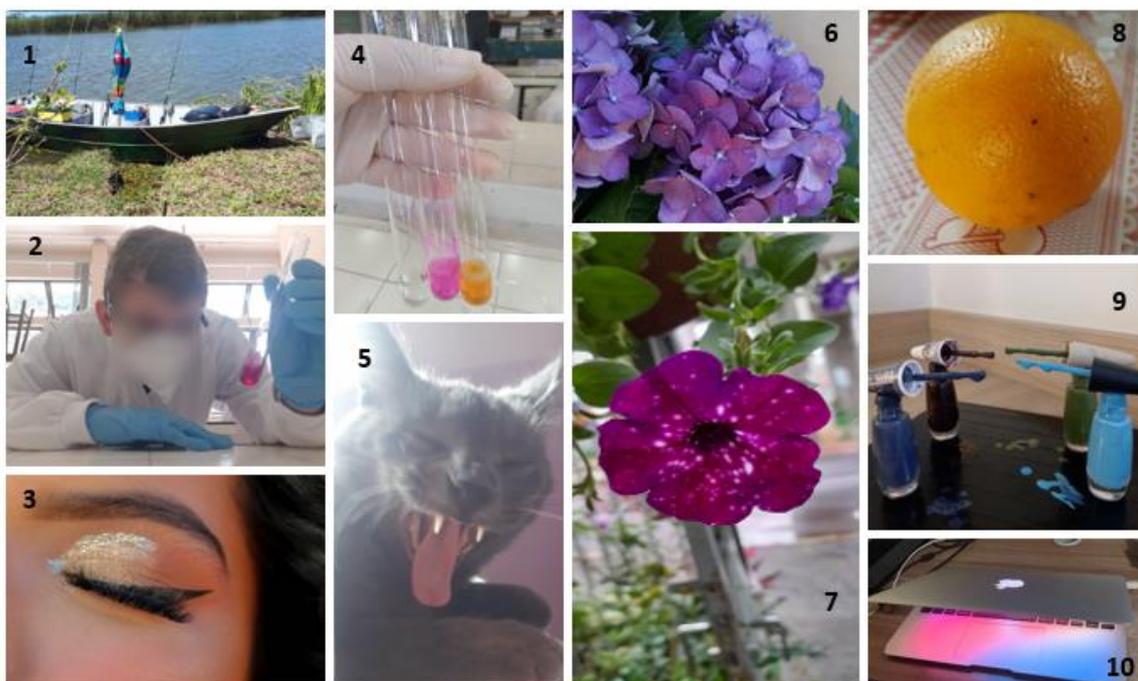
Ao final do ano, no início de dezembro e já no último conteúdo do ano, de compostos inorgânicos, propus uma tarefa que fizesse a interface entre a arte e a química: Fotografando a Química. O objetivo era que os educandos escolhessem um tema de sua preferência, exercessem a criatividade e, quem sabe, atingissem objetivos superiores dos Domínios Cognitivo e Afetivo. Sendo a fotografia uma forma de expressão artística, e a arte uma componente imprescindível da experiência humana, assim como o pensamento, nada mais justo que unir estas que, embora indissociáveis na história da ciência, seja uma exceção na vivência escolar regular.

Em seu ensaio sobre arte no ensino de química, Ramos e Bezerra (2021) destacam que a arte tem relação direta com a química, pois todos os objetos de arte - seja material ou de estudo - perpassam pela química. Assim como a arte, a ciência se adapta ao momento histórico e "reflete os interesses e valores da sociedade que a pratica". Ainda, que a arte e a interdisciplinaridade compõem de forma significativa a Nova Base Nacional Comum Curricular (BRASIL, 2018). A arte toca profundamente em todos seres sensíveis. É um caminho de sonhos a ser trilhado na educação em ciências e, por isso, objeto de estudo e experimentação nesta tarefa. A proposta consiste numa espécie de fechamento: procurar uma inspiração, relacionar com a química e os conceitos aprendidos ao longo de um ano. Tentar transformar o olhar: enxergar a arte na química e a química na arte.

Nas Figuras 17, 18 e 19, são exibidas colagens das produções. Ao olharmos as inspirações e composições, percebe-se o forte componente afetivo nas escolhas, além de ensaios que relacionam a química estudada na primeira série no ensino médio com o cotidiano e a arte criada. Um dos educandos, autor da foto nº 10 fez uma bela reflexão:

Esse é meu computador, antes desse ano era somente isso, um pedaço de metal com uma tela. Mas quanto mais eu aprendo sobre química mais eu me pergunto: Quais tipos de ligações químicas estão ocorrendo na minha frente? Tem alguma reação química ocorrendo aqui? Quais moléculas são polares e quais são apolares? Quais elementos iriam reagir com meu computador? A química não é somente uma ciência, é uma caixa de ferramentas que nos dá a habilidade de responder perguntas sobre nosso ambiente. É a ciência mais linda do mundo.

Figura 17. Colagem das fotos feitas pelos educandos para a tarefa Fotografando a Química – parte 1.



Fonte: a autora

As inspirações são muitas: o combustível do barco do avô (Foto nº 1) as vitaminas da laranja na cozinha (Foto nº 8), os esmaltes sobre a mesa (Foto nº 9), a contemplação de experimentos sobre pH, soluções e polaridade, cores e sensações no laboratório (Foto nº 2 e 4), os aminoácidos presentes na língua áspera dos gatos (Foto nº 5), o belo olhar para dentro de si, na Foto 3: somos feitos de moléculas, somos seres químicos! Ah, e não podemos esquecer a química das cores e dos perfumes, tão presentes nas flores (Fotos nº 6 e 7).

Os conceitos de química mais citados foram polaridade, ligações, forças intermoleculares, solubilidade, compostos inorgânicos e pH e, em maioria, textos bem escritos, com ideias articuladas e conceitos desenvolvidos.

Em relação ao Domínio Afetivo (BLOOM, KRATHWOHL, MASIA, 1973), percebe-se os mesmos subdomínios presentes em tarefas anteriores: Acolhimento/Recepção, Resposta e Valorização. O subdomínio de Acolhimento/Recepção tem papel fundamental na compreensão da tarefa e recepção. Sendo a última tarefa do ano e muitos dos estudantes já aprovados por nota no ano, a participação acabou sendo inferior à totalidade da turma. Considerando 28 alunos ativos na turma (2 saíram até o meio do ano, 2 desistiram de entregar tarefas pois estavam matematicamente reprovadas), 23 se propuseram a realizar a tarefa.

No âmbito da Resposta, podemos refletir que mesmo já passados de ano, ainda houve motivação e interesse por parte da turma. Primeiramente por ser uma tarefa solicitada, considerando a Aquiescência na resposta, mas também na curiosidade em relacionar uma criação com a química. Há tanto Disposição para responder pelo interesse e pesquisa, como Satisfação na resposta, relacionada ao prazer em realizar as descobertas e correlações, prazer em realizar um trabalho do tipo.

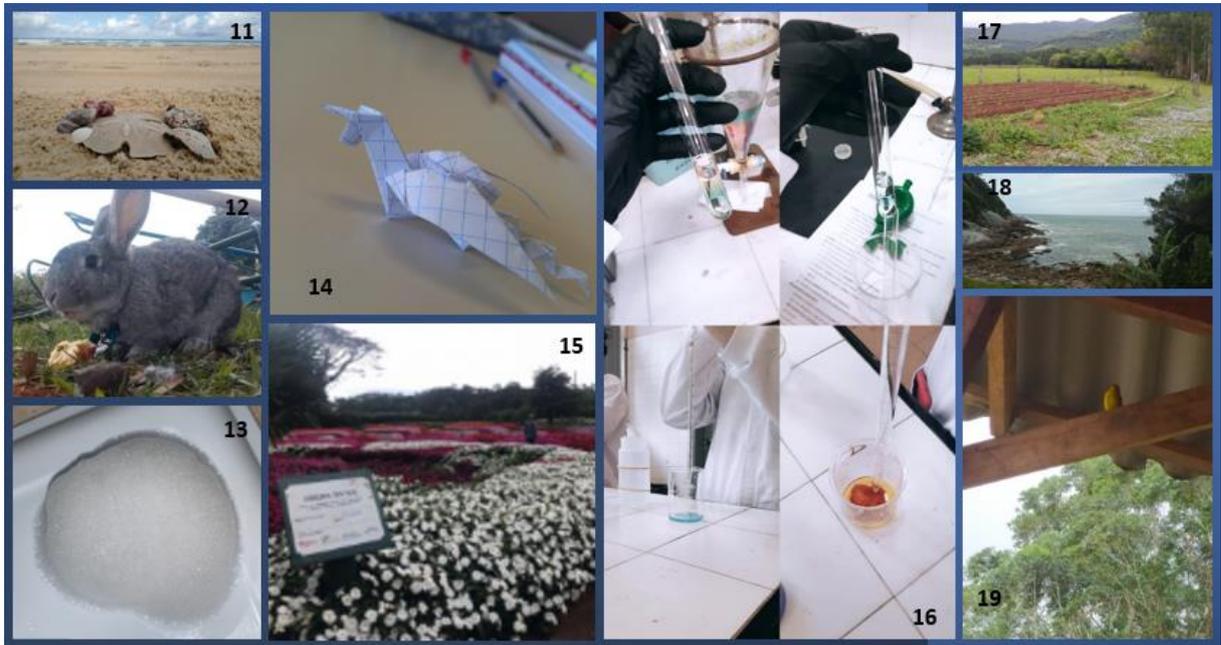
O subdomínio da Valorização aqui se encaixa pela autonomia e responsabilidade desenvolvidas, por assumirem um papel ativo em sua trajetória escolar. A tarefa já não é necessária para passar de ano, que seria a recompensa imediata. A recompensa se alicerça nos valores prévios e naqueles desenvolvidos ao longo do ano. O conhecimento vai muito além da nota. A autora da foto nº 7 fez um poema intitulado Química da vida, relacionando conceitos químicos aprendidos o longo do ano, indicando também uma transposição para um subdomínio cognitivo de nível superior: criar.

Química da vida

Se a vida é feita de ligações químicas
 A nossa é iônica
 Perco algum tempo te olhando
 observo a reação
 e te vejo mudar de cor
 Se é feita de ácidos ou bases
 não sei dizer
 Nossa tensão é superficial
 e nossa relação
 é complexa e ressonante
 é talco e diamante
 Simples e composta
 Polar e apolar
 Mesmo assim eu ainda espero
 que um dia
 Seus prótons se liguem aos
 Meus elétrons

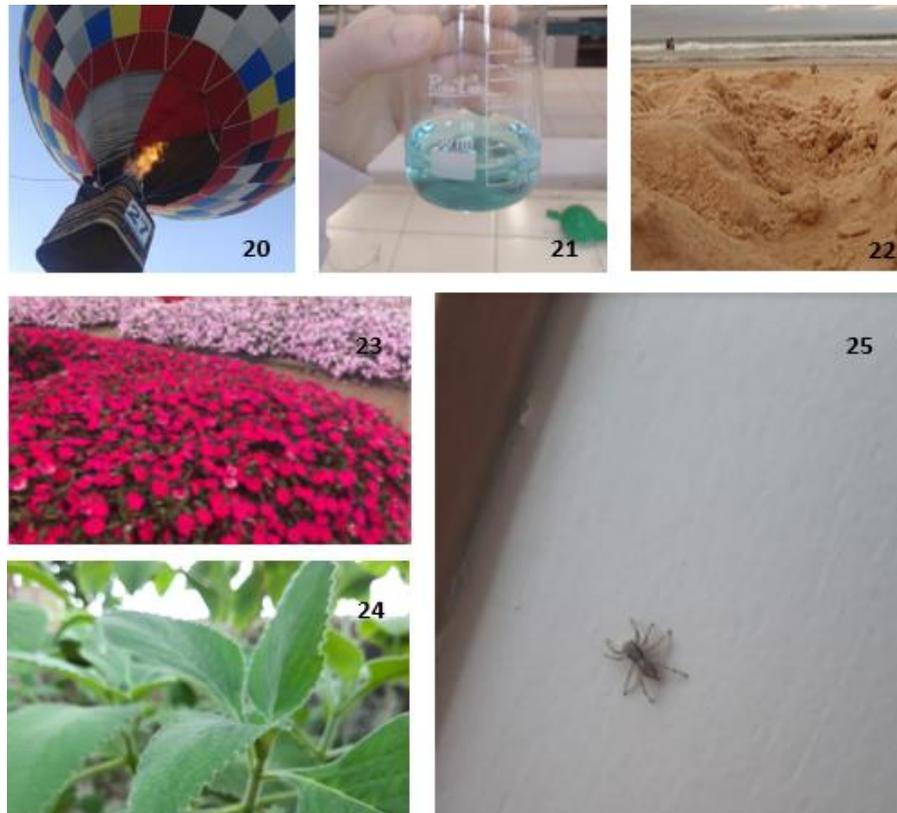
Seguindo na Figura 18, as inspirações foram a composição das conchas na praia e do mar (Fotos nº 1 e 18), a tensão superficial e caráter anfílico dos detergentes formadores de espuma (Foto nº 13), um origami de “cobracórnio” (mistura de cobra e unicórnio, segundo a autora) e a complexa estrutura química do papel (Foto nº 14), mais reações e cores no laboratório (Foto nº16), o campo com a clorofila que confere a cor verde às folhas (Fotos nº 17 e 19).

Figura 18. Colagem das fotos feitas pelos educandos para a tarefa Fotografando a Química – parte 2.



Fonte: a autora

Figura 19. Colagem das fotos feitas pelos educandos para a tarefa Fotografando a Química – parte 3.



Fonte: a autora

Por fim, na Figura 19, belas inspirações, como a variação de densidade do ar com a temperatura, regendo o funcionamento dos balões (foto nº 20), os processos de solvatação e ionização do sulfato de cobre (foto nº 21), a composição da areia na praia e suas variações de cor por isso (foto nº 22), a diferente gama de compostos que conferem cor e perfume às flores de Nova Petrópolis (foto nº23), o verde e o amargo conferido por moléculas nas folhas do chá de bolso (foto nº 24) e as incríveis forças de Van der Waals permitindo às aranhas subir pela parede (foto nº 25). Junto à foto nº 24, a autora escreveu um belo poema intitulado “A raridade da natureza”. Diferente do poema anterior, este poema se relaciona de fato com a foto, mostrando uma elevada capacidade cognitiva (Criar).

A raridade da natureza

Comecei a pensar a pensar na natureza,
 porque é verde e tem tanta beleza,
 É claro que é graças a clorofila,
 que libera seu pigmento com tanta delicadeza.

Eu queria entender um pouco mais,
 E fui mais afundo que meus olhos podem ver,
 descobri a composição da molécula,
 e não é difícil de entender.
 Vou explicar pra você.

Em uma pequena parte da folha do boldo,
 temos três tipos de substâncias,
 cada uma unicamente impressionante,
 conheça suas discrepâncias.

O fenol é ácido e traz aquele aroma clássico.
 Além de ser uma hidroxila,
 que só aparece nos orgânicos.

O éter é quase puro oxigênio,
 mas ajuda a estruturar
 essa parte da molécula
 que devemos nos lembrar.

As aminas têm aroma
 e você pode até se ensaboar
 mas cuidado pra não explodir
 Afinal, composição não é tudo igual.

E você já sabe que o chá do boldo é polar
 senão não se misturava com água

e iria ser pior de tomar.
o gosto não é bom,
mas tem muitos benefícios
só cuide o excesso
pra não correr o risco.

4.5. PRODUÇÕES ESCRITAS

Trago aqui algumas ponderações sobre este tópico. Somos seres complexos e com muitas aptidões, desejos, curiosidades. Nem sempre nós, educadores, conseguimos medir de forma quantitativa a aprendizagem. Notas fracionárias não medem a ampla gama de paixões e conhecimentos proporcionados no espaço escolar, seja ele formal ou não. Acredito que a escrita e a fala têm um poder imenso, e por isso a importância de relatos escritos.

Os três itens abrangidos neste tópico estão fortemente relacionados às preferências, à curiosidade, ao mistério, à pesquisa, ao desenvolvimento intelectual individual, e estão intimamente relacionados à afetividade no processo de aprendizagem. No Domínio Afetivo da Taxonomia de Bloom, podemos chegar em subníveis mais complexos, pois tocam em pontos como justiça social e ambiental e crenças pessoais.

4.5.1. Estudos de Caso sobre Radioatividade

Os estudos de caso sobre Radioatividade foram propostos à época do estudo do átomo e do conceito de isótopo. Sempre um tema que chama a atenção, talvez por sermos atraídos pelo perigo e pelo desconhecido, foi também tema de muitas perguntas em sala de aula. Foram disponibilizados 5 diferentes temas para os estudantes: o acidente de Chernobyl, na União Soviética, o acidente de Fukushima, no Japão, o acidente com Césio-137 em Goiânia, a vida de Marie Curie e a descoberta da Radioatividade e o Projeto Manhattan, majoritariamente realizado nos Estados Unidos. A Tabela 4 mostra a distribuição de temas escolhidos pela turma. Destaca-se que apenas 23 estudantes entregaram a tarefa, que fora realizada no meio do ano letivo, sugerindo falta de motivação suficiente para um trabalho de maior complexidade e pesquisa bibliográfica.

Tabela 4. Distribuição de temas escolhidos pelos estudantes.

Tema	Nº alunos	%
Chernobyl	8	34,8
Fukushima	3	13,05
Césio-137	7	30,4
Marie Curie	3	13,05
Projeto Manhattan	2	8,7

Fonte: a autora

Nota-se uma preferência por Chernobyl e o caso de Césio-137 em detrimento dos demais. Isso pode ser interpretado pois Chernobyl já está presente no imaginário coletivo e na cultura popular, muitos filmes e séries sobre o tema em plataformas de *streaming*, inclusive assistidos pelos estudantes. Além disso, o caso de Césio-137 ocorreu no Brasil, então é compreensível um maior interesse por algo que ocorreu no próprio país. Os casos de Fukushima e Projeto Manhattan são pouco conhecidos tanto pela faixa etária quanto pelo pouco aparecimento dos temas na cultura popular. Confesso que me surpreendi com a baixa adesão ao estudo de caso sobre Marie Curie, visto que é uma cientista renomada que representa muito na luta contra desigualdades de gênero no campo da ciência.

Comentando um pouco mais o Estudo de Caso de Marie Curie, todas que fizeram o trabalho eram meninas, e o tema toca muito forte na questão da desigualdade de gênero em nossa sociedade, como o trecho elaborado nas considerações finais das alunas 20 e 15. A aluna 15, ainda, fez um comentário (Figura 20) enaltecendo a atividade e a vida de Marie Curie.

Mesmo após sua morte, Madame Curie é lembrada até os dias de hoje, não apenas por suas contribuições significativas à ciência como também por seu papel como pioneira da participação feminina na ciência no fim do século XIX. Ela abriu caminho para outras mulheres na pesquisa, dentre elas sua filha e seus netos. Marie ultrapassou limites impostos pela sociedade da época, e por isso se tornou uma grande inspiração para muitos. (Aluna 20)

Figura 20. Comentário da aluna 15 sobre o estudo de caso de Marie Curie.



Fonte: a autora

Graças a mulher como Marie Curie, hoje em dia mulheres podem ingressar em faculdades, estudar, e ter quase os mesmos direitos que os homens, tanto que a ONU determinou que o dia 11 de fevereiro seria o dia internacional das mulheres e meninas na ciência, claro que a luta por igualdade não foi completa, até porque existia, muita exclusão de mulheres mas hoje existem áreas da ciência que são dominadas por mulheres, medicina, bioquímica, enfermagem e psicologia por exemplo, possuem hoje mais publicações de mulheres do que de homens, porém em física mulheres ainda são grande minoria por exemplo. Hoje mulheres somam 54% dos estudantes de doutorado no Brasil, porém ainda assim as mulheres recebem menos reconhecimento no trabalho, provavelmente isso ocorre porque mulheres ainda não possuem os mesmos reconhecimentos que homens, fazendo com que haja poucas mulheres nos conselhos de empresas e que mulheres possuem salário mais baixo do que homens com o mesmo cargo. Marie Curie com certeza foi uma pessoa memorável, que deixou muitos legados, e mudou o mundo, ela deixou sua marca e fez com que mais mulheres pudessem deixar as suas. (Aluna 15).

Sobre o projeto Manhattan, foi comentado o potencial destruidor de armas nucleares, mas os alunos que fizeram este trabalho não entraram em análises mais profundas, talvez pela complexidade do tema ou falta de familiaridade, que influenciou no interesse em se aprofundar no tema. Em relação aos casos de Fukushima e Chernobyl, os estudantes apontaram descaso: em Chernobyl, pelos operadores que ocasionaram o acidente, além do governo encobrir por alguns dias o acidente. Em Fukushima: da empresa controladora da usina, pelas falhas de projeto e ignorância ao cenário geológico já conhecido do Japão. Acrescido à isso, no caso de Fukushima, os alunos apontaram o descarte de água radioativa no mar como algo grave, a exemplo do trecho escrito pela aluna 8.

[...]Não acho que seja possível de evitar esse derramamento, contudo, talvez se a filtragem fosse feita durante os anos, sendo estudada e acompanhada de uma maneira mais profunda, onde se tivesse uma garantia maior do que “provavelmente não se terá crises”, fosse uma melhor forma de conduzir esse caso. O governo japonês também poderia ser mais transparente e aberto em todo esse processo, disposto a discutir e explicar seus pontos, assim como reavaliar toda essa situação.

No estudo de caso sobre o Césio-137, foram apontados os impactos sociais na região, sobretudo nas vítimas sobreviventes e como o caso poderia ter sido evitado, a exemplo dos trechos retirados dos trabalhos dos alunos 26 e 16.

Por mais estranho que possa parecer, o maior impacto causado nesse acidente é o psicossocial. Quase sempre enxergamos os desastres radioativos como algo cruel pelas perdas físicas que são causadas, mas nesse caso os sobreviventes do acidente sofreram com insultos, exclusão social, falta de oportunidades e são vistos como monstros pelas pessoas mal-informadas, que infelizmente se fazem maioria. (Aluna 26).

aprendi muito com esse trabalho, ele mostra o quão gigante o mundo da química é além disso me mostrou como o ser humano é, com o caso de Goiânia mostrando que tudo aquilo que ele não sabe, ele hostiliza, quer destruir. Soluções para estas situações não se repetirem mais acho que não temos 100%, mas se fizermos o básico, já diminuem consideravelmente os riscos. Uma rápida explicação do porquê escolhi esse caso, foi por ser um assunto nacional, ver que aqui no Brasil também podem acontecer situações desse tipo. (Aluno 16).

É possível apontar, pelos trechos em destaque, que diferentes camadas no Domínio Afetivo e do Domínio Cognitivo se desvelam. Pelo Domínio Afetivo da Taxonomia de Bloom (BLOOM, KRATHWOHL, MASIA, 1973), observa-se indícios que remetem aos subdomínios de Acolhimento/Recepção, ao aceitarem o desafio e escolherem o tema com base em preferências e conhecimentos prévios; Resposta pela motivação e envolvimento na atividade, com aprofundamento do tema e de discussão, desde o cumprimento da tarefa até a Satisfação na Resposta, pelo prazer em descobrir e responder às perguntas; Valorização até o Cometimento, havendo um aprofundamento da concordância com valores e convicções pessoais; Organização, de forma mais tímida, com julgamento das situações a partir de dados e subjetividades.

A conexão com os temas de forma crítica, considerando que foram situações e pessoais reais envolvidas, pode proporcionar uma formação e solidificação de valores pessoais acerca da importância da ética e da ciência nas descobertas da humanidade, em suas obras e nos prejuízos causados caso estas sejam ignoradas ou suprimidas por interesses pessoais.

4.5.2. Relatos da Semana da Química e Feira de Ciências

Semana da Química

A Semana da Química realizada de forma online em meio a uma pandemia foi um evento muito particular no tempo. Todos confinados em casa, o que nos restava eram encontros online. Foi uma oportunidade de parar tudo (online) e assistir a palestras e discutir ciência. Com a correria dos trimestres e a limitação de físico, a presença em peso dos estudantes de diferentes séries do curso, professores e servidores dificilmente seria tão diversa no ritmo presencial regular.

Dos relatos produzidos, muitos falam de diferentes eventos, mas todos mencionam os TED Talks. Foi um momento muito feliz pois tivemos a perspicácia de promover um evento com temas que inundaram nossas aulas de perguntas. Creio que algumas, mas com certeza não todas, pudemos responder. Aqui podemos retomar o ponto de Ausubel e Novak que, para uma

aprendizagem significativa, é imprescindível que o evento educativo seja acompanhado da experiência afetiva (SANTOS, 2007).

Conforme Brandão (2016), o filósofo Agostinho de Hipona, ou Santo Agostinho (354 a.C. - 430 a.C.) construiu, ao longo de sua obra de debates filosóficos e teológico, uma teoria bem fundamentada sobre a teoria da beleza sensível. Na estética de Agostinho, a contemplação exerce um papel que transcende o prazer sensível ou emocional do contemplador.

Em entrevista à BBC em 1981, o físico ganhador do Prêmio Nobel Richard Feynmann (1918-1988), deu um discurso que ficou conhecido por "Ode a uma Flor", em que conta como discordava de um amigo seu, artista, que dizia apreciar a beleza de uma flor, mas que Feynmann, por ser cientista, iria fragmentar a ideia da flor e o resultado seria algo enfadonho. Discordante, ele acrescenta que não somente a flor macroscópica é bela - e disponível a todos que a veem - mas também é belo o processo de imaginar suas células e as complexas reações que ocorrem a nível microscópico.

Percebe-se, então, que ao longo da história da ciência, além da curiosidade intrínseca do ser humano, há também uma outra força motriz nos avanços científicos e na construção do conhecimento: a contemplação da natureza. Nesse sentido, olhar para o céu e admirar as estrelas é um gesto simples, mas carregado de muitos sentidos. Ao olhar para o céu, o ser humano passou a indagar e a tentar explicar o que eram as estrelas, como os corpos celestes se movimentam, como prever fenômenos astronômicos, como o planeta Terra surgiu, se nosso Universo teve uma origem etc.

Ouvindo os educandos em suas ansiosas perguntas sobre o Universo e suas particularidades misteriosas, em conjunto com outro professor de Química e dois professores de Física, elaboramos os TED Talks de Astronomia. Supostamente seriam palestras de 15 minutos, mas se estendiam com perguntas por mais de uma hora, dada a quantidade de público e de perguntas. Me dispus a apresentar a palestra intitulada "A Origem da Vida", ilustrado na Figura 21, enquanto outros colegas falaram da Origem e o que é o Universo, a Evolução Estelar e a Origem do Planeta Terra.

Avaliação de palestras e projetos científicos

Por fim, o contato direto com o trabalho de jovens cientistas e palestras sobre possibilidades acadêmicas também se mostram muito relevantes na formação dos educandos e educandas. Nestes relatos, observamos traços de motivação, reflexão, criticidade, autoavaliação e contemplação, importantes para conectar afetivamente os discentes à ciência e ao aprendizado.

Achei o trabalho extremamente pertinente, pois soluciona boa parte dos nossos problemas de reciclagem e agressão ao planeta causados pelo plástico não renovável. A cera de abelha apresenta boas propriedades para tal efeito, no entanto, senti falta de explicações a respeito da cera na vida das abelhas, se sua retirada é saudável para elas e quais seriam os efeitos em larga escala dos protótipos, uma vez que são nossos polinizadores. (Aluna 7)

Tal projeto visa responder como o extrato da espinheira-santa atua no tratamento de tal ferida, avaliando o potencial antibacteriano e a capacidade antioxidante dele através de uma avaliação *in vitro*. É incrível as propriedades que uma simples planta pode ter tantos benefícios e usos. O projeto me fez refletir sobre todas as possibilidades que a natureza pode nos oferecer. <3 (Aluna 25)

Destaco este relato, da aluna 26, sobre comparação com os demais e convicção de valores pessoais (que indicam características mais complexas do Domínio Afetivo).

[...] ir para fora do país para apresentar projetos ou fazer intercâmbio parece algo tão distante da minha realidade que dava até um desânimo de pensar *como assim mambinhe está no segundo ano e já passou em uma universidade estrangeira e eu nem sei o que irei comer no almoço?* [...] Concluo essa etapa do trabalho com uma reflexão específica que me fez ter muitas crises existenciais e me sentir bem ao mesmo tempo: “ser uma aluna nota 10 ou ser uma aluna nota 8 que vive e faz várias coisas?”, minha resposta pra isso é que mais que uma estudante de química que vai aprender muitos termos e processos científicos nesses anos, quero ser humana e completa da minha própria forma também, compartilhando esses momentos em coletivos e entre pessoas (talvez até plantas e animais), já que isso sim me torna eu e completa, feliz em aprender cada vez mais como futura profissional e como pessoa. (Aluna 26)

Interesse de pesquisa

Ao final do trabalho, os estudantes foram convidados a responder à pergunta: “No segundo ano, você terá uma disciplina chamada Projetos de Pesquisa, na qual você elaborará uma pesquisa em tema livre de sua escolha. Se tivesse que escolher agora, qual seria seu tema de pesquisa? Que pergunta gostaria de responder? O que lhe interessa? (tema livre, de ciências exatas ou humanas).

Muitas das respostas envolvem a justiça social, pelo cuidado com o meio ambiente, a erradicação da fome e outros problemas socioeconômicos da humanidade. Novamente, atrelam-se a valores e crenças pessoais e quem sabe, tenha relação com o último subdomínio do Domínio Afetivo (BLOOM KRATHWOHL, MASIA, 1973), a Caracterização. Relaciona-se com a internalização de valores, e consistência na atuação e no comportamento em relação a estes valores, chegando ao nível de filosofia de vida. Naturalmente, dada a subjetividade do subdomínio, bem como de todo o Domínio Afetivo, são percepções pessoais e científicas de quem passou um ano conhecendo estes alunos que, por sua vez, são universos complexos à parte. Alguns relatos são ilustrados a seguir.

“Se eu tivesse que escolher um tema de minha escolha para ser o meu tema de pesquisa, escolheria o efeito da música no ser humano, por que é tão importante e apreciada, bem como seus benefícios.” (Aluno 3)

“com certeza eu quero desenvolver um projeto capaz de gerar impactos positivos nos meios social, econômico e (principalmente) ambiental”. (Aluna 20)

“O tema da minha pesquisa, hoje, seria a emissão de gases do efeito estufa, mais especificamente como e se é possível retirá-los do ar. O futuro me interessa, se não tratarmos de assuntos como esse hoje talvez nosso futuro não exista”. (Aluna 25)

”Ambos os projetos foram um incentivo, no sentido de buscar sempre me desafiar, propor e pensar em projetos que visam uma melhoria na comunidade e no meu meio social, e que tenham um caráter inovador voltado para o bem estar e aprendizado, mesmo que a longo prazo. Acredito que dentro da matéria de projetos, eu gostaria de trabalhar algo que tenha, assim como eu citei acima, potencial social. Que sai das barreiras tecnológicas para alcançar um grande número de pessoas. Me interessa bastante a área agrícola, no sentido da melhoria dos solos, aprimoramento dos fertilizantes e adubos, análise de alimentos... Ou então o setor hídrico, que desde o Estudo de Caso (sobre Fukushima) vem me perseguindo, já que não consigo deixar de me perguntar qual destinação ideal para esses materiais contaminados com baixa ou alta radioatividade, e se realmente não há processo alternativo para esse casos em que as águas são tão claramente contaminadas. Mas, apesar de pequenas ideias e *inquietamentos*, ainda não pensei em um projeto específico. Se não tudo, pelo menos deu para refletir bastante sobre como inovar dentro das nossas limitações.” (Aluna 8)

Não sei muito bem sobre o que quero fazer, mas provavelmente será relacionado ao âmbito humanitário e como posso ajudar as pessoas, sem se misturar com a área da saúde que não me chama atenção. Provavelmente seria um projeto relacionado a um tipo de alimento que possa ser deixado exposto ao frio e ao calor sem estragar, de baixo custo e que possa auxiliar com a fome no mundo. Talvez a pergunta que eu gostaria de responder é: Por que ainda existem pessoas que passam fome enquanto outras põem comida fora? Eu sei que esse é um grande problema mundial, mas o que custa tentar? (Aluna 29).

4.6. POTENCIALIDADES PARA UMA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA

Expostas algumas práticas educativas desenvolvidas com a turma em questão, é necessário traçar um paralelo entre os resultados obtidos e sua potencialidade para a aprendizagem significativa. Retomando a visão clássica de Aprendizagem Significativa, de Ausubel (1968), o que o aprendiz já sabe é o mais importante fator isolado que influencia no processo de aprendizagem. Portanto, o ensino deve ser conduzido de acordo com esse ponto. Sob esta ótica, as condições para a aprendizagem significativa são a *potencialidade significativa* das práticas didáticas, ou seja, devem ter significado lógico e o aprendiz deve ter subsunçores (que se conectem aos novos conceitos) e a *pré-disposição* para aprender, a "intencionalidade de transformar em psicológico o significado lógico dos materiais educativos" (MOREIRA, 2006).

Na visão de Novak (1981), a aprendizagem significativa tem uma conotação mais humanista, subjazendo-se à "integração construtiva, positiva, entre pensamentos, sentimentos e ações que conduz ao engrandecimento humano". A integração entre pensamento, sentimento e ação pode ser positiva, negativa ou mista. A ótica de Novak, de encontro com o presente trabalho, é que quando a aprendizagem ocorre de forma significativa, o aprendiz cresce, tem boas sensações e sobretudo se predispõe a novas aprendizagens na área. Tem-se um efeito contrário quando a aprendizagem é sempre mecânica e os sujeitos desenvolvem uma espécie de recusa pela matéria de ensino (MOREIRA, 2006).

Moreira (2000) discute uma outra vertente de teoria de aprendizagem significativa: a crítica ou subversiva. Para a Teoria de Aprendizagem Significativa Crítica, a condição essencial é a predisposição para aprender. Em contrapartida à teoria de Ausubel, mudam as prioridades. Não basta adquirir conhecimentos para integrar-se à sociedade, devemos ser críticos a ela, sabendo quando se aproximar ou se distanciar. Estimular o questionamento, explorar a diversidade de materiais e estratégias e a aprendizagem pelo erro são alguns pontos dessa teoria.

Considerando as práticas propostas, o mapeamento do perfil da turma auxiliou consideravelmente no direcionamento da elaboração de materiais e propostas didáticas que partissem de tópicos conhecidos pelos educandos, além da integração com o ambiente que estivessem inseridos durante as aulas remotas. Um ponto de partida em comum para tentar balizar o início dos estudos de química em uma nova turma, em uma nova escola, uma nova realidade, com a expectativa de se conectar com alguns subsunçores prévios de cada estudante.

Sob o olhar mais humanista, a integração positiva entre sentimentos e afetos com a os pensamentos e ações levam a boas sensações e a uma predisposição pela aprendizagem, condição necessária para uma aprendizagem significativa. Ao analisarmos as produções e discursos dos alunos, é possível observar um engajamento, curiosidade e vontade de aprender, seja pela vontade de produzir um vídeo de um experimento ou pelo comprometimento em realizar uma tarefa complexa, como um estudo de caso, sobre um tema ainda não explorado, que no caso era a radioatividade. Ainda, mesmo ao final do ano, sem a necessidade de realizarem o trabalho de fotografia para passar de ano, a maioria dos estudantes realizou a difícil tarefa de pensar a química para além da sala de aula e das provas escritas.

A exemplo do trabalho de fotografia, relacionar a química com uma das formas mais íntimas de afeto, a arte, ora por boas correlações entre diferentes conteúdos aprendidos – indício de enxergar a química como ciência, e não como partes fragmentadas – ora por se expressar artisticamente pela escrita, com poemas, pode ser um indício de aprendizagem significativa. Ao menos - me voltando à humildade de professora que almeja que seus alunos aprendam de forma significativa – as condições necessárias para uma aprendizagem significativa estavam presentes nessas atividades. Contribuem para essa suspeita os relatos empolgados sobre a Semana da Química; os alunos poderiam apenas ligar a câmera para marcar presença virtual, mas o discurso empolgado, prolongado na sala de aula sobre o Universo, a vida e seus mistérios e em seus relatos escritos conferem evidências sobre o caráter motivacional para a independência na busca pelo conhecimento e pelas respostas às tão complexas perguntas que já faziam.

As análises críticas de situações e contextos nos estudos de caso, na avaliação de projetos de pesquisa – e na proposição de perguntas de pesquisa -, além da aprendizagem pelo erro, como ilustrado nos vídeos dos experimentos e conversa posterior, evidenciam potencialidades para uma aprendizagem significativa também crítica.

A relação com a afetividade auxilia na construção de memórias de longo prazo, ou memória declarativa, devido a respostas bioquímicas explicadas por teorias da neurociência. A resposta a estímulos e a neuroplasticidade permitem que novas memórias sejam criadas, e

memórias modificadas, de tal modo que novos conhecimentos possam ser incorporados – alguns subsunções se atualizam, outros são criados.

Por fim, é importante reiterar que a aquisição ou domínio de uma série de conhecimentos é um processo lento, normalmente não linear, com pausas, rupturas, continuidades. A aprendizagem é um processo contínuo entre aprendizagem mecânica, por vezes também demonstrada pelos estudantes, e aprendizagem significativa, objetivo maior do trabalho em sala de aula.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho buscou investigar a afetividade como meio facilitador na aprendizagem de química através de um relato de experiência, por diferentes caminhos: a curiosidade, o humor, o olhar crítico. Somos seres sociais e sensíveis e é impossível dissociar os afetos das relações. Relações com a aprendizagem, com a escola, com seus semelhantes em processo de construção identitária e de grupo. Neste caso específico, relação com a ciência e a aprendizagem de química.

Foram traçados alguns paralelos entre a Taxonomia de Bloom, como ferramenta para objetivos educacionais nos espectros cognitivo e afetivo, a aprendizagem significativa de Ausubel e Novak e sua relação com a neurociência na formação de memórias e aprendizagens. Diferentes tipos de atividades e intervenções em sala de aula foram realizados no período remoto pandêmico e no retorno presencial, ao fim do ano de 2021.

Cada sala de aula é heterogênea e rica em suas particularidades e diferenças, então é difícil precisar quais estratégias funcionam melhor de forma absoluta. O sucesso em processos de ensino-aprendizagem é extremamente complexo e depende do contexto socioeconômico, da saúde física e mental, do capital cultural e dos subsunçores que cada indivíduo carrega consigo. Depende dos interesses pessoais, das paixões e subjetividades do sujeito. Portanto, diferentes formas de pensar uma aula e as avaliações são imprescindíveis para que tenhamos educandos conscientes, críticos, motivados e interessados. Que desenvolvam e solidifiquem valores para se inserir num mundo tão diverso. Retomando Deleuze, ao falar sobre o que é uma aula em seu Abecedário, esta é movimento, é música. Consonante e, por vezes, dissonante.

Comparando os diferentes contextos, creio que é possível trabalhar à distância na excentricidade, aprender e ensinar de forma significativa, criar laços e afetos. Mas retomando o fato de que somos seres sociais, a corporeidade transcreve o afeto de forma única, permitindo intervenções didáticas que só o estar junto proporciona. Os olhos que veem um experimento em vídeo e ao vivo são os mesmos, mas o corpo, não.

Assim, acredito que a afetividade é um domínio tão importante para uma aprendizagem significativa quanto a aptidão matemática, o raciocínio lógico, a capacidade de comunicação e escrita etc. Afinal, é o que nos move.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACAPELLASCIENCE. **The molecular shape of you.** Youtube, 9 jun. 2017. Disponível em <https://www.youtube.com/watch?v=f8FAJXPBdOg>. Acesso em 09 set. 2022.

AQUINO, J. G. **Da autoridade pedagógica à amizade intelectual: uma plataforma para o ethos docente.** São Paulo: Cortez Editora, 2014.

AUSUBEL, D. P. **Educational psychology: a cognitive view.** New York: Holt, Rinehart, and Winston, 1968.

BIERBECK, D.; ANDRE, K. **The affective domain: beyond simply knowing.** In: Assessment in Different Dimensions: A conference on teaching and learning in tertiary education, 2009, Melbourne. Conference papers. [...] Melbourne: RMIT University, 2009. p. 40-47.

BLOOM, B. S. et al. **Taxonomy of educational objectives.** New York: David Mckay, 1956. 262 p. (v. 1).

BLOOM, B. S., KRATHWOHL, D. R., MASIA, B. B. **Taxionomia de objetivos Educacionais: domínio afetivo.** Tradução Jurema Alcides Cunha. Porto Alegre: Editora Globo, 1973. 205 p (v.2).

BOHLIN, R. M. **The Affective Domain: A Model of Learner-Instruction Interactions.** In: Proceedings of Selected Research and Development Presentations at the National Convention of the Association for Educational Communications and Technology (AECT). Proceedings [...] St. Louis: ERIC, 1998. p 39-44.

BRANDÃO, Ricardo E. Deus e o Belo: o papel da contemplação da beleza sensível na filosofia da natureza em Santo Agostinho. **Paralellus**, v.7, n. 15, p. 309-321, mai./ago. 2016.

BRASIL. **Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio.** Brasília: MEC/SESu, 1999.

BRASIL. **Química.** In: PCN+ Ensino Médio. Ciências da Natureza, Matemática e suas tecnologias. Brasília: MEC, 2002. p. 87-110.

BRASIL. **Ministério da Educação. Base Nacional Comum Curricular.** Brasília, 2018.

CAMPO-CABAL, G. Biología del aprendizaje. **Revista Colombiana de Psiquiatria**, v.41, p.22-30, 2012.

CARVALHO, F. A. H. Neurociências e educação: uma articulação necessária na formação docente. **Trabalho, Educação e Saúde**, v.8, n.3, p.537-550, 2011.

DA COSTA, M. L. A.; DE ALMEIDA, A. S.; DOS SANTOS, A. F. **A falta de interesse dos alunos pelo estudo de química.** In: X Colóquio Internacional "Educação e Contemporaneidade", 2016, São Cristóvão, SE. Anais [...] São Cristóvão: Educon, 2016. p.1- 7.

- DE LIMA, L. D.; BARBOSA, Z. C. L.; PEIXOTO, S. P. L. Teoria Humanista: Carl Rogers e a Educação. **Ciências Humanas e Sociais**, v. 4, n.3, p.161-17, maio 2018.
- DE LIMA, N. L. MOREIRA, J. O.; STENGEL, M. MAIA, L. M. As redes sociais virtuais e a dinâmica da internet. **Gerais: Revista Interinstitucional de Psicologia**, v. 9, n.1, jun 2016.
- DEL RÍO, M. J. **Comportamento e aprendizagem**: teorias e aplicações escolares. In: COLL, C.; PALÁCIOS, J.; MARCHESI, A. (Orgs.). Desenvolvimento psicológico e educação. Porto Alegre: Artmed, 1996, p.25-44.
- DOS SANTOS, F. M. T. As emoções nas interações e a aprendizagem significativa. **Revista Ensaio**, v. 9, n. 2, p.173-187, 2007.
- DOS SANTOS, F. M. T.; DE FRANCISCO, A. C.; KLEIN, A. I.; FERRAZ, D. F. Interlocução entre neurociência e aprendizagem significativa: uma proposta teórica para o ensino de genética. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, v.9, n.2, p. 149-182, mai/ago. 2016.
- FERRAZ, A. P. C. M.; BELHOT, R. V. Taxonomia de Bloom: revisão teórica e apresentação das adequações do instrumento para definição de objetivos instrucionais. **Gestão & Produção**. v. 17, n. 2, p. 421-431, 2010.
- FERREIRA, H. M.; VILLARTA-NEDER, M. A.; COE, G. S. C. Memes em sala de aula: possibilidades para a leitura das múltiplas semioses. **Periferia**, v.11, n.1, p.114-139, jan./abr. 2019.
- FEYNMANN, Richard. **The Pleasure of Finding Things Out**, 1981. Disponível em: <<https://www.bbc.co.uk/programmes/p018dvyg>>. Acesso em: 25 mai., 2022.
- FREIRE, Paulo. **Pedagogia da autonomia**: saberes necessários à prática educativa. São Paulo: Paz e Terra, 1996.
- GOGUS, A. **Bloom's Taxonomy of Learning Objectives**. In: SEEL, N. M. Encyclopedia of the Sciences of Learning. Boston: Springer, 2012. p.469-473.
- GONZAGA, L. R. V. ENUMO, S. R. F. Lindando com a ansiedade de provas: avaliação e relações com o desempenho acadêmico. **Boletim - Academia Paulista de Psicologia**, v. 38, n. 95, p. 266-277, jul./dez. 2018.
- GUERRA, L. B. Diálogo entre a neurociência e a educação: da euforia aos desafios e possibilidades. **Revista Interlocução**, v.4, n.4, p.3-12, 2011.
- HEIZMANN, T. **Tom Lehrer's "The Elements" animated**. Youtube, 19 ago. 2008. Disponível em <<https://www.youtube.com/watch?v=zGM-wSKFBpo&t=4s>>. Acesso em 09 ago. 2022.

IZQUIERDO, A. I.; MYSKIW, J. C.; BENETTI, F.; FURINI, C. R. G. Memória: tipos e mecanismos achados recentes. **Revista USP**, v.98, p.9-16, 2013.

KRATHWOHL, F. R. A Revision of Bloom's Taxonomy: An Overview. **Theory into Practice**, v.1, n.4, p. 212-218, 2002.

LAVILLE, C.; DIONNE, J. **A Construção do Saber**: manual de metodologia da pesquisa em ciências humanas. (Revisão técnica e adaptação da obra de Lana Mara Siman). Porto Alegre: Artmed, 1999.

LENT, R. **Cem bilhões de neurônios? Conceitos fundamentais de neurociência**. 2ª ed. Rio de Janeiro: Atheneu, 2010.

LUCAS, P. J.; AEAI, L.; LAW, C.; ROBERTS, H. M. Worked examples of alternative methods for the synthesis of qualitative and quantitative research in systematic reviews. **BMC Medical Research Methodology**, v. 7, n. 4, p.1-7, 2007.

LYNCH, D., RUSSELL, J. S. EVANS, J. C., SUTTERER, K.G. Beyond the Cognitive: The Affective Domain, Values, and the Achievement of the Vision. **Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice**, v. 135, n.1, p.47-56, 2009.

MAHONEY, A. A.; DE ALMEIDA, L. R. **A dimensão afetiva e o processo ensino-aprendizagem**. In: MANOHEY, A. A.; DE ALMEIDA, L. R. (Orgs.). Afetividade e aprendizagem - Contribuições de Henri Wallon. São Paulo: Edições Loyola, 2007, p. 15-24.

MANUAL DO MUNDO. **Beba um arco-íris - EXPERIMENTO DE FÍSICA**. Youtube, 17 nov. 2015. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=4bIaerF-TRg>>. Acesso em 19 set. 2022.

MANUAL DO MUNDO. **INCRÍVEL! Como DERRETER ISOPOR usando uma laranja**. Youtube, 20 nov. 2018. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=0wC1sqJwcIE> . Acesso em 10 set. 2022.

MARTIN, B. L.; BRIGGS, L. J. **The Affective and Cognitive Domains**: Integration for Instruction and Research. 1st Edition. Englewood Cliffs, New Jersey. Educational Technology Publications, Inc. 1986. 494 p.

MOREIRA, M. A. **Aprendizaje significativo**: teoría y práctica. Madrid: Aprendizaje Visor, 2000, 100p.

MOREIRA, M. A. **A Teoria da aprendizagem significativa e sua implementação em sala de aula**. 1ª Edição. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 2006.

MOREIRA, M. A. ¿Al final, qué es aprendizaje significativo?. **Qurrriculum**: revista de teoría, investigación y práctica educativa. La Laguna, Espanha. v. 25, p. 29-56, março 2012.

NOVAK, J.D. **Uma teoria de educação**. São Paulo: Pioneira, 1981.

NOVAK, J. D.; CAÑAS, A. J. A teoria subjacente aos mapas conceituais e como elaborá-los e usá-los. **Práxis Educativa**, v.5, n.1, p.9-29, 2010.

PAULA, E. **O lugar da afetividade na aprendizagem de crianças**. 2018. 16 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Pedagogia). Departamento de Humanidades e Educação, Universidade Regional do Noroeste do Estado - UNIJUÍ, Ijuí, 2018.

PINTO, R. A. Métodos de Ensino e Aprendizagem sob a Perspectiva da Taxonomia de Bloom. **Contexto & Educação**, v.96, p.126-155, maio/ago 2015.

PORTO, E. A. B.; KRUGER, V. **Breve Histórico do Ensino de Química no Brasil**. In: Encontros de Debates sobre o Ensino de Química, 33º, 2013, Ijuí. Anais [...] Ijuí: Editora Unijuí, 2013, p.1-8.

PRENSKY, M. **Nativos digitais, imigrantes digitais**. Tradução de Roberta de Moraes Jesus de Souza. On the horizon, v. 9, n. 5, p. 1-6, 2001.

PRODANOV, C. C.; DE FREITAS, E. C. **Trabalho Científico: Métodos e Técnicas da Pesquisa e do Trabalho Acadêmico**. 2ª Edição. Novo Hamburgo: Editora Feevale, 2013.

RAMOS, E. C. S. S.; BEZERRA, C. W. B. A arte no ensino da Química: a linguagem que transforma. **Research, Society and Development**, v 10, n.13, p.1-11, 2021.

ROSSI, T. Isolamento, interação e socialização: uma abordagem sociológica da suspensão do ensino presencial na formação de crianças e adolescentes. **Organizações e Democracia**, v. 22, n.2, p.103-118, Jul./Dez.,2021.

RIESGO, R. S. Anatomia da Aprendizagem. In: ROTTA, N. T.; OHLWEILER, L.; RIESGO, R. S. (Orgs.). **Transtornos da Aprendizagem: Abordagem Neurobiológica e Multidisciplinar**. Porto Alegre: Artmed, 2007, p. 9-27.

SAAVEDRA, M A. Algunas contribuciones de las neurociencias a la educación. **Revista Enfoques Educativos**, v. 4, n. 1, p. 65-73, 2002.

SALLA, F. O conceito de afetividade de Henri Wallon. **Nova Escola (online)**, ed. 246, out. 2011. Disponível em: <<https://novaescola.org.br/conteudo/264/0-conceito-de-afetividade-de-henri-wallon>>. Acesso em 10 mai 2022.

SANTOS, A. O.; SILVA, R. P. ANDRADE, D.; LIMA, J. P. M. Dificuldades e motivações de aprendizagem em Química de alunos do ensino médio investigadas em ações do (PIBID/UFS/Química). **Scientia Plena**, v. 9, n. 7, p.1-6, 2013.

SOUZA, T. M. A experimentação no ensino de química na educação básica entre a teoria e a práxis. **Ensitem - Ensino de Ciências e Tecnologia em Revista**, v. 12, n.1, p.39-51, jan./abr. 2022.

TAROUCO, L. M. R. **Taxonomia de Bloom**. [PowerPoint de apoio a disciplinas lecionadas no Programa de Pós-Graduação em Informática na Educação, lecionadas na UFRGS]. Disponível em: <<http://penta3.ufrgs.br/Flipped/oficina/Taxonomia%20de%20Bloom-apresentacao-resumo.pdf>>. Acesso em 06 mai 2022.

TASSONI, E. C. M.; LEITE, S. A. S. Afetividade no processo de ensino-aprendizagem: as contribuições da teoria walloniana. **Educação (Porto Alegre, impresso)**, v. 36, n.2, p.262-271, mai/ago, 2013.

TAVARES, R. Aprendizagem significativa, codificação dual e objetos de aprendizagem. **Revista Brasileira de Informática na Educação**, v.18, n.2, p.4-16, 2010.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL (UFRGS). **Projeto Pedagógico pedagógico para a Licenciatura em Química da UFRGS**. Porto Alegre: UFRGS, 2017. Disponível em: <http://www.iq.ufrgs.br/graduacao/images/ppedagogicos/LICENCIATURA-EM-QUMICA_revisao-23-05.pdf>. Acesso em: 12 set. 2022.

APÊNDICE A – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Nome Completo: _____

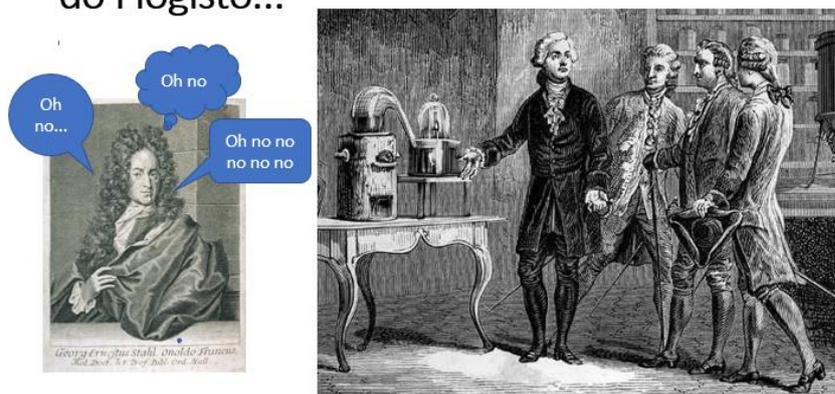
Declaro que estou ciente da minha participação como colaborador(a) voluntário(a) nas atividades desenvolvidas no trabalho de conclusão de curso (Licenciatura em Química - UFRGS) de autoria de Paola Del Vecchio, sob orientação da professora Daniele Trajano Raupp. Declaro que fui elucidado(a) de que se trata de uma investigação realizada na disciplina de Química Geral da 1ª série do Curso Técnico em Química da Fundação Escola Técnica Liberato Salzano Vieira da Cunha, durante o ano de 2021, e que busca analisar a influência de metodologias de ensino no processo de aprendizagem de química. Declaro ainda que fui esclarecido(a) que: a) as informações coletadas durante a elaboração desta pesquisa poderão ser divulgadas em publicações das áreas de Química, Ensino e Educação; b) os dados da investigação constituem atividades realizadas por mim e meus colegas de turma; c) a pesquisadora garante a privacidade e sigilo sobre a identidade dos participantes; d) posso consultar a autora do projeto, durante a execução desse, para solucionar qualquer dúvida sobre o desenvolvimento de suas atividades; e) não terei direitos autorais nem lucrativos sobre os resultados decorrentes desta pesquisa.

Estou de acordo com a declaração acima*: () Sim () Não

APÊNDICE B - EXEMPLOS DE *SLIDES* AUTORAIS USADOS EM AULA

Figura B-1. *Slide* usado na aula sobre leis ponderais, com referência a uma música presente em vídeos das redes sociais.

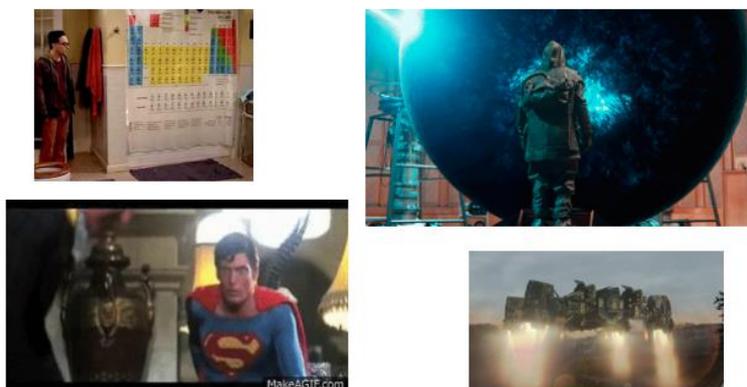
Seria uma pena se alguém refutasse a teoria do Flogisto...



Fonte: a autora.

Figura B-2. *Slide* usado na aula sobre tabela periódica, em referência a séries (*Big Bang Theory*, *Dark*, *The 100*) e o filme *Super Homem*.

O que você pensa quando se fala em elementos químicos?



Fonte: a autora.

Figura B-3. *Slide* usado na aula sobre ligações metálicas, com fotos de obras arquitetônicas brasileiras.



O que faz com que um cabo de aço não se rompa facilmente?



Fonte: a autora.

Figura B-4. *Slide* usado na aula sobre ligações covalentes, com um meme sobre gases nobres.

Ah os gases nobres...

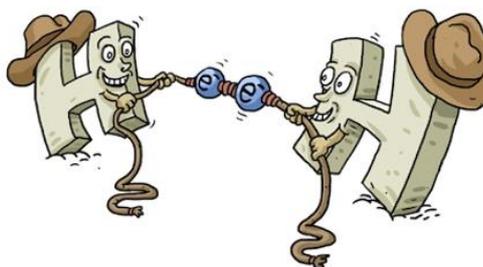


Fonte: a autora.

Figura B-5. *Slide* usado na aula sobre ligação covalente, usando um meme para contestar obstáculo epistemológico sobre átomos e ligações em uma figura facilmente encontrada na internet.



VOCÊ SABIA? Os átomos de H não são Hs gigantes que usam chapéu em um cabo de guerra e os elétrons não são bolinhas.



(Imagem puramente ilustrativa e 100% fake)

Fonte: a autora.

Figura B-6. *Slide* usado na aula sobre forças intermoleculares, com um meme do desenho Bob Esponja.

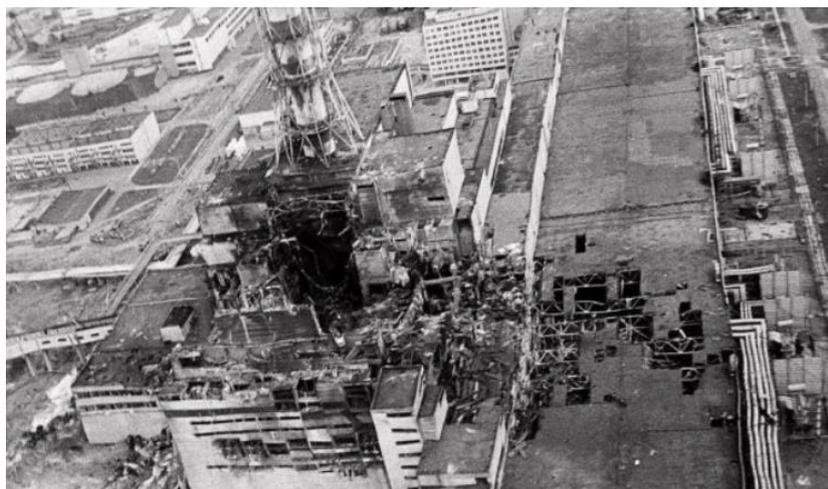
	<p>Forças dipolo induzido- dipolo induzido</p> 
	<p>Forças dipolo-dipolo</p> 
	<p>Ligação de Hidrogênio</p> 

Fonte: a autora.

APÊNDICE C – ESTUDO DE CASO SOBRE CHERNOBYL

Estudo de caso: Chernobyl

O desastre de Chernobyl foi um acidente nuclear catastrófico ocorrido entre 25 e 26 de abril de 1986 no reator nuclear nº 4 da Usina Nuclear de Chernobyl, perto da cidade de Pripiat (Прип'ят), no norte da Ucrânia Soviética, próximo da fronteira com a Bielorrússia Soviética.



Proposta: Você irá fazer uma pesquisa sobre o acidente de Chernobyl, além de estudar sobre isótopos radiativos. Para tanto, são sugeridos alguns materiais em vídeo e texto para embasar sua pesquisa:

- **(Recomendado): Minissérie Chernobyl (HBO)** – é bastante fidedigna e explica bastante coisas
- **(Recomendado): Manual do Mundo – Entramos na usina nuclear de Angra!**
– Para entender o funcionamento de uma usina nuclear
<https://www.youtube.com/watch?v=ZsR-2zkEwCM>
- (Recomendado): Brasil Escola – Radiações Alfa, Beta e Gama -
<https://www.youtube.com/watch?v=AwwBxeAHqD0>
- Vídeos do youtube – Para ver a contextualização histórica e mais detalhes
- **Veritasium: Chernobyl – What it's like today** (legendado) -
<https://www.youtube.com/watch?v=9DWnjcSo9J0>
- **Canal Nostalgia: Um dia em Chernobyl**
https://www.youtube.com/watch?v=soB_zeZhVc0

- **Canal Ciência Todo Dia: Chernobyl, a história completa**

<https://www.youtube.com/watch?v=DiGqjYkRQ6o>

Textos e reportagens (sugestões)

- Livro: O que é radiação - <http://www.aben.com.br/Arquivos/544/544.pdf>
- <https://portal.if.usp.br/fnc/pt-br/p%C3%A1gina-de-livro/radioatividade>
- <https://www.nationalgeographicbrasil.com/2019/06/o-que-aconteceu-desastre-chernobyl-uniao-sovietica-ucrania-energia-nuclear>

INSTRUÇÕES:

Com base no que foi assistido e lido em suas pesquisas, você deve fazer uma **produção escrita sobre o tema entre duas e cinco páginas** em que conste trechos relacionados às perguntas norteadoras:

- Qual a contextualização histórica e política do acidente de Chernobyl? O que estava acontecendo no mundo?
- Como o acidente aconteceu? Poderia ter sido evitado?
- Quais as consequências à União Soviética e ao resto do mundo?
- O que é radiação? Que tipos de radiação existem? Explique o que são partículas alfa, beta e raios gama.
- Quais efeitos biológicos a radiação de Chernobyl provoca?
- Quais os elementos químicos (isótopos radioativos) utilizados em Chernobyl?
- O que é decaimento de um isótopo radiativo?
- Que reação de decaimento ocorre com o isótopo radiativo em questão?
- O que é tempo de meia vida?
- Qual o tempo de meia vida dos isótopos utilizados na usina de Chernobyl? Por quanto tempo a cidade deve ficar isolada? É possível visitar Chernobyl hoje em dia?
- Qual a medida utilizada para conter a radiação dos reatores?

APÊNDICE D – ESTUDO DE CASO SOBRE CÉSIO-137

Estudo de caso: Goiânia, o maior acidente nuclear do Brasil

Em 1987, após a tragédia da Usina de Chernobyl, Goiânia era atingida por aquele que é considerado o maior acidente radiológico do mundo. A tragédia envolvendo o césio-137 deixou centenas de pessoas mortas contaminadas pelo elemento e outras tantas com sequelas irreversíveis.



Proposta: Você irá fazer uma pesquisa sobre o caso do césio 137 em Goiânia, além de estudar sobre isótopos radiativos. Para tanto, são sugeridos alguns materiais em vídeo e texto para embasar sua pesquisa:

- (Recomendado): Documentário - O brilho da morte: 30 anos do césio 137 - <https://www.youtube.com/watch?v=gCcTxnvZb-k>
- (Recomendado): Césio 137: 30 anos - Fantástico - 03/09/2017 - <https://www.youtube.com/watch?v=VUHLS1WL6FM>
- (Recomendado): Brasil Escola – Radiações Alfa, Beta e Gama - <https://www.youtube.com/watch?v=AwwBxeAHqD0>

Textos e reportagens (sugestões)

- Livro: O que é radiação - <http://www.aben.com.br/Arquivos/544/544.pdf>
- <https://portal.if.usp.br/fnc/pt-br/p%C3%A1gina-de-livro/radioatividade>
- G1: Maior acidente radiológico do mundo, césio-137 completa 26 anos (notícia de 2013) - <http://g1.globo.com/goias/noticia/2013/09/maior-acidente-radiologico-do-mundo-cesio-137-completa-26-anos.html>
- Artigo: Césio-137, um drama recontado - https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-40142013000100017

INSTRUÇÕES:

Com base no que foi assistido e lido em suas pesquisas, você deve fazer uma **produção escrita sobre o tema entre duas e cinco páginas** em que conste trechos relacionados às perguntas norteadoras:

- Como ocorreu o acidente do Cs¹³⁷ em Goiânia? Quais as consequências sociais provocadas na região?
- O acidente poderia ter sido evitado?
- Pensando na série de eventos que precederam o acidente, e, também, nos eventos após a contaminação, o que podemos fazer para evitar que acidentes assim ocorram novamente?
- O que é radiação?
- Que tipos de radiação existem? Explique o que são partículas alfa, beta e raios gama.
- Quais efeitos biológicos a radiação do césio provoca?
- Todo átomo de césio é radioativo?
- O que é decaimento de um isótopo radiativo?
- Que reação de decaimento ocorre com o isótopo radiativo em questão?
- O que é tempo de meia vida?
- Qual o tempo de meia vida do Césio 137? Por que os caixões das vítimas foram selados com chumbo?

APÊNDICE E – ESTUDO DE CASO SOBRE FUKUSHIMA

Estudo de caso: Fukushima

Em 11 de março de 2011 o Japão sofreu um trágico incidente triplo: ocorreu um acidente nuclear de Fukushima Daiichi, causado pelo derretimento de três dos seis reatores nucleares da usina. A falha ocorreu quando a usina foi atingida por um tsunami provocado por um maremoto de magnitude 8,7.



Proposta: Você irá fazer uma pesquisa sobre o acidente de Fukushima, além de estudar sobre isótopos radiativos e o impacto de um acidente dessa magnitude. Para tanto, são sugeridos alguns materiais em vídeo e texto para embasar sua pesquisa:

- **(Recomendado): BBC: Fukushima, o dia em que o Japão sofreu um triplo desastre**
<https://www.youtube.com/watch?v=rmL881wVgk8>
- **(Recomendado): Manual do Mundo – Entramos na usina nuclear de Angra!**
– Para entender o funcionamento de uma usina nuclear
<https://www.youtube.com/watch?v=ZsR-2zkEwCM>
- **(Recomendado): Brasil Escola – Radiações Alfa, Beta e Gama -**
<https://www.youtube.com/watch?v=AwwBxeAHqD0>

Vídeos do youtube – Para ver a contextualização histórica e mais detalhes

- Fatos Desconhecidos: Fukushima - Terremoto, tsunami e acidente nuclear
<https://www.youtube.com/watch?v=5mw1JJ0KdFc>

- CNN: Japão começará a liberar no mar a partir de 2023 a água tratada de Fukushima
<https://www.youtube.com/watch?v=X3anuPVkUQk>

Textos e reportagens (sugestões)

- Livro: O que é radiação - <http://www.aben.com.br/Arquivos/544/544.pdf>
- USP: Radioatividade
<https://portal.if.usp.br/fnc/pt-br/p%C3%A1gina-de-livro/radioatividade>
- DW: Japão decide despejar no mar água tratada de Fukushima
<https://www.dw.com/pt-br/jap%C3%A3o-decide-despejar-no-mar-%C3%A1gua-tratada-da-usina-de-fukushima/a-57186056>

INSTRUÇÕES:

Com base no que foi assistido e lido em suas pesquisas, você deve fazer uma **produção escrita sobre o tema entre duas páginas e cinco páginas** (que pode ser estruturada como texto dissertativo com subtítulos, em que conste trechos relacionados às perguntas norteadoras:

- Como o acidente aconteceu? Que eventos o precederam? Poderia ter sido evitado?
- No que o acidente de Fukushima difere do acidente de Chernobyl?
- Quais os impactos sociais e econômicos na comunidade atingida?
- O que é radiação?
- Que tipos de radiação existem? Explique o que são partículas alfa, beta e raios gama.
- Quais efeitos biológicos a radiação de Fukushima provoca?
- Quais os elementos químicos (isótopos radioativos) utilizados em Fukushima?
- O que é decaimento de um isótopo radiativo?
- Que reação de decaimento ocorre com o isótopo radiativo em questão?
- O que é tempo de meia vida?
- Qual o tempo de meia vida dos isótopos utilizados na usina de Fukushima?
- Recentemente, o Japão decidiu despejar no mar uma grande quantidade água radioativa. Qual isótopo radiativo permanece na água? Baseado na sua pesquisa, quais efeitos ambientais poderiam acontecer?

APÊNDICE F – ESTUDO DE CASO SOBRE MARIE CURIE

Estudo de caso: Marie Curie

Numa época em que a ciência era dominada pelos homens, Marie Sklodowska Curie (1867 – 1934) fez uma verdadeira revolução no meio científico e na própria história ao ser a primeira mulher do mundo a ganhar um Prêmio Nobel. Sua maior contribuição para a ciência foi a descoberta da radioatividade e de novos elementos químicos. É até hoje considerada uma das cientistas mais brilhantes que já existiu!

“Eu faço parte dos que pensam que a Ciência é belíssima. Um cientista em um laboratório não é apenas um técnico, ele é também uma criança diante de fenômenos naturais que o impressionam como um conto de fada. Não podemos acreditar que todo progresso científico se reduz a mecanismos, máquinas, engrenagens, mesmo que essas máquinas tenham sua própria beleza.”



Proposta: Você irá fazer uma pesquisa sobre a vida e as descobertas de Marie Curie, além de estudar sobre isótopos radiativos. Para tanto, são sugeridos alguns materiais em vídeo e texto para embasar sua pesquisa:

- **(Recomendado): Filme Radioactive (Netflix) – ótimo filme para contextualizar**
- **(Para assistir depois do filme) Marie Curie and the Spooky Rays: Crash Course History of Science (configurar a legenda para tradução automática>português) - <https://www.youtube.com/watch?v=7qIRjqUMX4E>**
- **(Recomendado): Brasil Escola – Radiações Alfa, Beta e Gama - <https://www.youtube.com/watch?v=AwwBxeAHqD0>**

Vídeos do youtube – Para ver a contextualização histórica e mais detalhes

- **Ted-Ed: O gênio de Marie Curie:**
https://www.youtube.com/watch?v=w6JFRi0Qm_s
- **Mulheres na História #78: MARIE CURIE, cientista e a primeira mulher a vencer um Prêmio Nobel:** <https://www.youtube.com/watch?v=V6xAI8635go>

Textos e reportagens (sugestões)

- Superinteressante: Marie Curie - a polonesa mais brilhante do mundo
<https://super.abril.com.br/historia/marie-curie-a-polonesa-mais-brilhante-do-mundo/>
- Livro: O que é radiação - <http://www.aben.com.br/Arquivos/544/544.pdf>
- USP: radioatividade - <https://portal.if.usp.br/fnc/pt-br/p%C3%A1gina-de-livro/radioatividade>
- Marie Curie – Discurso no Prêmio Nobel de 1911 (traduzir a página para português) - <https://www.nobelprize.org/prizes/chemistry/1911/marie-curie/speech/>

INSTRUÇÕES:

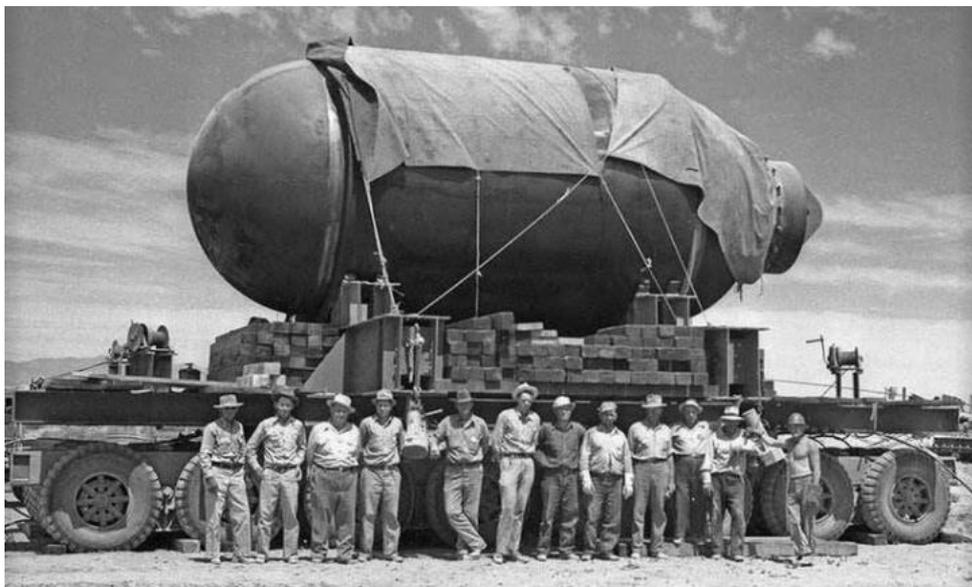
Com base no que foi assistido e lido em suas pesquisas, você deve fazer uma **produção escrita sobre o tema de duas a cinco páginas**, podendo ser estruturado com subtítulos.

- Falar sobre a vida de Marie Curie, os desafios encontrados ao longo de sua carreira de pesquisadora, o contexto do meio acadêmico da época (uma mulher poderia seguir facilmente na carreira científica? E se transpormos para os dias de hoje?) e suas principais descobertas.
- O que é radiação?
- Que tipos de radiação existem? Explique o que são partículas alfa, beta e raios gama.
- Quais efeitos biológicos a radiação pode provocar?
- Quais os elementos químicos (isótopos radioativos) descobertos por Marie e Pierre Curie? Quantos prótons, nêutrons e elétrons esses isótopos possuem?
- O que é decaimento de um isótopo radiativo?
- Que reação de decaimento ocorre com o isótopo radiativo em questão?
- O que é tempo de meia vida?
- Qual o tempo de meia vida dos isótopos estudados por Marie Curie?
- Qual o legado deixado pelas descobertas e vida de Marie Curie?

APÊNDICE G – ESTUDO DE CASO SOBRE O PROJETO MANHATTAN

Estudo de caso: Projeto Manhattan, Armas Nucleares e a Vitamina C

Com o início da Segunda Guerra Mundial e o medo generalizado do poder bélico alemão, o Governo dos Estados Unidos, tendo como aliados vários dos maiores cientistas da época, criou o Projeto Manhattan. Muitas foram as consequências, a exemplo de Hiroshima e Nagasaki, e ainda é um tema bastante controverso na história da ciência.



Proposta: Você irá fazer uma pesquisa sobre o Projeto Manhattan, suas motivações, objetivos e envolvidos, além de estudar sobre radioatividade e química nuclear. E a vitamina C? Bom, esta, por sua vez, foi grande objeto de estudo no fim de vida de Linus Pauling (aquele cientista que não é o criador do diagrama de distribuição eletrônica, apesar do nome), um grande nome contrário ao uso bélico de tecnologias nucleares e que deve constar na sua pesquisa. Para tanto, são sugeridos alguns materiais em vídeo e texto para embasar sua pesquisa, além de **perguntas norteadoras** (itens que devem constar na sua pesquisa e podem nortear):

- **(Recomendado) The Moment in Time: The Manhattan Project - LEGENDADO:** <https://www.youtube.com/watch?v=xwpgmEvlRpM>
- **(Recomendado) Hiroshima e Nagasaki marcam 75 anos de tragédia atômica:**

https://www.youtube.com/watch?v=xDVymyWpUCk&ab_channel=BBCNewsBrasil

- **(Recomendado) Ciência Todo Dia: O dia em que criamos um segundo sol na Terra:** https://www.youtube.com/watch?v=BPKG_l2NcGc
- **(Recomendado) Texto Revista FAPESP: A crítica da razão pura:** <https://revistapesquisa.fapesp.br/a-critica-da-razao-pura/>
- **(Recomendado) Nerdologia: Armas Nucleares:** <https://www.youtube.com/watch?v=mgaX6gd1F0E>
- **(Recomendado): Brasil Escola – Radiações Alfa, Beta e Gama -** <https://www.youtube.com/watch?v=AwwBxeAHqD0>

Mais sugestões

- **Tudo se Transforma, História da Química, Linus Pauling -** <https://www.youtube.com/watch?v=K4Hc7sXap5Q>
- **Breves Biografias: Linus Pauling -** <https://www.youtube.com/watch?v=jZmsZm5mPsc&t=184s>
- **The Atomic Bomb: Crash Course History of Science #33 (configurar em traduzir automaticamente e escolher o idioma, caso necessário):** <https://www.youtube.com/watch?v=w4q1fG1vh5I>
- **Superinteressante: Como a vida de Linus Pauling pode inspirar a sua -** <https://super.abril.com.br/ciencia/como-a-vida-de-linus-pauling-pode-inspirar-a-sua/>
- **Livro: O que é radiação -** <http://www.aben.com.br/Arquivos/544/544.pdf>
- **USP: radioatividade -** <https://portal.if.usp.br/fnc/pt-br/p%C3%A1gina-de-livro/radioatividade>

***BÔNUS: uma sugestão de filme clássico *não cringe* com a temática (é ficção, ok?): Doutor Fantástico (Dr. Strangelove or: How I Learned to Stop Worrying and Love the Bomb) de 1964 e dirigido por ninguém menos que Stanley Kubrick.**

INSTRUÇÕES:

Com base no que foi assistido e lido em suas pesquisas, você deve fazer uma **produção escrita sobre o tema de duas a cinco páginas**, com estrutura de texto dissertativo, que pode ser escrito com subtítulos, em que constem itens relacionados às perguntas norteadoras:

- Qual o contexto histórico da época, quem participou e o que foi o Projeto Manhattan?
- Quais cientistas importantes na história da química participaram do Projeto? Por quê? Houve arrependimento?
- Que consequências o Projeto Manhattan teve para o mundo (entre coisas boas e ruins)?
- O que é radiação? Que tipos de radiação existem? Explique o que são partículas alfa, beta e raios gama.
- Quais efeitos biológicos a radiação pode provocar? Você pode usar como exemplo o caso de Hiroshima e Nagasaki.
- Que tipos de reação ocorrem em uma bomba atômica? E quais isótopos foram utilizados em *little boy* e *fat man*?
- Quem foi Linus Pauling? Qual sua posição frente a armas nucleares? E quais suas principais descobertas?

APÊNDICE H – EXEMPLOS DE QUESTÕES DE AVALIAÇÕES

1) Questão sobre ligações covalentes - dissertativa

Manequinha tirou carteira de motorista e resolveu dar carona para seu professor favorito, Leandrinho. O professor estava muito feliz com a consciência ambiental de Manequinha, que pôde optar por um carro elétrico, afinal eles vivem na Europa. Em carros convencionais a gasolina, um dos problemas ambientais atrelados é a liberação de gases de efeito estufa pelos canos de escapamentos dos veículos. Como exemplo, temos o monóxido de carbono (CO), gás molecular tóxico. Responda aos itens a seguir:

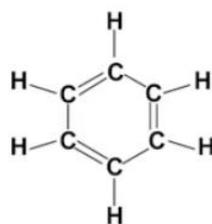
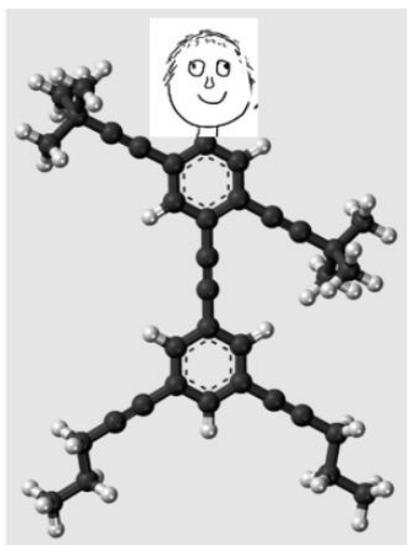


Fonte: a autora.

- Represente, por meio da notação de Lewis, a ligação covalente desse gás. Apresente, também, a carga forma dos átomos na estrutura, a fim de que você encontre a estrutura que melhor representa essa substância (10 pontos) (Anexar foto ou pdf da resolução).
- Qual é o tipo de ligação que ele apresenta e qual é a diferença da ligação covalente apresentada pelo dióxido de carbono (CO₂)? (4 pontos)
- Quantas ligações sigma e pi ocorrem entre os átomos de C e O? (4 pontos)

2) Questão sobre ligações covalentes/ressonância – objetiva

Em 2003, o cientista e professor James Tour fez a síntese de moléculas com formas humanas, como o nanogaroto e o nanobailarino. O objetivo? Usá-las para o ensino de química orgânica! Se você ficar curioso, existe até a molécula de nanocarro (why not?). Como projeto para a feira de ciências, Francisco sintetizou a molécula nanoManequinha, conforme imagem abaixo. Note que na estrutura existem dois anéis de benzeno (6 átomos de carbono ligados entre si, fechando um ciclo, e com um átomo de hidrogênio ligado a cada carbono), com um círculo pontilhado no meio. A linha pontilhada indica que...”



Anel de benzeno

Fonte: a autora.

- (A) Os átomos estão ligados uns aos outros fechando um ciclo de forma arredondada.
- (B) Existe mais de uma possibilidade de estrutura de Lewis para o benzeno, e a linha pontilhada indica que o anel é um híbrido de ressonância.
- (C) Os átomos realizam ligações coordenadas entre si.
- (D) A carga formal dos átomos de carbono são diferentes de 1.