

Educação 5.0: uma proposta para o ensino- aprendizagem da temática poluição do ar

¹Gouveia, Francilaine C. ²Capri Neto, Ângelo; ³Capri, Maria R.

¹Secretaria do Estado do Rio de Janeiro, SEEDUC -RJ – Ciências, Escola de Engenharia de Lorena, Universidade de São Paulo, Lorena – SP – Brazil

²Departamento de Engenharia dos Materiais, Escola de Engenharia de Lorena, Universidade de São Paulo, Lorena – SP – Brazil

³Departamento de Engenharia Química, Escola de Engenharia de Lorena, Universidade de São Paulo, Lorena – SP – Brazil

fran.calixto@alumni.usp.br, capri@usp.br, mariarosa@usp.br

Abstract. *Education 5.0 is characterized by the importance given to socio-emotional skills such as creativity and collaboration. In this work, a didactic sequence was applied, with an approach in Science, Technology, Society and Environment (STSE), in the teaching of chemistry with the theme of air pollution in order to promote scientific literacy. The methodology adopted was Problem-Based Learning (PBL), which contributes to the development of socio-emotional skills. This proposal was applied to a second-year high school class, divided into groups, who were asked questions related to the consequences of air pollution on the environment, buildings and health. In addition to the scientific literacy achieved, the students proposed citizen actions to mitigate the effects of pollution with the creation of dissemination and clarification pages for the population on social media. These results show that the proposal fits into the new educational paradigms of education 5.0, as it led students to act as conscious and active citizens in solving their community's problems.*

Resumo. *A educação 5.0 caracteriza-se pela relevância dada para as habilidades socioemocionais como criatividade e colaboração. Neste trabalho foi aplicada uma sequência didática, com abordagem em Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA), no ensino da química com o tema poluição do ar de modo a promover o letramento científico. A metodologia adotada foi a Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP), que contribui no desenvolvimento de competências socioemocionais. Esta proposta foi aplicada em uma turma do segundo ano do Ensino Médio. Os alunos foram divididos em grupos e cada grupo recebeu perguntas problemas relacionados às consequências da poluição do ar sobre o meio ambiente, edificações e a saúde. Além do letramento científico alcançado, os alunos propuseram ações cidadãs para mitigar os efeitos da poluição com criação de páginas de divulgação e esclarecimentos para a população em mídias sociais. Estes resultados mostram que a proposta se enquadra nos novos paradigmas educacionais da educação 5.0, pois levou os alunos a agirem como cidadãos conscientes e ativos na solução dos problemas da sua comunidade.*

1. Introdução

Atualmente, considera-se relevante o desenvolvimento de propostas pedagógicas com questões relacionadas ao cotidiano dos alunos para uma efetiva aprendizagem. Isto pode ser encontrado em documentos que servem de referência e suporte para o professor como a BNCC (Base Nacional Comum Curricular). Este documento destaca a necessidade de se trabalhar com temas articulados a metodologias de ensino com uso das tecnologias digitais para o desenvolvimento do currículo escolar. Os conhecimentos adquiridos na escola podem e devem ser utilizados para identificar, equacionar e propor soluções para problemas reais, sentidos e vividos pelos estudantes no seu cotidiano, seja na escolar ou na sua casa (ou bairro, ou cidade) (BNCC, 2018).

Dentro deste contexto, temos a educação 5.0 que se caracteriza pela relevância dada para as habilidades socioemocionais dos alunos, procurando estimular o desenvolvimento de *softskills*, tais como criatividade, comunicação, colaboração entre outros. Entende-se que essas habilidades são importantes ao longo do processo escolar e que são valorizadas no ambiente de trabalho, avaliadas por meio da comunicação, da capacidade de resolução de problemas, da gestão de conflitos, do trabalho em equipe, da empatia, entre outros. Estratégias didáticas que valorizam o trabalho em equipe e proponham desafios reais aos estudantes se encaixam perfeitamente neste novo paradigma educacional (FELCHER, BLANCO e FOLMER, 2022).

Santos, Oliveira e Carvalho (2019) destacam que o desenvolvimento das habilidades da educação 5.0 citadas anteriormente pode ser alcançada de forma mais fácil com o uso das tecnologias digitais (TD) juntamente com as metodologias ativas.

Em relação às tecnologias digitais, Moran (2017) considera que atualmente são muitas as possibilidades e essas são acessíveis, podendo ser utilizadas a qualquer momento e lugar. Ele considera primordial o papel do professor como inovador e incentivador ao propor situações que utilizem as TD. Desta forma, o que faz a diferença não são os aplicativos utilizados, mas a forma como são trabalhados para a promoção da aprendizagem que, para este autor, deve ocorrer de forma acolhedora. Para isto, ele cita com ferramentas relevantes qualquer aplicativo, plataforma ou rede social, desde que adequadamente utilizado pelos alunos, com orientação e acompanhamento pelo docente.

Para a promoção da educação 5.0 Felcher e Folmer (2021), apontam o uso das TD em sala de aula, juntamente com as metodologias ativas que colocam o aluno no centro do processo de ensino aprendizagem. Essas autoras consideram que aliando metodologias ativas às TD favorecem a formação integral deste aluno.

As metodologias ativas colocam o aluno no centro do processo de ensino aprendizagem, o professor atua como mediador e facilitador no processo de ensino-aprendizagem. Nesta estrutura o aluno passa a ser desafiado a resolver os problemas apresentados e buscar ativamente caminhos para encontrar soluções. Como resultado, têm o desenvolvimento de competências socioemocionais na medida em que o aluno participa e sente-se valorizado com as descobertas que realiza, desenvolvendo sua autonomia (BERBEL, 2011).

Nesta proposta, empregamos a metodologia ativa Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP), na qual os alunos são divididos em grupos e desafiados a resolver problemas relacionados com a vida real, o que contribui para o desenvolvimento de habilidades socioemocionais como: criatividade, trabalho em equipe, criticidade, entre

outros (MUNHOZ, 2015). Este autor pontua que são vários os caminhos para se resolver um problema e que a descoberta e avaliação crítica destes caminhos contribui para a aprendizagem de forma efetiva.

Assim, são vários os caminhos a serem percorridos na metodologia ABP, se encaixando perfeitamente para a promoção da educação 5.0 visto que esta pressupõe um currículo menos linear e mais flexível. Além do desenvolvimento das habilidades socioemocionais, a educação 5.0 busca uma sociedade melhor pois estimula o pensamento crítico e a formação cidadã, incluindo o uso adequado das TD e respeito com a sociedade e o meio ambiente (FELCHER E FOLMER, 2021).

De acordo com Cerutti (2017), os estudos com abordagem em Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA) privilegiam a problematização de questões cotidiano relacionando a tecnologia com o desenvolvimento social e ético no meio em que vivemos. A educação dentro da perspectiva CTSA tem como objetivo desenvolver a criticidade e autonomia relacionadas ao contexto do mundo real e sua relação com o conhecimento científico.

Moretti (2019) utilizou uma sequência didática com o tema poluição do ar na disciplina de química na perspectiva Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA) e como resultado percebeu que os alunos apresentaram uma mudança ao longo da proposta no que se refere aos impactos da poluição no meio ambiente

Azevedo et al (2021), Moretti (2019), Rossetto, Gregório e Raupp (2022), pontuaram que ao final da aplicação da proposta com esta temática, os alunos mudaram seus discursos, demonstrando conscientização, criticidade, reflexão em relação à adoção de medidas que visem mitigar os efeitos da poluição na sociedade.

O objetivo deste trabalho foi aplicar uma sequência didática, com abordagem em Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente para o ensino da química envolvida nos efeitos da poluição do ar sobre o meio ambiente de uma cidade fortemente impactada em termos sociais e econômicos por uma indústria poluidora, de modo a promover o letramento científico dos alunos. Além disto buscou-se verificar a contribuição do uso das TD para a promoção da Educação 5.0 no desenvolvimento da metodologia ABP de modo a promover o letramento científico dos alunos.

2. Metodologia

A presente pesquisa foi realizada com estudantes de uma escola Estadual situada na cidade de Volta Redonda no Sul do Estado do Rio de Janeiro. O trabalho foi desenvolvido em uma turma do 2º Ano do Ensino Médio do curso Normal (formação de professores) com 29 alunos, na disciplina de Química.

A avaliação foi do tipo formativa e qualitativa durante todo o processo utilizando como tema a poluição do ar. As fontes de coletas de dados foram um pré-teste, observação do comportamento e desempenho dos alunos nas aulas, participação dos alunos na resolução dos problemas e elaboração do produto final.

As respostas dos alunos referente às questões do pré-teste foram organizadas e analisadas por meio de um modelo de categorização baseado em referenciais teóricos, detalhados no item resultados e discussão.

A pesquisa, como de praxe neste tipo de estudo, iniciou-se com a apresentação da proposta para a Direção da Escola, Professores e alunos participantes, obtenção das autorizações pertinentes e foi desenvolvida em 5 etapas detalhadas a seguir:

Primeira etapa: Avaliação dos conhecimentos prévios dos alunos com a aplicação de um pré-teste com 6 questões abertas (quadro 1) com os conteúdos que serviram como base para o estudo do tema poluição do ar trabalhados nos anos anteriores.

Para isto, foi realizada uma análise do currículo de algumas disciplinas que abordam esse conteúdo como: Ciências (Ensino Fundamental), Geografia (Ensino Fundamental e Médio), Física (Ensino Médio) e Química (Ensino Médio).

Quadro 1 – Questões do pré-teste

Questão	Pergunta
1	O que é a atmosfera terrestre?
2	Quais são os principais gases que formam a atmosfera terrestre?
3	O que é a camada de ozônio?
4	O que é o efeito estufa?
5	Qual a relação do efeito estufa com o aquecimento global?
6	O que é a chuva ácida?

As respostas dos alunos na realização do pré-teste foram categorizadas de 0 a 4 pelo professor pesquisador utilizando a análise de categorização de acordo com Moraes (1999): as informações são separadas; depois são transformadas em conteúdo; após isto, são categorizadas e, finalmente, descritas e interpretadas. Dessa maneira, foram adotadas as características para cada categoria mostradas no quadro 2:

Quadro 2: categorização das respostas

Categorias	Descrição
0	Quando o aluno não responde à questão.
1	Quando o aluno não responde corretamente, demonstrando não identificar os conceitos relacionados com o tema.
2	Quando o aluno apresenta algum conceito relacionado ao tema, mas não formula uma resposta correta.
3	Quando o aluno responde corretamente, identificando conceitos relacionados ao tema, mostrando algum nível de conhecimento científico.
4	Quando o aluno responde corretamente com justificativas e ou exemplos, demonstrando um maior nível de conhecimento científico.

Segunda etapa: Aula expositiva abordando os conteúdos pertencentes ao questionário prévio. Foram utilizados vídeos de curta duração com o intuito de minimizar a dispersão dos discentes. Durante a exibição desses vídeos, o docente efetuava interrupções com o propósito de aprofundar os conceitos abordados.

Terceira etapa: Organização dos grupos, definição do líder e secretário de cada grupo. Foram elaboradas três perguntas problemas relativas ao tema proposto, sendo

que cada uma deveria ser respondida por dois grupos de forma independente. A distribuição das perguntas para os grupos foi feita por meio de sorteio (Quadro 3), seguida de uma orientação para a pesquisa.

Quadro 3- Perguntas problemas relacionadas à poluição do ar

GRUPOS	PERGUNTAS PROBLEMA
1 e 2	Como a poluição do ar pode afetar a saúde das pessoas que vivem na sua cidade?
3 e 4	Como a poluição do ar pode afetar os fatores bióticos (fauna e flora) da sua cidade?
5 e 6	Como a poluição do ar pode afetar o ambiente físico (fatores abióticos como monumentos, residências...) da sua cidade?

Para a resolução dos problemas, os 29 alunos participantes foram orientados a realizarem pesquisas bibliográficas, pesquisa de campo, devidamente registradas e fundamentadas em algum conteúdo de Química dentre os tópicos reações químicas, funções inorgânicas, estequiometria, soluções, misturas, equilíbrio químico, cinética química, química no cotidiano, gases, termoquímica, unidades de concentração, oxirredução, classificação dos elementos químicos, ligações químicas.

Quarta etapa: Orientação para a resolução do problema (em sala de aula).

Quinta etapa: Apresentação da situação problema resolvida para a turma, elaboração um produto final destinado a mitigar os efeitos da poluição estudado pelo grupo, trabalho que chamamos de ação cidadã, uma vez que esta ação se dirigiu à comunidade extraclasse.

4. Resultados e discussão

Os resultados serão apresentados por etapas segundo o descrito na metodologia.

Primeira etapa: Esta etapa contou com a participação de 20 alunos. O pré-teste foi aplicado individualmente e sem consultas em uma aula de 50 minutos. As 6 questões do pré-teste foram elaboradas com o objetivo de identificar os conhecimentos científicos dos alunos sobre os itens relacionadas ao problema poluição do ar.

Antes de relatar os resultados encontrados para cada uma das questões é importante ressaltar as observações da professora pesquisadora neste momento. Durante a realização do pré-teste, os alunos mostravam-se pouco à vontade e inseguros, quanto ao conteúdo abordado. Os alunos relataram que já haviam visto o conteúdo em anos anteriores e não compreendiam o porquê de estarem com dificuldades para responder cada uma das questões.

No quadro 4, são mostradas as falas de cinco alunos após a realização do pré-teste.

Quadro 4: Relatos dos alunos após a realização do pré-teste

Aluno	Relatos
1	“não me lembrei da resposta, mas que já estudei”
2	“me senti burra”
3	“O fato de não ter lembrado se deve a aprender decorando ou memorizar para fazer a prova”
4	“não consegui escrever, mas sabia”
5	“desculpe professora, mas não consegui responder direito”

As respostas acima destacadas mostram que o conteúdo foi acessível aos alunos, porém eles não conseguiram responder às questões adequadamente, demonstrando que a aprendizagem não foi significativa.

Morales (2014) comenta sobre a necessidade de mudanças nas práticas pedagógicas para o ensino de ciências voltado para a promoção de uma aprendizagem que seja significativa para a vida do aluno. Respostas como as mostradas no Quadro 3, demonstram que os conteúdos ofertados nos anos anteriores podem ter sido trabalhados de forma fragmentada e/ou descontextualizada da realidade.

Analisando as respostas dos alunos na figura 1 em relação à pergunta 1, pode-se perceber que somente 24% dos alunos mostraram algum nível de conhecimento científico ao responder, mas nenhum dos alunos conseguiu extrapolar a explicação com uma justificativa para ser classificado na categoria 4. Nas respostas classificadas na categoria 3, temos os seguintes exemplos: *“Camada de gases que envolve o planeta” e “Atmosfera terrestre é a camada de ar que envolve a terra. Ou qualquer outro planeta”*, percebe-se que os alunos definem o que é a atmosfera, mas não explicam sua função e/ou importância.

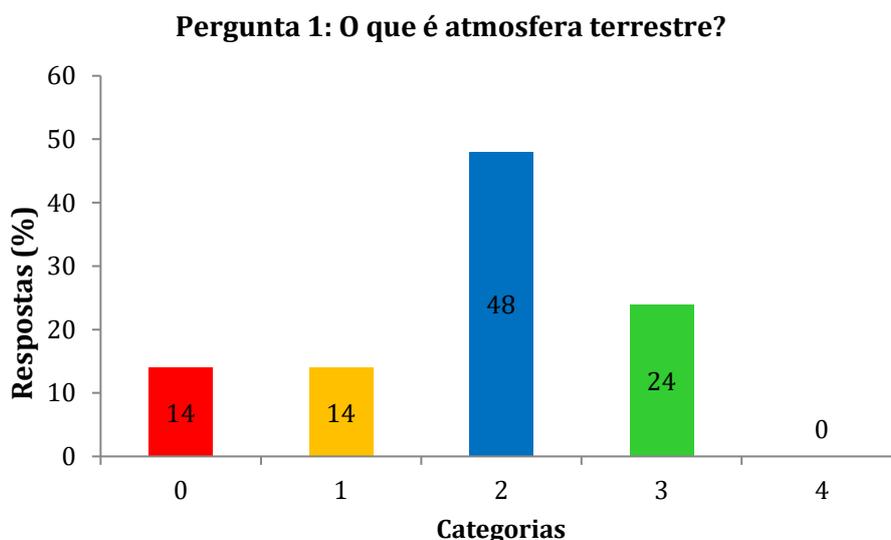


Figura 1: categorização das respostas dos alunos para a pergunta 1.

Ainda sobre a primeira pergunta, 48% dos alunos, apesar de apresentarem algum conceito em relação a esse conteúdo, não formulam uma resposta com o objetivo esperado. Respostas como: “*É a camada que protege a Terra*” e “*É a camada que envolve o planeta*”, mostram-se insuficientes para tal questão.

Analisando o Currículo da Secretaria de Educação do Estado do Rio de Janeiro, as habilidades e competências para se responder a essa pergunta foram trabalhadas na disciplina de Ciências, no sexto ano do Ensino Fundamental, dentro do tópico: identificar os materiais constituintes da hidrosfera, atmosfera e litosfera (RIO DE JANEIRO, 2013).

Pergunta 2: Quais são os principais gases na atmosfera terrestre?

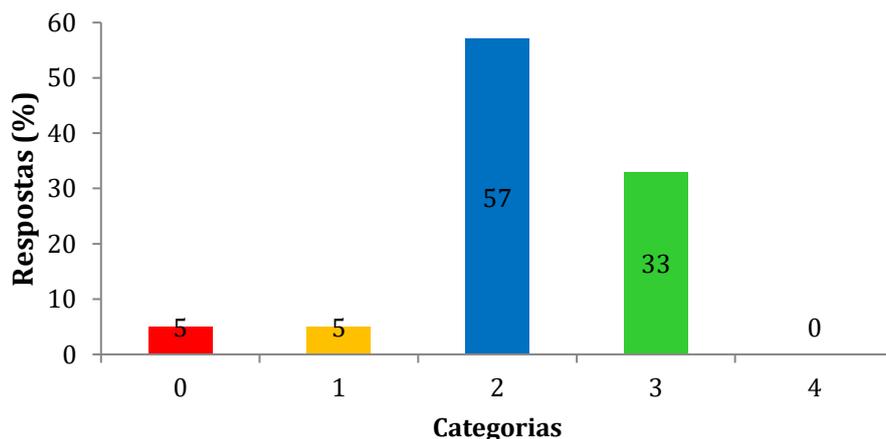


Figura 2: categorização das respostas dos alunos para a pergunta 2

Em relação à pergunta 2 mostrada na figura 2, a maioria dos alunos (57%) reconhece alguns gases presentes na atmosfera (parecendo ser de forma aleatória), não conseguindo identificar de forma clara os principais. Observou-se que 85% dos alunos citaram o gás oxigênio como um dos principais gases constituintes da atmosfera e 70% dos alunos citaram erroneamente o gás carbônico como um dos principais gases e

somente 45% dos alunos relacionaram o gás nitrogênio como o principal gás da atmosfera terrestre.

Esse conteúdo também foi trabalhado no 6º ano, na disciplina de Ciências e, provavelmente, podem ter confundido os nomes dos gases por terem contato com essa nomenclatura há alguns anos.

O motivo de não conseguirem responder essa indagação de forma esperada pode estar relacionado com o fato de os alunos terem visto esse conteúdo no início do Ensino Fundamental e, portanto, não apreenderam o conceito.

Pergunta 3: O que é camada de ozônio?

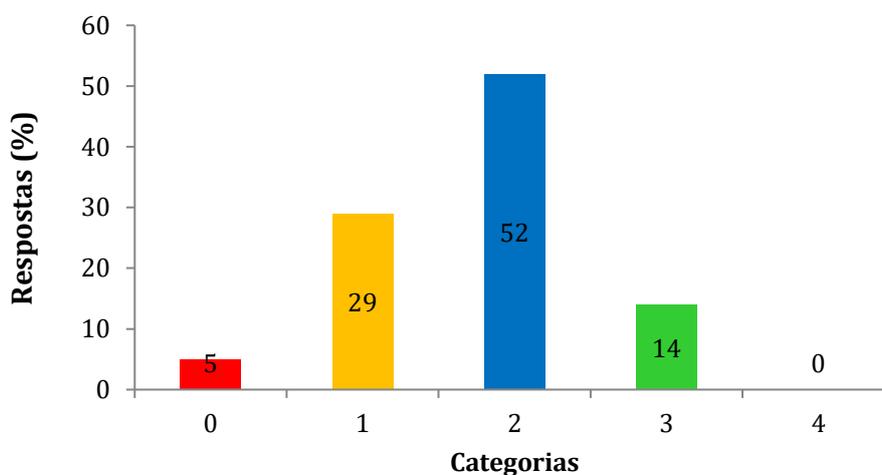


Figura 3: categorização das respostas dos alunos para a pergunta 3.

Em relação à pergunta 3, a maioria dos alunos (52%), apresentou algum conceito relacionado com o tema, mas não conseguiu formular a resposta de forma satisfatória, como é mostrado na figura 3. Foram dadas respostas como *“altas camadas da atmosfera”* e *“é uma camada que envolve a terra para proteger”*, não sendo consideradas suficientes para categorizá-las no nível 4.

Pergunta 4: O que é o efeito estufa?

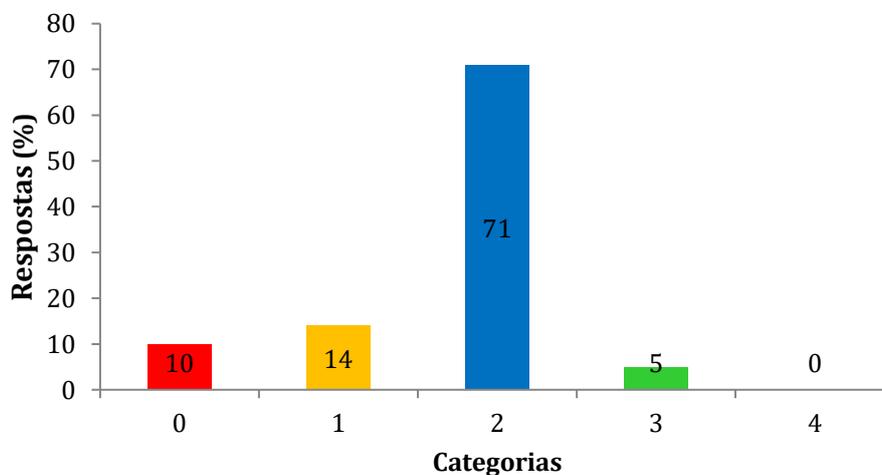


Figura 4: categorização das respostas dos alunos para a pergunta 4.

A quarta pergunta (Figura 4), teve como objetivo identificar se os alunos reconhecem o efeito estufa como fenômeno natural importante para a manutenção da vida no planeta. Nesta questão, a maioria dos alunos (71%) também manifesta algum conceito relacionado com o tema, mas não consegue formular uma resposta completa. Respostas, como: *“É uma consequência do aquecimento global, que provoca o calor”* e *“É o efeito estufa que faz que o calor fique retido na atmosfera, se não existisse tudo iria congelar”* mostram que os alunos relacionam esse efeito ao calor no planeta, mas não o reconhece como um fenômeno natural e importante para a vida no nosso planeta. Esses dados também estão relacionados com os obtidos na primeira questão.

Pergunta 5: Qual a relação do efeito estufa com o aquecimento global?

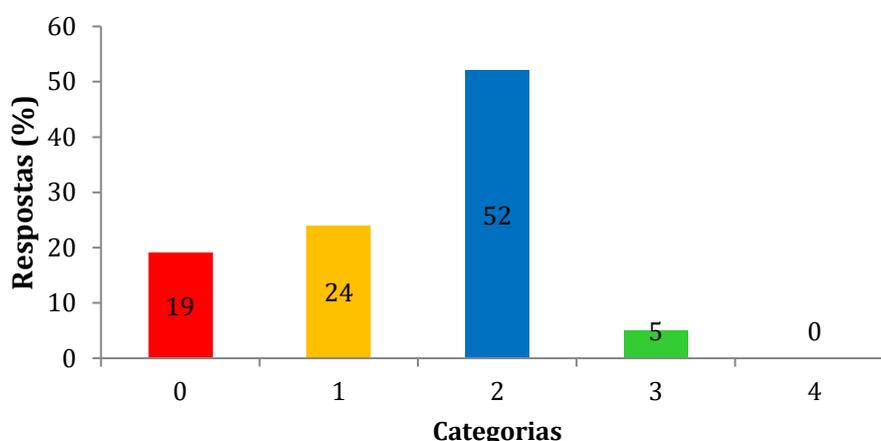


Figura 5: categorização das respostas dos alunos para a pergunta 5.

Os resultados da pergunta 5, mostrados na Figura 5, mostram também que os alunos (52%) apesar de apresentarem algum conceito relacionado ao efeito estufa e aquecimento global, não conseguem formular uma resposta completa. Respostas como: *“O aumento do efeito estufa é prejudicial pois vai aumentando a temperatura da terra”* e *“Porque o efeito estufa é um resultado do aquecimento global”*, demonstram que os alunos associam o efeito estufa como causador do aquecimento do planeta e não como um fenômeno natural que vem se intensificando devido à ação do homem. Somente um aluno faz tal associação, mas sem justificativa: *“É que como efeito estufa o retém calor naturalmente e com as indústrias que soltam calor, o efeito estufa acaba retendo mais calor, acabando ocorrendo o aquecimento global”*.

As habilidades e competências para se responder a essa pergunta foram desenvolvidas no primeiro ano do Ensino Médio, na disciplina de Geografia.

Analisando os dados pergunta 6, mostrados na figura 6, pode-se observar que nenhum aluno conseguiu responder de maneira satisfatória. Respostas, como: *“É a poluição produzida, com a evaporação vira chuva ácida”* e *“É uma chuva causada pela poluição jogada pelas indústrias que se juntam a uma nuvem”*, demonstram que os alunos apresentam algum conceito ao relacionarem à poluição liberada no ar, mas não formulam uma resposta correta, não identificando as reações químicas que ocorrem nesse processo.

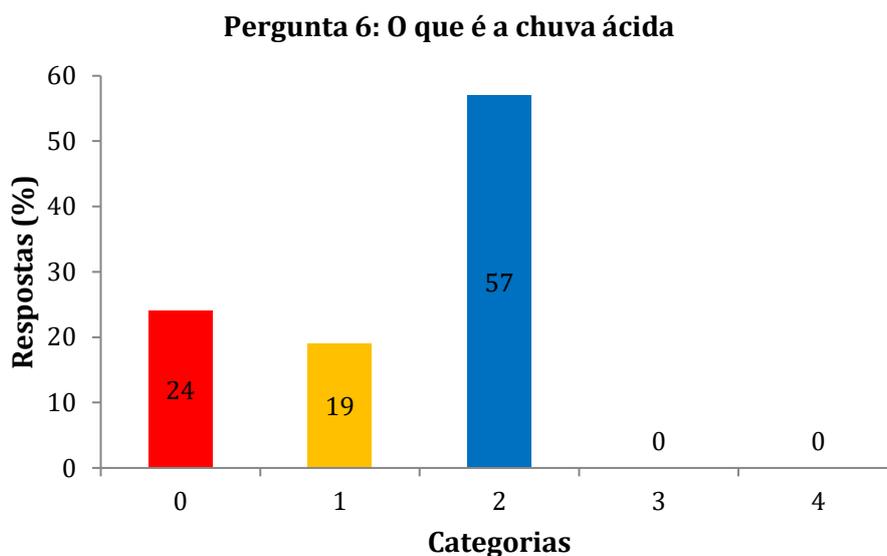


Figura 6: categorização das respostas dos alunos para a pergunta 6.

As habilidades e competências para responder às perguntas de 3 a 6 desse questionário, foram trabalhadas no primeiro ano do Ensino Médio (no ano anterior), nas disciplinas de Física, Química e, especialmente, em Geografia, na qual os conceitos abordados aparecem no currículo com destaque. Em relação à disciplina de geografia, para esse conteúdo, os alunos ainda apresentam dificuldades em analisar o problema ambiental causado pela chuva ácida, assim como as suas consequências socioambientais, previstos no Currículo do Estado do Rio de Janeiro (RIO DE JANEIRO, 2013). Em relação às disciplinas de Química e Física, pode ser ter dado mais importância ao conjunto de códigos e regras do que aos processos e fenômenos cotidianos recomendados na BNCC do Ensino Médio (2018). Deste modo, ao verificarmos todas as questões que servem como pré-requisitos para o tema e que os alunos já estudaram em anos anteriores, percebe-se que a maioria deles apresentou um nível de habilidades e competências relativamente baixo quando verificados por meio do sistema de categorização proposto.

Comparando-se as respostas, a maioria dos alunos atingiu a categoria 2 na resolução das questões, mostrando dificuldades em organizar os conceitos, não apresentando um conhecimento científico satisfatório, que seria demonstrado nas categorias 3 e 4.

Segunda etapa: A aula expositiva foi realizada com 29 alunos e foi iniciada com levantamento sobre as questões relacionadas à atmosfera terrestre. Nesta etapa, foram utilizados vídeos de curta duração sobre o ar que respiramos, camada de ozônio, efeito estufa e chuva ácida com a intervenção da professora entre cada exibição para explicações adicionais e esclarecimento de dúvidas. De acordo com Moran (2017), o uso da TD vídeo pode ser muito eficiente visto que ela é capaz de motivar e sensibilizar os alunos ao mostrar ideias e conteúdo de apoio à aprendizagem.

Conteúdos relacionados com a temática poluição do ar como a fotossíntese foram explorados devido a sua relação com os gases oxigênio e dióxido de carbono. Os alunos não associaram a presença da água e a formação de glicose nesse processo.

Nota-se, nesta aula, que os alunos percebem a presença do gás oxigênio na composição do ar atmosférico, considerando-o de forma errônea como ser mais abundante, como visto na segunda pergunta do pré-teste. Os alunos não reconheciam alguns gases em menor porcentagem como o argônio como constituinte do ar atmosférico.

Quando apresentados a um slide com as camadas da atmosfera terrestre, os alunos disseram que não se lembravam de ter visto esse conteúdo.

Em relação à camada de ozônio, os alunos relataram não conhecer a importância do equilíbrio químico que ocorre nesse local, assim como não identificaram o que de fato seriam “buracos na camada de ozônio”.

No decorrer da discussão, associaram o efeito estufa como um fenômeno natural intensificado pelo homem e realizaram discussões sobre as fontes poluidoras nas grandes cidades e na cidade onde residem (relacionando tal fato a uma indústria siderúrgica local e ao grande fluxo de carros). Falaram sobre o problema da poluição que vivenciam todos os dias na escola devido à sua localização (próxima à indústria). Relataram que todo dia, quando chegam à sala de aula, suas carteiras estão sujas de poeira, mesmo as janelas ficando fechadas. Alguns alunos comentaram que não moram tão próximo da indústria da cidade, mas que, suas casas estão sempre cobertas de poeira. Falaram ainda sobre as doenças respiratórias, pois alguns apresentam esse problema de saúde ou conhecem alguém na família que sofre com alguma doença do trato respiratório. Relacionaram essa problemática ao ar poluído da cidade, principalmente quando o tempo está seco.

Em relação ao conteúdo chuva ácida, os alunos mostraram conhecimentos sobre as fontes causadoras e seus efeitos no meio ambiente, mas ainda demonstraram dificuldade no entendimento das reações químicas envolvidas no processo.

O professor pesquisador procurou sanar as dúvidas que surgiram em cada um dos tópicos abordados.

Assim como no trabalho realizado por Marques, Marques e Brancher (2020), a aula expositiva serviu como sensibilização para que os alunos pudessem perceber, analisar e avaliar a problemática da poluição atmosférica onde residem e de forma global. E dessa forma, desenvolver a criticidade, argumentação e responsabilidade nas questões sobre este tema.

O professor pesquisador percebeu que, ao longo desta proposta os alunos mostraram-se mais participativos à medida que demonstravam mais segurança nas respostas para as perguntas e questões realizadas se comparadas com o resultado obtidos no pré-teste. Nota-se que a utilização dos vídeos curtos auxiliou esse processo.

Terceira etapa: Como recomenda a metodologia ABP, a turma foi dividida em grupos para desenvolvimento da proposta: 1 grupo com 6 alunos, 3 grupos com 5 alunos e 2 grupos com 4 alunos. A diferença de números de participantes nos grupos se deve ao fato que alguns alunos saíram da turma durante a aplicação do projeto.

Os grupos foram orientados a definir os seus líderes e secretários. Dois grupos resolveram a mesma pergunta problema, que foram definidas mediante sorteio.

Munhoz (2015) considera que ao elaborar ou escolher problemas para a ABP deve-se considerar as seguintes características: não devem apresentar uma solução clara

e imediata; não devem ter uma única solução; para sua resolução é necessária pesquisa; esse problema deve estar relacionado a um problema real.

Em todos os grupos, os alunos apresentaram dificuldade em entender como iriam realizar a pesquisa bibliográfica. Apesar da intimidade com os aparelhos celulares, demonstraram não saber como realizar buscas confiáveis na internet. Surgiram dúvidas também em como iriam realizar a pesquisa de campo e elaborar um produto educacional no final do processo. Essas questões foram trabalhadas pela professora pesquisadora de forma de sanar ou minimizar essas dúvidas.

Quarta etapa: Nesta aula, os grupos já haviam realizado a pesquisa bibliográfica e a professora pesquisadora verificou os resultados de cada grupo, identificando os problemas encontrados. Os dois grupos que ficaram com o tema poluição do ar relacionado à saúde tiveram uma maior facilidade na busca das informações, já os outros grupos tiveram de ser orientados novamente para a realização da pesquisa.

Os grupos que realizaram a busca sobre como a poluição afeta a saúde, encontraram reportagens e artigos que relacionavam as doenças respiratórias com a poluição do ar da cidade de Volta Redonda.

Os grupos que encontraram dificuldades (poluição relacionada aos fatores bióticos e ao ambiente físico), realizaram novamente suas buscas em sala de aula, com auxílio da professora pesquisadora. Um dos grupos que estava com o tema poluição no ambiente físico, encontrou uma reportagem que chamou a atenção dos mesmos sobre a deposição de particulado em um bairro na cidade onde residem. Assim, foram direcionados a refletirem sobre a relação de seus problemas com questões sociais, éticas, ambientais e econômicas; sobre quais medidas teriam de ser tomadas para resolver seus problemas; qual a gravidade do problema e elaborar um plano de ação para resolução do caso para apresentação.

Vale destacar que nesta etapa os alunos entraram em contato com as TD por meio de sites de buscas, vídeos, trocas de ideias por *whatsapp* nos grupos. E neste momento, ideias como criação de redes sociais e elaboração de vídeos como ações cidadãs foram surgindo.

Segundo Moran, (2017) redes como *whatsapp* são importantes TD para que os alunos possam manter contato quando estão fora da escola, de modo que mensagens rápidas funcionam para estimular os alunos que estão tendo mais dificuldades. E este autor considera que as redes sociais são importantes espaços para trocas e discussões de temas de forma a contribuir para que todos se manifestem.

Esta aula foi importante para ajudar os alunos na busca de soluções sobre qual ou quais caminhos deveriam percorrer.

Apesar das dificuldades encontradas pelos alunos, pode-se considerar, como citam Felcher e Folmer (2021) a contribuição da metodologia ABP na promoção da educação 5.0 na medida em que os alunos estão em contato com as TD ao realizarem suas pesquisas.

O desenvolvimento com a metodologia ABP mostrou-se eficiente pois os alunos estavam em constante pesquisa e, como não havia um único caminho a ser percorrido, os alunos mudavam de ideia e ou direção conforme se sentiam mais seguros. Tal fato é apontado por Segura e Khalil (2015), que consideraram a complexidade da

evolução da autonomia dos alunos na ABP e da importância do desenvolvimento dela para amadurecimento no espaço escolar, o que pode gerar insegurança no início. Neste aspecto, o desenvolvimento de habilidades como criticidade, defesa de pontos de vista e tomadas de decisões foi notório.

Quinta etapa: Os grupos 1 e 2 resolveram o problema: Como a poluição do ar pode afetar a saúde das pessoas que vivem na sua cidade?

O grupo 1 utilizou um vídeo como sensibilização sobre os efeitos da poluição na saúde das pessoas. Construíram um modelo de pulmão feito com garrafa pet, mostrando os movimentos respiratórios realizados por esse órgão e os problemas na eficiência desse órgão quando ele é afetado (figura 4). Esta ideia foi motivada por um vídeo que uma componente do grupo encontrou durante as pesquisas na internet.



Figura 4: fotografia do modelo de pulmão criado pelos alunos.

Os alunos discutiram sobre os efeitos da poluição no ar na cidade usando uma matéria do jornal “O Dia” que atribuía o problema à indústria siderúrgica presente no local. Nesse momento, entraram com os conceitos químicos explorando as unidades de medidas utilizadas quando se fala de partículas em suspensão. Usaram, também, uma reportagem do “Jornal do Brasil”, apresentando dados do IBGE mostrando as cidades Rio de Janeiro e Volta Redonda como os líderes do ranking da poluição do ar do Estado do Rio de Janeiro, num total de 92 municípios. Apresentaram também as principais doenças relacionadas à poluição do ar.

Como trabalho de campo, fizeram entrevistas de áudio utilizando seus celulares com oito pessoas que passavam pelo Shopping que fica a 400 metros da escola e entrevistaram quatro profissionais da saúde em Postos de Saúde diferentes. Nessas entrevistas, abordaram a questão da poluição do ar da cidade e a relação com os problemas respiratórios: se achavam que estavam relacionados, se sofriam com esses problemas ou se conheciam alguém que era afetado. Os profissionais de saúde foram entrevistados como forma de comprovar o que as pessoas haviam falado. Esse grupo destacou a importância de se tomar medidas para minimizar ou diminuir os impactos da poluição. Para isso, ressaltaram as atitudes individuais que podem contribuir para mudanças na sociedade. Consideraram, ainda, que as medidas mais efetivas devem ser tomadas pelo governo e que todos devem exercer sua cidadania, cobrando a aplicação de medidas práticas.

No final, elencaram algumas medidas que podem ser tomadas para minimizar os problemas ocasionados pela poluição do ar, como: uso de biocombustíveis, transportes alternativos (ônibus, bicicleta) e reflorestamento de áreas degradadas.

Revista Interdisciplinar de Tecnologias na Educação [RINTE] – Vol. 9 nº 1
Ed. Especial: IX SEC Simpósio de Ensino de Ciências

Como ação cidadã, elaboraram cartazes sobre essa temática e apresentaram na escola para outras turmas como forma de informação e conscientização.

O grupo 2 que resolveu o mesmo problema do grupo anterior começou discursando sobre as partículas liberadas na poluição do ar, relacionando-as às indústrias e automóveis (escapamentos e pneus). Falaram sobre o tamanho dessas partículas e os problemas provocados à saúde quando inaladas, relacionando-as como causadoras de doenças do sistema respiratório.

Em relação aos conceitos químicos, justificaram que, por estarem desenvolvendo o tema poluição do ar e seus efeitos na saúde, pesquisaram sobre a produção de medicamentos com a contribuição da química. Falaram sobre o desenvolvimento de medicamentos com redução dos efeitos colaterais, remédios que não causam sonolência e taquicardia. A professora pesquisadora não esperava tal abordagem dentro do conteúdo de química e considerou que essa colocação está intimamente relacionada ao desenvolvimento da ciência e tecnologia e seus impactos na sociedade. Este aspecto, em especial, mostra com clareza o potencial da metodologia para novas descobertas e abordagens que, embora não previstas pelos docentes, contribuem para a formação do técnico e social dos alunos.

Como atividade de campo, realizaram uma entrevista com um farmacêutico. Nessa entrevista, investigaram sobre o número de remédios vendidos para doenças que afetam o sistema respiratório, tendo como informação que são mais vendidos.

A professora pesquisadora considerou que a entrevista com um farmacêutico não foi suficiente para chegarem a tal conclusão, revelando que aspectos da metodologia científica (e da alfabetização científica) precisam ser melhor trabalhados na escola.

Os grupos 3 e 4 resolveram o problema: como a poluição do ar pode afetar os fatores bióticos (fauna e flora da sua cidade)?

O grupo 3 começou a apresentação abordando os conceitos químicos como, os óxidos (de nitrogênio, enxofre e carbono) e ozônio, envolvidos na poluição do ar, relacionando as indústrias e veículos (queima do combustível) como as responsáveis por essa liberação.

Explicaram as camadas da atmosfera, a importância do gás ozônio estratosférico na proteção da radiação UV do sol, diferenciando-o do ozônio troposférico, que causa tosse, irritação nas vias respiratórias e cansaço. Nesse momento, associaram a poluição do ar aos problemas respiratórios.

Ainda, nos conceitos de química, explicaram que o elemento químico nitrogênio está presente no corpo humano, na composição das proteínas, no DNA, sendo importante também nos solos, podendo ser assimilado pelas plantas por meio de bactérias presentes nas raízes. Destacaram a presença do elemento químico enxofre nas proteínas, em alguns vegetais e na gasolina. Relacionaram a queima do enxofre juntamente com a gasolina, com a produção do óxido de enxofre, que contribui para a formação das chuvas ácidas. Mostraram as reações envolvendo os óxidos de enxofre e nitrogênio e a formação da chuva ácida, que afeta o ambiente biótico.

Falaram sobre química que pode ser “boa”, trazendo benefícios, e a química “ruim”, que produz compostos para um determinado fim, mas que tem resíduos que fazem mal ao meio ambiente, como a liberação de partículas no ar.

Esse grupo realizou um trabalho de campo com a observação de líquens nos bairros onde residem, na escola e na praça em frente à escola. Justificaram a observação dos líquens por considerá-los como bioindicadores, sendo sensíveis à poluição.

Compararam a frequência e quantidade dos líquens nas árvores que analisaram (observação) e relacionaram tal fato ao ar mais ou menos poluído. Consideraram que a poluição pode afetar o aparelho respiratório dos animais, no geral. Citaram uma reportagem do portal G1 da Globo que mostra como a poluição do ar pode provocar impactos nos animais em um zoológico em São Paulo. Dentre esses animais, citaram as aves como sendo os animais afetados e estudados pelos veterinários. Comentaram que, após a morte natural, esses animais são submetidos à necropsia e geralmente são visualizadas evidências dos efeitos da poluição ambiental, como pontos pretos em suas estruturas respiratórias, como pulmões e sacos aéreos.

Nos conteúdos de química, abordaram o tópico reações químicas explicando a equação da fotossíntese e as substâncias que a compõem.

Como trabalho de campo, usaram os líquens como estudo. Explicaram, de forma satisfatória, o que são os líquens, relacionaram sua coloração e frequência com a poluição do ar, e como isso pode ser usado como bioindicador de qualidade do ar.

Usaram um mapa da cidade para mostrar a incidência dos líquens nos cinco bairros analisados. Explicaram a incidência dos líquens comparando a localização dos bairros em relação à indústria siderúrgica presente na cidade, mesmo não tendo citado quais eram as fontes poluidoras do ar na cidade.

O quarto grupo começou a apresentação falando sobre o problema poluição do ar como sendo problema de todos, assim, todos devem mudar sua postura, passando de sujeitos passivos, a cidadãos atuantes cobrando soluções para os governantes.

Como medidas para minimizar os impactos provocados pela poluição do ar, citaram: critérios rigorosos quanto à norma de emissão de gases, desenvolvimento de tecnologias menos poluentes, reflorestamento de áreas degradadas, evitar o uso de agrotóxicos, dando preferência ao controle biológico, uso de equipamentos que diminuem os níveis de gases, como catalisadores nos automóveis e filtros despoluidores nas indústrias.

Pode-se perceber nesse grupo, o desenvolvimento de habilidades de acordo com CTSA, ao levantarem questões que requerem iniciativa, criticidade e tomada de decisões no que se refere às soluções para seu problema.

Este grupo elaborou o mapa conceitual, mostrado na figura 5, utilizando a TD *CmapTools*® como forma de organizar a pesquisa. Esta ferramenta digital potencializa as habilidades de aprendizagem e é uma proposta inovadora (.MOREIRA, CAMPUZANO E LAZ, 2020).

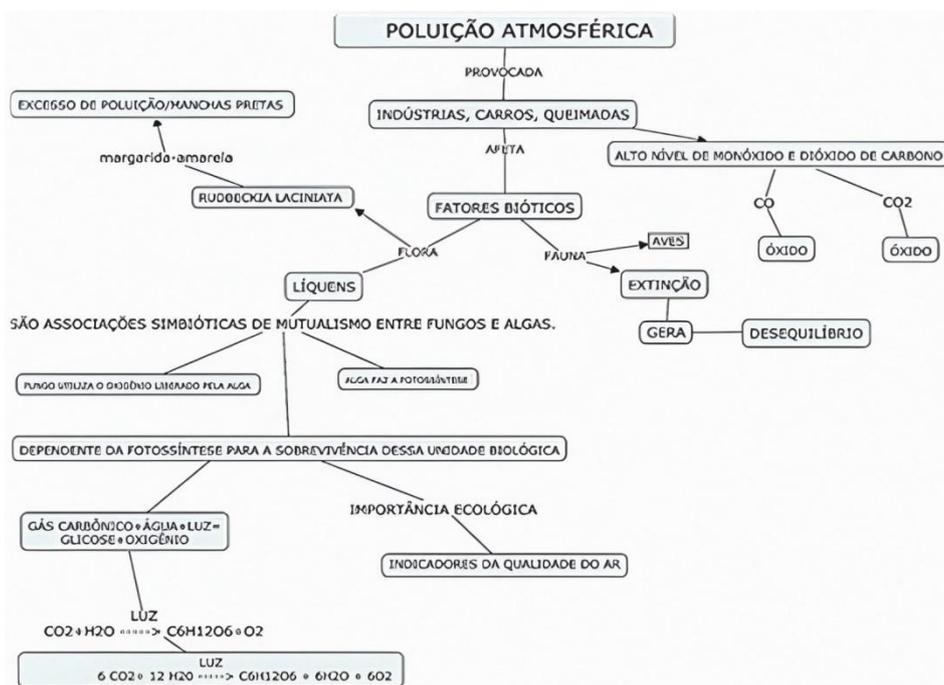


Figura 5: mapa conceitual construído pelo grupo 4.

Como ação cidadã, o grupo elaborou folders com informações sobre como a poluição do ar pode afetar os seres vivos e distribuíram na escola.

Os grupos 5 e 6 resolveram o problema: Como a poluição do ar pode afetar o ambiente físico (fatores abióticos como monumentos, residências...) da sua cidade?

O grupo 5 relacionou a usina siderúrgica da cidade com a poluição e comentaram sobre os resíduos (particulados) descartados por essa usina em um depósito em Volta Redonda.

Dentro dos conceitos químicos, falaram sobre a chuva ácida, mas a relacionaram somente ao elemento enxofre. Não exploraram os efeitos da chuva ácida no ambiente físico com o tempo.

Deram algumas soluções para diminuir os efeitos da poluição do ar como uso de filtro nas indústrias e preservação das matas.

Como trabalho de campo, mostraram fotos de alguns locais da cidade danificados pela poluição (pó preto) consideradas pelo professor pesquisador insuficientes para a elaboração de uma solução para o problema.

O grupo criou uma página no Instagram, mostrada na figura 6, abordando o tema como ação cidadã. Eles apresentaram sua página no Datashow convidando os alunos das outras turmas para acessarem.

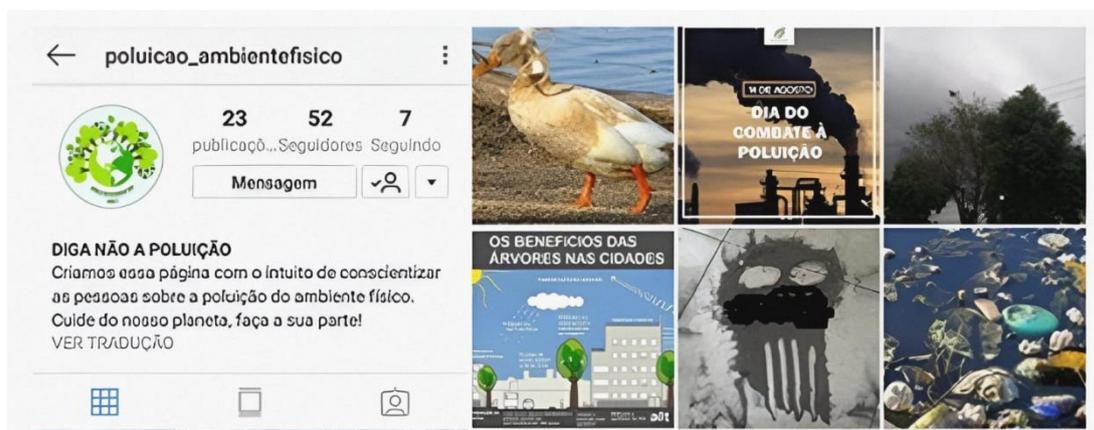


Figura 6: Página criada no Instagram

O sexto grupo iniciou a apresentação (figura 7) relacionando a poluição da cidade onde vivem com a usina siderúrgica presente na cidade, comentando os problemas da industrialização.

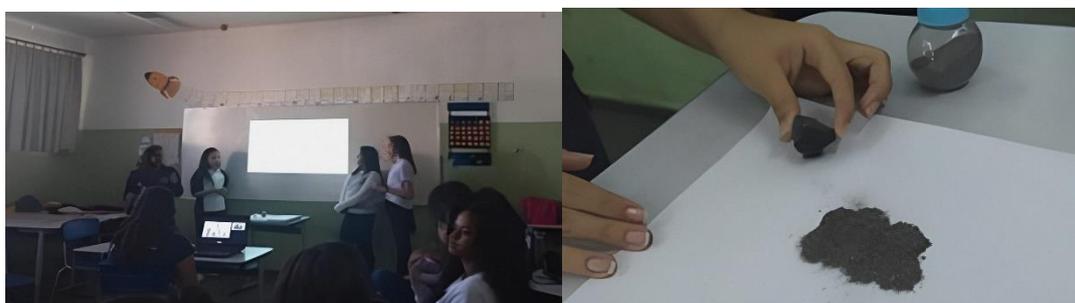


Figura 7: apresentação oral e apresentação do experimento

Os alunos explicaram que os gases liberados pela indústria contribuem para a formação da chuva ácida. O grupo explicou como ela ocorre e quais são os gases envolvidos.

Em relação aos conceitos químicos mostraram os efeitos da chuva ácida por meio de fotos, como a corrosão da pedra sabão, acidificação dos ecossistemas aquáticos levando os seres vivos que ali vivem, como peixes, à morte.

Mostraram uma reportagem de dezembro de 2017, do jornal “O Dia” que mostra os moradores da cidade juntando pó em suas casas. Assim, como trabalho de campo, fizeram uma coleta do pó (figura 7) da casa de uma das participantes do grupo e realizaram um experimento usando imã para demonstrar a presença de metal. Segundo essa aluna, todo dia há pó preto em sua casa e se varrer a casa de manhã, à tarde estará cheia de pó novamente. Os alunos mostraram-se envolvidos com o experimento e criou-se uma discussão na sala sobre os efeitos desse pó no ambiente e na saúde das pessoas e medidas que deviam ser tomadas.

Como medidas para diminuir a poluição do ar, apresentaram: redução gases nas indústrias, diminuição das queimadas, investir em veículos menos poluentes, aumento do incentivo à reciclagem e incentivo de energia renovável.

O experimento citado anteriormente foi gravado e colocado na página do Facebook criada pelo grupo (figura 8). Escolheram disponibilizar a página em uma mídia social por atingir públicos variados, mostrando conhecimento desta TD.



Figura 8: página criada no Facebook e foto do vídeo postado nesta página

5. Considerações finais

Fazendo uma comparação entre os grupos, percebe-se que todos apresentaram uma solução para os problemas. Vale ressaltar que os grupos que resolveram a mesma pergunta problema, o fizeram de maneira diferente, demonstrando uma das características da metodologia ABP, que é não apresentar uma única solução para o problema proposto (MUNHOZ, 2015).

Em relação à pesquisa bibliográfica, todos os grupos a realizaram, apesar das dificuldades encontradas nessa etapa. Apenas um grupo não colocou essa pesquisa na apresentação da resolução de seu problema e a maioria dos grupos fez uso de reportagens como forma de justificativa. Este fato pode estar associado à linguagem utilizada nessa fonte de informação, que é mais próxima do cotidiano desses alunos. Entretanto, o fato também demonstra que este tema (pesquisa bibliográfica) ainda precisa ser melhor discutido e praticado nas salas de aulas, de modo a apresentar aos alunos fontes de conteúdos científicos tecnicamente melhor embasados, tais como revistas científicas das várias áreas da ciência. De modo geral, os alunos nem sabem da existência deste tipo de literatura até entrar em uma universidade.

Apesar disto, percebe-se uma evolução em relação aos conhecimentos científicos ligados ao tema poluição do ar quando comparado com as respostas encontradas no pré-teste. Pode-se considerar que a contribuição da metodologia ABP foi significativa neste sentido, visto que, como cita Munhoz (2015), ela coloca o aluno no centro do processo de ensino aprendizagem, ele realiza a busca para a solução do seu problema, tendo o professor como mediador neste processo.

Ao final do projeto, os alunos apresentaram os conteúdos de química que foram abordados no pré-teste de forma a relacionar os fenômenos que ocorrem no seu dia a dia com a teoria discutida em sala de aula, mostrando o desenvolvimento do letramento científico. De acordo com Soares (2017a e 2017b), o letramento científico pode ser percebido quando o indivíduo consegue ver o mundo dentro da prática social, isto é, que faça sentido para o mesmo. Assim, um indivíduo letrado, associa os códigos e regras às questões de seu dia a dia.

Além disto, percebe-se que o uso das TD pelos alunos (vídeos, gravações de vídeos e áudios, criação de mídias sociais, uso de ferramentas como *CmapTools* e editores de texto) estão intimamente relacionadas com a Educação 5.0. Ao lançarem mão das TD percebe-se que essas contribuem de forma a deixar os alunos mais a vontade para discursarem sobre as questões políticas, sociais, econômicas e ambientais que envolveram o tema poluição do ar dentro do que se espera na Educação 5.0 e na abordagem CTSA.

Como sugestão para trabalhos futuros recomenda-se o desenvolvimento da metodologia ABP utilizando as TD para a promoção da Educação 5.0 com a criação de vídeos e jogos digitais pelos alunos que possam ser utilizados de forma acessível pela comunidade escolar. Dessa forma, pode-se impulsionar o desenvolvimento do letramento científico e de habilidades socioemocionais previstas na ABP e na Educação 5.0.

Referências

- AZEVEDO, D. G. et al. Poluição atmosférica: uma temática para o ensino de química. *Brazilian Journal of Development*, v. 7, n. 2, p. 19670-19682, 2021.
- BERBEL, N. A. N. As metodologias ativas e a promoção da autonomia de estudantes. *Semina: Ciências Sociais e Humanas*, v. 32, n. 1, p. 25-40, 2011.
- BRASIL. Ministério Da Educação. Secretaria de Educação Básica. Base Nacional Comum Curricular (BNCC), Ensino Médio, 2018. Disponível em: http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=85121-bncc-ensino-medio&category_slug=abril-2018-pdf&Itemid=30192. Acesso em: 24 jan. 2023.
- CERUTTI, D. M. L. CTS – Ciência, tecnologia e sociedade. Ponta Grossa: UEPG/ NUTEAD, 2017. P 13-16.
- FELCHER, C. D. Ott; BLANCO, G. S.; FOLMER, V.. Educação 5.0: uma sistematização a partir de estudos, pesquisas e reflexões. *Pesquisa, Sociedade e Desenvolvimento*, v. 11, n. 13, pág. e186111335264-e186111335264, 2022. DOI: 10.33448/rsd-v11i13.35264. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/35264>. Acesso em: 7 fev. 2023.
- FELCHER, C. D. Ott; FOLMER, V. Educação 5.0: Reflexões e perspectivas para sua implementação. *Revista Tecnologias Educacionais em Rede (ReTER)*, p. e5/01-15, 2021.
- MARQUES, J. F. Z. M.; MARQUES, K. C. D.; BRANCHER, V. R. Sequência Didática sobre qualidade do ar: possibilidades para o Ensino de Química contextualizado. *Revista Tempos e Espaços em Educação*, v. 13, n. 32, p. 52, 2020.
- MORAES, R. Análise de conteúdo. *Revista Educação*, Porto Alegre, v. 22, n. 37, p. 7-32, 1999.
- MORALES, C. J. de S. O processo de ensino e aprendizagem no Ensino de Ciências. *Revista Amazônica de Ensino de Ciências*, 2014.
- MORAN, J. Tecnologias digitais para uma aprendizagem ativa e inovadora. MORAN, José. *A Educação que Desejamos: novos desafios e como chegar lá*, v. 5, p. 1-232, 2017.
- MOREIRA, E. A. V.; CAMPUZANO, M. F. P.; LAZ, E. M. S. A. CmapTools como herramienta innovadora para el proceso de enseñanza-aprendizaje. *Dominio de las Ciencias*, v. 6, n. 3, p. 582-599, 2020.
- MORETTI, A. A. da S. Termoquímica e a poluição atmosférica: um estudo na perspectiva CTSA. 2019. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

Revista Interdisciplinar de Tecnologias na Educação [RINTE] – Vol. 9 nº 1
Ed. Especial: IX SEC Simpósio de Ensino de Ciências

- MUNHOZ, A. S. ABP: Aprendizagem Baseada em Problemas: ferramenta de apoio ao docente no processo de ensino e aprendizagem. São Paulo: Cengage Learning, 2015, 243p.
- SANTOS, A.E. dos; OLIVEIRA, C. A. de; CARVALHO, E. N. de. Educação 5.0: uma nova abordagem de ensino-aprendizagem no contexto educacional. 2019.
- RIO DE JANEIRO. Secretaria de educação. Currículo Básico, 2013. Disponível em: <http://www.conexaoescola.rj.gov.br/professor/>. Acesso em: 22 jan. 2020.
- ROSSETTO, G. P.; GREGÓRIO, J. R.; RAUPP, D. T. Uma unidade temática sobre poluição atmosférica para o ensino de química. *repe-revista de produtos educacionais e pesquisas em ensino*, v. 6, n. 1, p. 54-83, 2022.
- SOARES, M. Alfabetização e letramento. 7ed. São Paulo: Contexto, 2017a. 192p.
- _____. Letramento: um tema em três gêneros. 3.ed. Belo Horizonte: Autêntica, 2017b. 128p.
- SEGURA, E.; KALHIL, J. B. A metodologia ativa como proposta para o ensino de ciências. *REAMEC-Rede Amazônica de Educação em Ciências e Matemática*, v. 3, n. 1, p. 87-98, 2015.