

# **PREDIZER, OBSERVAR E EXPLICAR (POE): METODOLOGIA ATIVA PARA O ENSINO DE RADIAÇÃO NUCLEAR NA PANDEMIA**

**Eliane Luciana Cruz Leal**

Programa de Pós-Graduação Multidisciplinar em Física Aplicada (PPG-MFA). Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ). Brasil.  
alealluciana@gmail.com | ORCID 0000-0001-5022-3139

**Thiago Corrêa Lacerda**

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro (IFRJ). Brasil.  
Programa de Pós-Graduação em Ciência, Tecnologia e Inclusão ( PGCTIn). Universidade Federal Fluminense. Brasil.  
thiago.lacerda@ifrj.edu.br | ORCID 0000-0002-2935-3657

**Rafael Luiz da Silva Menezes**

Licenciatura em Química (LQ). Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro (IFRJ). Brasil.  
smenezes.rafael@gmail.com | ORCID 0009-0001-6910-4225

## **Resumo**

Uma das maiores perguntas dos autores dos últimos cinco anos é: como tem se dado a construção de diretrizes e arquiteturas curriculares admitindo-se a relação entre educação escolar e profissionalização, tendo em vista o cotidiano depois da educação básica e o mercado de trabalho? Essa questão precisa ser problematizada, buscando-se respostas teórico-práticas em um contexto em que se rediscutem as diretrizes para o ensino médio com a chegada da Base Nacional Curricular Comum (BNCC). Neste texto, vamos abordar o curso profissional integrado ao médio e um tópico do currículo de Ciências da Natureza que fora enfatizado pela BNCC: o conceito de Radiação Nuclear e suas implicações na vida humana. Em contrapartida, a Radiação que tem sido trabalhada no ensino de Física e Química do Ensino Médio precisa de atenção por se tratar de um tema que é pouco trabalhado, de forma que não favorece o raciocínio crítico. Ao abordar o tema, é necessário trazer mais à tona a participação dos alunos, promovendo o protagonismo e a aprendizagem significativa, fazendo-os refletir sobre o próprio processo de aprendizagem ao serem colocados em conflito com seu próprio raciocínio, através da mediação do professor, visto que o assunto traz muita carga negativa, relacionando muitas vezes com algo perigoso devido ao contexto de acidentes



em usinas e bombas nucleares. A metodologia “Predizer, Observar e Explicar” (POE) foi escolhida para desenvolver este trabalho em meio a nova modalidade de ensino, o remoto, o que nos permitiu criar o conflito de ideias em sala de aula, típica de uma metodologia ativa. Essa busca fugir do estilo tradicional de experimentos, no qual o aluno apenas segue um roteiro e faz observações. Durante a pandemia de COVID-19, não foi possível fazer qualquer experimento em um laboratório, então, a parte da observação da POE, foi feita por experimento virtual e o aluno pôde ter contato com o fenômeno científico mesmo que remotamente. A utilização dessa metodologia nos permitiu comparar os resultados do “Predizer” e do “Explicar”, o que foi sistematizado em categorias do discurso através da análise de conteúdo conceituada por Bardin e permitiu perceber o quanto a aprendizagem foi eficaz, possibilitando rastrear em quais pontos existem maior fragilidade e facilidade de assimilação dos conceitos.

**Palavras-chave:** POE; Metodologia Ativa; Radiação Nuclear; Experimentos Virtuais; Ensino de Física.

### **Abstract**

One of the most important questions asked by authors in the last five years is: How have curricular guidelines and architectures been constructed, admitting the relationship between school education and professionalization in view of everyday life after basic education and the labor market? This issue needs to be problematized, seeking theoretical and practical answers in a context in which the guidelines for secondary education are re-discussed with the arrival of Base Nacional Curricular Comum (BNCC). In this text, we are going to address the professional course integrated into the High School and a topic of the Natural Sciences curriculum that was emphasized by the BNCC: the concept of Nuclear Radiation and its implications in human life. On the other hand, Radiation, which has been worked on in the teaching of Physics and Chemistry in High School, needs attention because it is a subject that is poorly studied, in a way that does not favor critical reasoning. When approaching the subject, it is necessary to bring out the participation of students, promoting protagonism and meaningful learning, making them to reflect on their own learning process when they are placed in conflict with their own reasoning, through the mediation of the teacher, since the subject carries a lot of negative charge, often relating to something dangerous due to the context of accidents in nuclear power plants and bombs. The “Predict, Observe and Explain” (POE) methodology was chosen to develop this work during a new teaching



modality, the remote one, which allowed us to create the conflict of ideas in the classroom, typical of an active methodology. This seeks to escape the traditional style of experiments, in which the student just follows a script and makes observations. During the COVID-19 pandemic, it was not possible to carry out any experiment in a laboratory, so the observation part of the POE was done by virtual experiment and the student was able to have contact with the scientific phenomenon even remotely. The use of this methodology allowed us to compare the results of “Predict” and “Explain”, which was systematized into discourse categories through the content analysis conceptualized by Bardin and allowed us to perceive how effective learning was, making it possible to track in which points there is greater fragility and ease of assimilation of concepts.

**Keywords:** POE; Active Methodology; Nuclear Radiation; Virtual Experiments; Physics Teaching.

## Introdução

Apesar de muitas críticas à Base Nacional Comum Curricular (BNCC) (Santos et al., 2021), o tópico sobre ensino da Radiação no Ensino Médio é norteado pelo documento:

A BNCC é um documento de caráter normativo que define o conjunto orgânico e progressivo de aprendizagens essenciais que todos os alunos devem desenvolver ao longo das etapas e modalidades da Educação Básica, de modo a que tenham assegurados seus direitos de aprendizagem e desenvolvimento, em conformidade com o que preceitua o Plano Nacional de Educação (PNE) (Brasil, 2017, p.7).

Esses conhecimentos também precisam levar em consideração a contextualização social, histórica e cultural da ciência e da tecnologia, promovendo a reflexão através de uma aprendizagem que favoreça o envolvimento, a participação ativa e o protagonismo dos discentes. Desse modo, seremos capazes de formar cidadãos conscientes e críticos de sua atuação no mundo (Pinheiro et al., 2009). Assim, o ensino da Radiação pode trabalhar diversos conceitos presentes na sociedade, mas carece de propostas de ensino-aprendizagem que possibilitem maior envolvimento dos alunos, desafios que os motivem a encontrar as explicações para a existência do fenômeno, e também de formas que possam deixar a abstração da explicação das leis em um formato mais visual.



As leis da Radiação envolvem desde uma Usina Nuclear, onde pode ocorrer acidentes, até uma Bomba Nuclear como a que fora lançada na Segunda Guerra Mundial. Então, é notório que os fenômenos da Radiação estão presentes em notícias e fatos históricos, logo, a aprendizagem sobre o tema pode acabar tendo os primeiros contatos com o aluno através de uma informação recebida sem que ele possa refletir criticamente e, é importante que nas aulas o professor procure promover uma aprendizagem em que esse aluno possa parar para refletir, colocando suas ideias em conflito com seus conceitos do cotidiano para gerar respostas científicas aos problemas propostos. A escola deve favorecer um aprendizado para permissão que esse conflito de ideias ajude a construir o conhecimento, podendo, para isso, fazer o uso de metodologias ativas.

A expressão “metodologias ativas” emerge em contextos que se busca a superação do modelo de ensino-aprendizagem, tradicional e ainda hegemônico na atualidade educacional brasileira, que ocorre fundamentalmente centrado na figura do professor. Essa expressão tende a reunir concepções de aprendizagem que investem no conhecimento como construção, exigindo do sujeito movimentos de busca, crítica, estudo, produção, autonomia e compartilhamento entre os seus pares (Maftum & Campus, 2008, p. 134).

Para este trabalho, foi escolhida a metodologia ativa focada na observação denominada POE, que: “está baseado no conceito de conflito cognitivo gerado quando a observação de um fenômeno é feita após o estudante discutir a sua previsão com seus pares e registrar o resultado da discussão por escrito” (Cid & Sasaki, 2018, p.1).

A metodologia ativa, especificamente a POE, pretende promover o engajamento da turma ao colocar problemas iniciais, uma observação intermediária e a retomada aos problemas iniciais na fase final. Nesse contexto, a sequência estruturada na metodologia com destaque na mediação, permite que o professor exponha os conceitos sobre o conteúdo que se quer estudar, além de conseguir mediar o desenvolvimento de todas as etapas da sua aplicação.

A ideia de mediação, foi muito importante durante a pandemia do COVID-19, que provocou a necessidade de afastamento social e exige que o ensino dos Institutos Federais sofra algumas alterações em caráter emergencial, precisando passar a ser realizado de forma remota. Com isso, os professores precisaram se adaptar ao momento e aprender a lidar com novas plataformas para aulas *on-line*, gravação de videoaula e disponibilização desses materiais (Brasil, 2020). Então, o nosso objetivo é



apresentar essa sequência que desenvolvemos em meio à pandemia, com turmas do Ensino Médio Integrado do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro (IFRJ) do *Campus* Niterói, que estava na modalidade remota em 2021. O sucesso da sua aplicação durante a pandemia fez com que se tornasse uma prática docente no pós-pandemia.

Neste trabalho desenvolvido, nos empenhamos em pensar em formatos para abordar o ensino da Radiação Nuclear que colocassem o aluno no protagonismo do seu aprendizado. Assim, buscamos utilizar de uma metodologia ativa para auxiliar a aprendizagem, tendo em vista que a interação de forma virtual é prejudicada por vários fatores, como a ausência de rostos de alunos nas aulas, distração durante as explicações e o fato de não saber a reação corporal de entendimento de cada um.

A metodologia ativa POE que foi desenvolvido neste trabalho é baseado em uma simulação virtual no *site* PhET Colorado<sup>1</sup>. As questões que elaboramos são relacionadas a observação feita pelos alunos no *site* e exploram os conceitos de meia-vida, tratamento do lixo radioativo e decaimento enquanto fenômeno probabilístico.

*Predizer, Observar e Explicar: uma opção de ensino de radiação nuclear de forma remota*

Ao longo do tempo, desde Ernest Rutherford (1871-1937), os físicos foram cada vez mais aprendendo e detalhando o núcleo atômico. Dessa forma, foram e continuam sendo descobertas novas partículas subatômicas, além da própria constituição do átomo (próton, nêutron e elétron), que constitui um comportamento estável (Brown et al., 2005, p. 36). No entanto, com a presença de núcleos instáveis, torna-se importante o estudo da Radiação Nuclear para que seja possível a compreensão dos fatores que podem levar um núcleo ao decaimento e para que seja conhecido como o comportamento do núcleo que influencia em nossas vidas cotidianas.

Existem os núcleos estáveis, que são bem explorados pela química, que não decaem, mas os instáveis são os núcleos radioativos: “a estabilidade é ditada pelo equilíbrio entre forças nucleares entre os pares p-p, p-n e n-n e a força de repulsão Coulombiana entre os prótons” (Okuno & Yoshimura, 2010, pp.74-75). Logo, a instabilidade é consequência do desequilíbrio das forças forte (Nuclear) e elétrica. Nesse sentido: “a origem da radioatividade foi inicialmente um mistério, porque a

---

<sup>1</sup> Disponível em: [www.PhET.colorado.edu](http://www.PhET.colorado.edu)



existência dos núcleos atômicos era desconhecida até então” (Atkins et al., 2018, p.748).

Ernest Rutherford (1871-1937) e seus experimentos conseguiram um grande avanço ao confrontar esse modelo, até então existente. Em 1898 ele identificou e deu nome à Radiação de alfa ( $\alpha$ ), beta ( $\beta$ ) e gama ( $\gamma$ ). Juntamente com as descobertas feitas por Becquerel e Curie, conseguiram mostrar que essa radioatividade provinha do decaimento nuclear. Havendo, dessa forma, a transmutação<sup>2</sup> do elemento. Contudo, há também a emissão de raios gama, nessa emissão não ocorre o processo de transmutação, porque trata-se apenas da emissão de um fóton quando, após o decaimento, o núcleo ainda permanece excitado (Okuno & Yoshimura, 2010).

A Radiação Nuclear pode penetrar na matéria com profundidade diferente, de acordo com a energia da partícula (alfa ou beta) ou ondas eletromagnéticas (gama). Nesse sentido, estamos eternamente expostos às fontes de Radiação natural, na qual podemos citar a Radiação cósmica vinda do espaço, a Radiação terrestre vinda de elementos radioativos existentes na crosta da Terra, a Radiação interna resultante da inalação e ingestão de radionuclídeos existentes no ar e na dieta alimentar, respectivamente. Também estamos expostos às fontes de Radiação artificial provenientes dos diagnósticos médicos (Lacerda, 2011, pp.10-11).

Uma outra parte da Radiação a que estamos expostos é de origem artificial devido ao *fallout* (precipitação radioativa) de explosões e testes nucleares. Através desse fenômeno, os elementos que estão na atmosfera terrestre e foram levados para ela através dessas atividades humanas de explosões nucleares, precipitam-se, espalhando-se localmente ou globalmente pelo meio ambiente. Também podemos citar os exames médicos como Radiação Artificial.

No contexto legal do ensino da Radiação, a BNCC traz o conteúdo em sua competência específica 1 de Ciências da Natureza e suas tecnologias:

Analisar fenômenos naturais e processos tecnológicos, com base nas interações e relações entre matéria e energia, para propor ações individuais e coletivas que aperfeiçoem processos produtivos, minimizem impactos socioambientais e melhorem as condições de vida em âmbito local, regional e global (Brasil, 2017, p.554).

Essa competência traz como habilidades a serem desenvolvidas: “Utilizar o conhecimento sobre as radiações e suas origens para avaliar as potencialidades e os riscos de sua aplicação em equipamentos de uso cotidiano, na saúde, no ambiente, na

---

<sup>2</sup> Transmutar é o processo de transformação de um elemento em outro.



indústria, na agricultura e na geração de energia elétrica” (Brasil, 2017, p.557). Além de nos permitir trabalhar os efeitos biológicos que a exposição à Radiação ionizante pode gerar no organismo, o tratamento que é dado ao lixo nuclear, as consequências da sua utilização em bombas e testes nucleares e as diferentes aplicações da Radiação Nuclear para o nosso benefício, bem como a existência dos isótopos e cálculo de meia-vida com as outras disciplinas.

Sobre a metodologia do nosso trabalho ligado ao tema de Radiação, é importante definir o público-alvo da pesquisa. Nesse contexto, os planos do Curso Técnico em Administração e do Curso Técnico em Informática do *Campus Niterói* (2018) e a disciplina de Física IV foram escolhidos para aplicação do trabalho, pois tem a unidade de Física Moderna em sua ementa, cuja Radiação Nuclear faz parte do conteúdo. Com isso, os alunos desses dois cursos foram o campo de análise para a utilização da metodologia ativa, o que foi pensada com vista a explorar abordagem da Radiação, trazendo um viés mais contextualizado ao trabalhar a aplicação das leis matemáticas e relacioná-las com os experimentos observados e questões norteadoras, tendo em mente que a abstração necessária para a compreensão do uso das fórmulas pode ser facilitada quando colocada junto com a prática e guiada através da mediação do professor.

Como exemplo de metodologia ativa que vem sendo utilizada no ensino das Ciências, podemos citar a gamificação, que vem crescendo conforme as escolas vão tentando se adaptar a uma sociedade mais tecnológica. Outra metodologia é a Aprendizagem Baseada em Problemas, que é uma grande aliada no Ensino das Ciências porque possibilita trabalhar em conjunto com o método científico. Assim, auxilia na construção do pensamento científico, fazendo com que o aluno compreenda como a ciência e as pesquisas científicas, de fato, funcionam. Essa metodologia tira os alunos da inércia e provoca uma dúvida que fará com que os alunos precisem despende seus esforços para procurar a solução do problema (Malheiro & Diniz, 2008).

Contar com uma metodologia de ensino adequada aos nossos objetivos e necessidades é essencial para ter uma melhora na qualidade dos estudos. Levando em consideração os avanços das Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDIC) e o momento da pandemia, quando tivemos que estimular a autonomia tecnológica do aluno como essencial, percebe-se o alto crescimento da Cultura Digital já impregnada no cotidiano do estudante desde os anos 2000. Assim, as tecnologias educacionais foram obrigatoriamente introduzidas no processo escolar e a metodologia



voltada para o aluno passou a ter destaque para além da teoria, mas pela prática em curso. É dessa forma que as TDIC podem tornar-se aliadas nos processos de ensino mediados pelo professor:

As tecnologias da informação e comunicação podem transformar o papel do docente, deslocando o seu centro da transmissão dos conhecimentos para a assimilação à incorporação destes pelos alunos, cada vez mais competentes para realizar de uma maneira autônoma tarefas de aprendizagem complexas (Tardif & Lessard, 2009, p. 268).

Na presente pesquisa, a escolha da metodologia de ensino–aprendizagem parte do perfil do aluno, uma vez que uma das formas mais efetivas de promover a independência é minimizando os obstáculos que o aluno na pandemia poderia ter. A conquista da autonomia será importante para o desenvolvimento físico e psicológico, dessa forma, o objetivo é impulsionar suas habilidades e competências, não obstante a eventuais limitações. Além do mais, o perfil abarca alunos do ensino médio que são imersos no campo da tecnologia se tratando de nativos digitais, ou seja, as novas gerações nascem cada vez mais conectadas e com acesso facilitado a diferentes tipos de aparelhos tecnológicos e consomem diversos tipos de informações e produtos em tempo recorde. Utilizar esse mecanismo a favor em determinadas situações facilita na promoção da imersão da realidade cotidiana da Cultura Digital, assim, as escolas precisam se adaptar para formular os processos de ensino-aprendizagem com os quais os alunos desenvolvam novas habilidades técnicas, ampliem as capacidades inventivas e amadureçam as competências socioemocionais (Goularte & Arenas, 2021).

Apesar de ser evidenciado no mundo contemporâneo o amplo e difundido debate sobre o uso das TDIC em sala de aula, a BNCC (Brasil, 2017) traz a inserção de uma nova disciplina curricular no Ensino Médio, denominada Cultura e Tecnologia Digital ou Cultura Digital. As TDIC no Novo Ensino Médio se apresentam fortes pela inclusão de duas novas disciplinas, que são: Mundo digital e Cultura Digital. Nosso foco aqui é a disciplina Cultura Digital, que é definida como:

Cultura Digital: envolve aprendizagens voltadas a uma participação mais consciente e democrática por meio das tecnologias digitais, o que supõe a compreensão dos impactos da revolução digital e dos avanços do mundo digital na sociedade contemporânea, a construção de uma atitude crítica, ética e responsável em relação à multiplicidade de ofertas midiáticas e digitais, aos usos possíveis das diferentes tecnologias e aos conteúdos por elas veiculados, e, também, à fluência no uso da tecnologia digital para expressão de soluções e manifestações culturais de forma contextualizada e crítica (Brasil, 2017, p. 474).





Testa e Melo Santos (2018) elucidam que os professores não dão conta das novas demandas tecnológicas e pedagógicas do mundo moderno em virtude da velocidade da informação na contemporaneidade. No entanto, após o período pandêmico observaram a necessidade de se reinventar ao passo que a escola contemporânea vai evoluindo cada vez mais.

Durante a pandemia da COVID-19, o processo de desenvolvimento e utilização das tecnologias digitais tornou-se acelerado, afinal estas foram grandes aliadas aos professores e alunos ao longo das atividades de ensino remoto e híbrido. Na contramão desse cenário, infelizmente, Ferreira (2020) aponta que ainda existem professores resistentes em utilizar as TDIC, por alegarem, por exemplo: Rejeição total pelas tecnologias digitais, muitas delas não fazem parte da vida cotidiana dos docentes; Ausência de conhecimentos e falta de familiarização do docente para utilizar as tecnologias digitais. Inexistência de recursos tecnológicos na instituição de ensino que o professor leciona e na vida pessoal.

As TDIC podem ser entendidas como um ecossistema amplo de ferramentas e recursos tecnológicos que tem o objetivo de promover uma educação mais conectada com a realidade do aluno. (Camargo, 2022). Os benefícios vão desde a ampliação do acesso à informação até o estímulo com troca de experiências de forma síncrona, o que possibilita novas formas de interação.

Na realidade antes da pandemia, as práticas em laboratório são sempre capazes de enriquecer a aprendizagem dos conceitos científicos, mas nem sempre são bem exploradas porque o aluno é orientado a seguir roteiros como se fosse uma espécie de receita de bolo. A prática se torna passiva, na qual o aluno apenas observa e anota os dados, sem que para isso haja reflexão ou estímulos à interpretação dos dados (Domin, 1999). Já a aprendizagem significativa leva em consideração o conhecimento que o aluno já possui previamente e, esse conhecimento é capaz de interagir com novas experiências, construindo relações cognitivas. Nessa perspectiva, David Ausubel (1918-2008) chama esse conhecimento prévio de subsunção e nele se ancoram as novas assimilações que vão sendo obtidas, a partir de novas aprendizagens (Moreira, 2010).

Dessa forma, a metodologia ativa escolhida para o nosso trabalho foi o POE, que traz a possibilidade para que o aluno torne sua aprendizagem significativa através do conflito que a parte da observação (experimentação) pode proporcionar ao fazê-los confrontar suas ideias prévias com as conclusões que vão surgindo ao longo da aprendizagem. A metodologia consiste em três etapas: “Predizer, Observar e Explicar”



(POE).

No “Predizer”, o professor inicia com uma proposta de problema a ser resolvido, que deve despertar curiosidade nos alunos, fazendo com que eles reflitam em busca de uma resposta. Dessa forma, o “Predizer” é trazer uma hipótese a solução daquele problema (Oliveira, 2003). Geralmente, nessa etapa é dito aos alunos para que sejam: “sinceros, escrevam somente aquilo que pensam e não tenham preocupação em dar a resposta correta”, visto que nenhuma etapa do método POE é passível de avaliação somativa. (Cid e Sasaki, 2018).

Na etapa do “Observar”, é realizado um experimento, que pode ser feito pelo professor ou pelos próprios alunos e é feita a observação do fenômeno (Oliveira, 2003). A etapa da observação pode ser realizada utilizando-se da prática ou demonstração, podendo ser experimentos de baixo custo, animações, *sites*, *softwares* e/ou aplicativos para celular. Essas ferramentas podem transformar a sala de aula em um ambiente que estimule a investigação e a troca de ideias (Cid & Sasaki, 2018).

O “Explicar”, é a etapa que os alunos tentam explicar o fenômeno observado, confrontando com a hipótese que eles deram inicialmente. Nessa etapa, os alunos vão organizando as informações que acabaram de receber através das observações e começam a estabelecer um raciocínio que leva em consideração suas respostas iniciais para conseguir compor uma resposta final. Aqui é importante o papel da mediação do professor que vai auxiliar na compreensão dos dados, para que as respostas dos alunos consigam seguir um modelo científico (Oliveira, 2003).

Como o cenário da aplicação dessa metodologia ocorreu durante a pandemia de COVID-19, essa grande possibilidade de adaptação de aplicabilidade tornou possível que o trabalho fosse desenvolvido com a utilização do simulador.

Na Química e Física, encontram-se publicações que relatam o uso do POE: Orlandi (2004) para o ensino de equilíbrio químico; Basílio et al. (2021) para o ensino da Radiação Nuclear; Schwahn e Oaigen (2008) já investigaram sobre como os professores de Química enxergam o uso da metodologia em práticas no laboratório; Yamaguchi e Araújo (2020) já publicaram um trabalho sobre a utilização em disciplinas de Química e Matemática com foco sobre a preservação do meio ambiente; Cid e Sasaki (2018) publicaram sobre a utilização da metodologia para o ensino do princípio de Stevin. Assim, fica claro que a metodologia POE é amplamente utilizada no Ensino das Ciências. Podemos citar ainda que essa metodologia está pautada no conceito de “Zona de Desenvolvimento Proximal” de Vygostsky (1869-1934), em que, através da interação



com o meio social, o aprendiz desenvolve conceitos que ainda não é capaz de resolver sozinho.

## Metodologia

Para aplicação do POE foram escolhidas duas turmas de Física IV de Ensino Médio Técnico do IFRJ/*Campus* Niterói. A “Turma 1” (Ensino Médio Técnico Integrado em Administração) e a “Turma 2” (Ensino Médio Técnico Integrado em Informática). A aplicação ocorreu durante o semestre letivo de 2020.2, que ocorreu entre março e junho de 2021.

No período de pandemia os alunos tinham uma hora semanal de encontro síncrono nas duas turmas. Em período presencial, os alunos têm dois tempos semanais de quarenta e cinco minutos. Nesse contexto, a disponibilização das etapas da sequência didática estruturada pelos três momentos da metodologia POE foi feita durante dois encontros síncronos: no primeiro encontro explicamos o “Predizer” e foi dado uma semana para eles responderem; no segundo encontro foi disponibilizado o “Observar” e o “Explicar”, em que foi dado mais uma semana de prazo para a entrega.

As perguntas para a etapa do “Predizer” são apresentadas na Tabela 1 com seus respectivos objetivos. Essas perguntas foram postadas no *Google Classroom* para serem feitas como atividade assíncrona.

Para trabalhar a abordagem da etapa “Observar” do POE, escolhemos utilizar o *site* PhET Colorado, simulação de decaimento Alfa<sup>3</sup> e a simulação de decaimento Beta<sup>4</sup>. Esse *site* traz inúmeras simulações das mais diversas áreas do conhecimento. Ele foi escolhido porque se mostrou a plataforma com um gráfico mais atrativo para o aprendizado. A observação foi guiada por sequências de Tabelas que os alunos receberam e ao fazer a observação deveriam fazer o seu preenchimento.

Ao entrar no *site*, os alunos eram indicados a seguir a seguinte sequência de passos: clicar no botão “*pause*”; colocar a quantidade de núcleos pedida na Tabela; clicar no botão “*play*”; clicar no ícone “reiniciar tudo?” e responder “sim” para a pergunta “reiniciar todas as configurações?”; repetir o processo sempre que for acrescentar mais núcleos para construir a Tabela. A Tabela 2 traz o que foi pedido aos alunos na

---

<sup>3</sup> Disponível em: [https://phet.colorado.edu/sims/cheerpj/nuclear-physics/latest/nuclear-physics.html?simulation=alpha-decay&locale=pt\\_BR](https://phet.colorado.edu/sims/cheerpj/nuclear-physics/latest/nuclear-physics.html?simulation=alpha-decay&locale=pt_BR)

<sup>4</sup> Disponível em: [https://phet.colorado.edu/sims/cheerpj/nuclear-physics/latest/nuclear-physics.html?simulation=beta-decay&locale=pt\\_BR](https://phet.colorado.edu/sims/cheerpj/nuclear-physics/latest/nuclear-physics.html?simulation=beta-decay&locale=pt_BR)



“Observação”. O aluno era induzido a preencher duas Tabelas semelhantes no modelo da Tabela 1, um para o estudo de decaimento alfa através da quantidade de Polônio e outro para o estudo do decaimento beta através da quantidade de Carbono.

Tabela 1 - Perguntas da etapa “Predizer” do POE e seus objetivos.

Perguntas	Objetivos
1. As usinas nucleares brasileiras Angra 1 e Angra 2 são responsáveis pela produção de cerca de 3% da energia elétrica consumida no país, mas para isso, produzem lixo radioativo. O lixo radioativo é um material que possui grande quantidade de radionuclídeos e, por isso, requer um tratamento adequado. Dois elementos presentes no lixo radioativo são o Urânio-238, cuja meia-vida é de 4,5 bilhões de anos, e seu isótopo Urânio-235 com meia-vida de 713 milhões de anos. Sabendo da duração do tempo de meia-vida dos isótopos do Urânio, responda: Por que é necessário monitorar e colocar o lixo em uma proteção que isola o material durante muitos anos?	Como se deve tratar o lixo radioativo e saber que a cada meia-vida a sua atividade diminui a metade.
2. Em 1987, houve um acidente com Césio-137 na cidade de Goiânia, aqui no Brasil. O acidente foi causado pelo abandono de um aparelho de radioterapia que foi indevidamente aberto, ocasionando a exposição da cápsula contendo os radionuclídeos, gerando contaminação ao local e às pessoas expostas. A meia-vida do Césio é de 30 anos. Explique por qual motivo, depois de ter passado mais de 30 anos, ainda existem estudos e reportagens que afirmam ser perigoso estar exposto aos resíduos do acidente encontrados em Goiânia até hoje.	Relacionar que com o decaimento da Radiação, a atividade vai se reduzindo à metade, porém dependendo da quantidade inicial, a Radiação ainda pode ser perigosa e vai precisar de mais tempo para chegar em nível aceitável.
3. Vocês já devem ter visto na televisão um contador Geiger sendo usado na ficção para caçar fantasmas, por exemplo. No entanto, ele serve para medir as desintegrações radioativas. Também já devem ter observado que emite o barulho de um “bip” quando mede uma Radiação, sendo esse “bip” aleatório. Por que o som que emite não segue um padrão mesmo o Geiger estando parado?	Relacionar a desintegração nuclear como um fenômeno probabilístico.



Essas Tabelas iriam sendo preenchidos conforme os alunos manipulassem o experimento virtual no *site*. As Figuras 1 e 2 mostram a tela do experimento após selecionar o elemento Polônio e clicar no “balde de polônio” que adiciona as amostras do elemento na tela, sendo 10 núcleos adicionados a cada clique. Assim que o aluno clicar no botão de “*play*” começam a ocorrer os decaimentos que são contabilizados no círculo amarelo, sendo que, conforme o decaimento ocorre, o círculo vai alterando a cor e adquirindo uma porcentagem na cor preta, porque, na Figura 1 por exemplo, o amarelo representa o elemento Polônio e a cor preta representa o elemento Chumbo.

Para observar que a variação de tempo de meia-vida apenas levaria a uma variação do tempo que gasto para alcançar 50% da quantidade inicial de núcleos radioativos, pedimos para o aluno clicar na aba “Vários Átomos”, clicar no ícone “Customizado”, adicionar 100 núcleos e variar o tempo de meia-vida de acordo com a Tabela 3. Ao terminar de preencher cada uma das Tabelas, o aluno teria que comentar o que percebeu a partir dos dados anotados.

Tabela 2 – Através da alteração do número de núcleos de Polônio ou Carbono que era oferecido pelo *site*, os alunos poderiam observar o decaimento alfa e fazer suas anotações. Material elaborado pelos autores.

Quantidade de Polônio/Carbono	O que acontece quando o átomo chega na marcação de meia-vida	O que acontece quando chegar à duas meias-vidas (O tempo total = 2 meias-vidas, em que o gráfico marca 1)
50 unidades		
80 unidades		
100 unidades		

Essas Tabelas iriam sendo preenchidos conforme os alunos manipulassem o experimento virtual no *site*. As Figuras 1 e 2 mostram a tela do experimento após selecionar o elemento Polônio e clicar no “balde de polônio” que adiciona as amostras do elemento na tela, sendo 10 núcleos adicionados a cada clique. Assim que o aluno clicar no botão de “*play*” começam a ocorrer os decaimentos que são contabilizados no círculo amarelo, sendo que, conforme o decaimento ocorre, o círculo vai alterando a cor e adquirindo uma porcentagem na cor preta, porque o amarelo representa o elemento

Polônio e a cor preta representa o elemento Chumbo.

Para observar que a variação de tempo de meia-vida apenas levaria a uma variação do tempo que gasto para alcançar 50% da quantidade inicial de núcleos radioativos, pedimos para o aluno clicar na aba “Vários Átomos”, clicar no ícone “Customizado”, adicionar 100 núcleos e variar o tempo de meia-vida de acordo com a Tabela 4. Ao terminar de preencher a Tabela, o aluno teria que comentar o que percebeu a partir dos dados anotados.

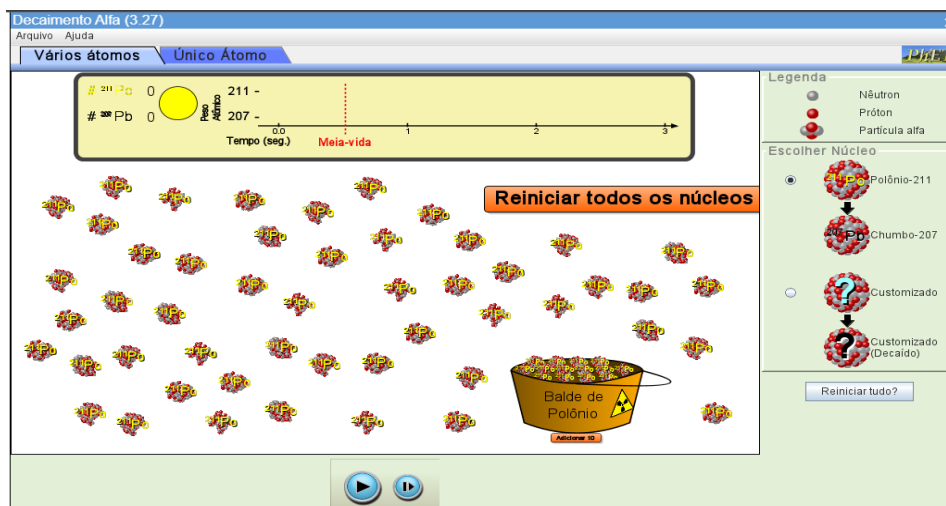


Figura 1 – Observação de decaimento Alfa realizada no site PhETColorado. Material elaborado pelos autores.

O “Explicar”, que é a terceira e última etapa, também contou com 3 perguntas expostas na Tabela 4.

Devido à situação da pandemia o momento síncrono foi usado apenas para explicar o método e tirar algumas dúvidas sobre as perguntas e as observações a serem feitas e o momento assíncrono acontecia durante uma semana. Na primeira semana os alunos responderam o “Predizer”, na segunda semana fizeram as observações e na terceira semana fizeram o “Explicar”.

A pesquisa do “Explicar” e do “Observar” também se expressa de forma quantitativa ao utilizar gráficos gerados para analisar as porcentagens de alunos que se encaixam em cada categoria criada. Para categorizar as respostas, nos embasamos no método de organização de Bardin (2011). A análise quantitativa é dada através da utilização de números, métricas e cálculos, como exposto por Bufem e Prates (2005).





Os resultados para a etapa “Predizer” serão dispostos a seguir. As questões discutidas aqui são referentes a Tabela 1. As respostas para a pergunta 1<sup>5</sup> mostradas na Tabela 1, estão organizadas na Figura 3.

Tabela 4 – Perguntas da etapa “Explicar” do POE e seus objetivos. Material elaborado por autores.

Perguntas	Objetivos
1. A cidade de Pripyat, localizada na Ucrânia, é uma cidade fantasma. Ela foi esvaziada desde o acidente que ocorreu em 1986 com a Usina Nuclear de Chernobyl. Explique por que a cidade precisou ser esvaziada e por qual motivo até hoje, e durante muito tempo, a cidade ainda deverá permanecer fechada e com todos os objetos pertencentes ao local intactos.	Relacionar que com o decaimento da Radiação, a atividade vai se reduzindo à metade, porém dependendo da quantidade inicial, a Radiação ainda pode ser perigosa e vai precisar de mais tempo para chegar em nível aceitável.
2. Devido ao fato de estarem presentes no ar atmosférico e assim entrar nos organismos, os átomos de Carbono nos auxiliam a fazer a datação de fósseis. O isótopo 14 (carbono 14) que é radioativo, possui meia-vida de 5730 anos. Explique por que o processo de decaimento do carbono-14 pode ser usado no procedimento de datação.	Relacionar a quantidade de átomos presentes no organismo com a meia-vida do carbono.
3. Um estudante, ao realizar uma medição no laboratório da escola, percebeu que o radionuclídeo que ele estava estudando não decaiu de acordo com o estimado pelos cálculos de meia-vida. O tempo de meia-vida definido para o elemento era de 22 minutos. No entanto, passados os primeiros 22 minutos, a amostra havia emitido pouquíssimas contagens. Explique o que pode ter acontecido.	Relacionar a desintegração nuclear como um fenômeno probabilístico.

Segundo a Figura 3, nenhum aluno deixou de responder a pergunta 1, que apresenta as seguintes categorias: resposta igual ao gabarito (o aluno alcançou o

<sup>5</sup> As usinas nucleares brasileiras Angra 1 e Angra 2 são responsáveis pela produção de cerca de 3% da energia elétrica consumida no país, mas para isso, produzem lixo radioativo. O lixo radioativo é um material que possui grande quantidade de radionuclídeos e, por isso, requer um tratamento adequado. Dois elementos presentes no lixo radioativo são o Urânio-238, cuja meia-vida é de 4,5 bilhões de anos, e seu isótopo Urânio-235 com meia-vida de 713 milhões de anos. Sabendo da duração do tempo de meia-vida dos isótopos do Urânio, responda: Por que é necessário monitorar e colocar o lixo em uma proteção que isola o material durante muitos anos?





esperado, que foi proteger o lixo radioativo até que o seu nível de Radiação fique seguro); Descarte em lixo comum (o aluno mencionou que o lixo radioativo poderia ser descartado em um lixo comum); não relacionou com a meia-vida (o aluno fala sobre Radiação Nuclear como algo devido ao acidente, mas não cita que com a meia-vida o nível de Radiação diminui); não considerou que diminui com o tempo (o aluno só menciona Radiação Nuclear como consequência do acidente, mas não cita que o nível de Radiação diminui com o tempo); perigo de morte/contaminação perigosa (o aluno afirma que a Radiação Nuclear é algo perigoso e pode causar morte). Nesse gráfico, o número de respostas que aparece é maior que o número de alunos porque algumas respostas se encaixam em mais de uma categoria. Isso pode ocorrer porque o aluno pode ter mais de uma concepção alternativa.

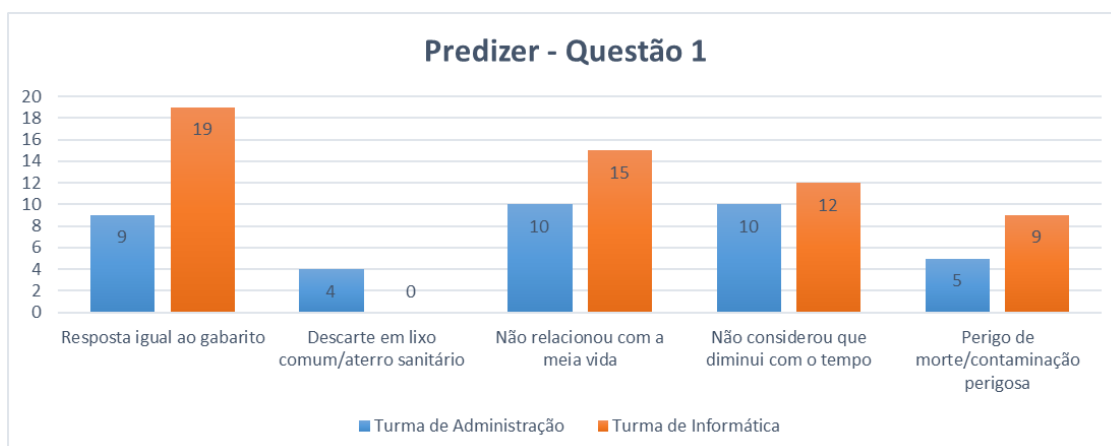


Figura 3 – Respostas da questão 1 da etapa “Predizer”. Fonte: Autores.

De acordo com a Figura 4, novamente, nenhum aluno deixou de responder à pergunta 2<sup>6</sup>. Nota-se que na Turma de Informática houve um grande número de respostas que se adequam ao gabarito. As novas categorias foram: considerou que não há risco (o aluno afirma que não há perigo em estar em Goiânia atualmente); considerou que Goiânia é inabitável/perigoso (o aluno afirma que Goiânia ainda está inabitável, mas não faz relação com a meia-vida); não se aplica (o aluno tem respostas aleatórias que não se aplica a nenhum conceito prévio fechado); diz que o Césio é muito radioativo mas não relaciona com a quantidade do elemento (o aluno menciona a periculosidade

<sup>6</sup> Em 1987, houve um acidente com Césio-137 na cidade de Goiânia, aqui no Brasil. O acidente foi causado pelo abandono de um aparelho de radioterapia que foi indevidamente aberto, ocasionando a exposição da cápsula contendo os radionuclídeos, gerando contaminação ao local e às pessoas expostas. A meia-vida do Césio é de 30 anos. Explique por qual motivo, depois de ter passado mais de 30 anos, ainda existem estudos e reportagens que afirmam ser perigoso estar exposto aos resíduos do acidente encontrados em Goiânia até hoje?



do elemento para qualquer quantidade).

De acordo com a Figura 5, a pergunta 3<sup>7</sup> foi a única a apresentar respostas em branco e que alunos disseram que não sabiam a resposta. As novas categorias dessa questão foram: considerou que o Geiger parado interfere na contagem (o aluno relaciona a variação do “bip” do aparelho ao fato dele estar parado e o nível de Radiação variar); o nível de Radiação interfere na contagem (o aluno afirma, de forma correta, que o nível de Radiação faz o “bip” variar, mas não é colocado nenhuma quantidade a mais de amostra no local); ondas (o aluno confunde o processo de detecção com a oscilação das ondas, como por exemplo, o próprio raio gama).

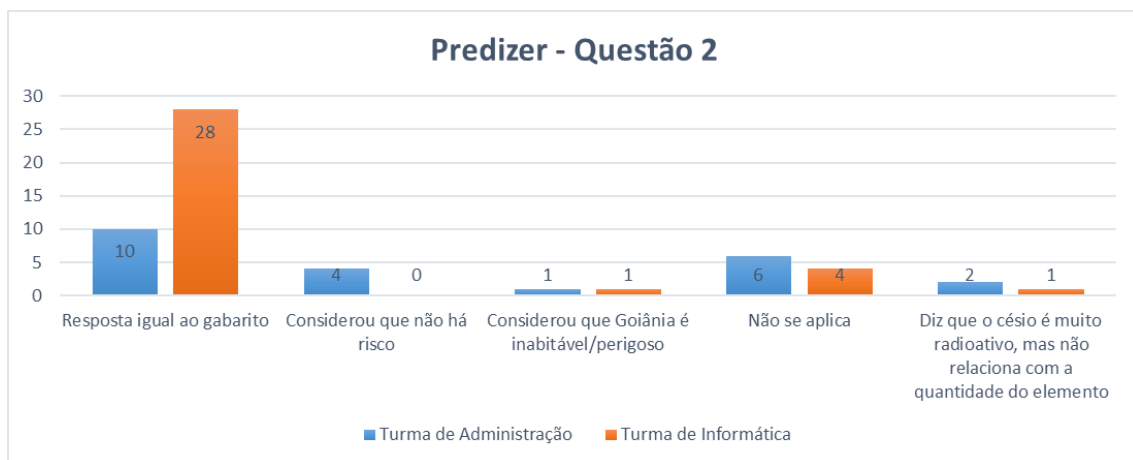


Figura 4 – Respostas da questão 2 da etapa “Predizer”. Fonte: Autores.

A partir da categorização dessas respostas, percebemos que os principais conceitos que os alunos trazem sobre a Radiação são: medo de que toda a Radiação vai matar; não existe a noção de que a Radiação é natural; o lixo comum é igual ao lixo radioativo; não tem noção de que a Radiação diminui de intensidade com o tempo; não tem noção clara de Radiação como algo probabilístico; não sabe que o conceito de dose é relacionado com o nível de Radiação e a quantidade de elementos influencia a interação da Radiação com os seres vivos. Antes de partir para a etapa seguinte, as respostas da primeira etapa, que correspondem ao “Predizer” foram entregues pelos alunos e foram discutidas durante o momento síncrono.

<sup>7</sup> Vocês já devem ter visto na televisão um contador Geiger sendo usado na ficção para caçar fantasmas, por exemplo. No entanto, ele serve para medir as desintegrações radioativas. Também já devem ter observado que emite o barulho de um “bip” quando mede uma Radiação, sendo esse “bip” aleatório. Por que o som que emite não segue um padrão mesmo o Geiger estando parado?

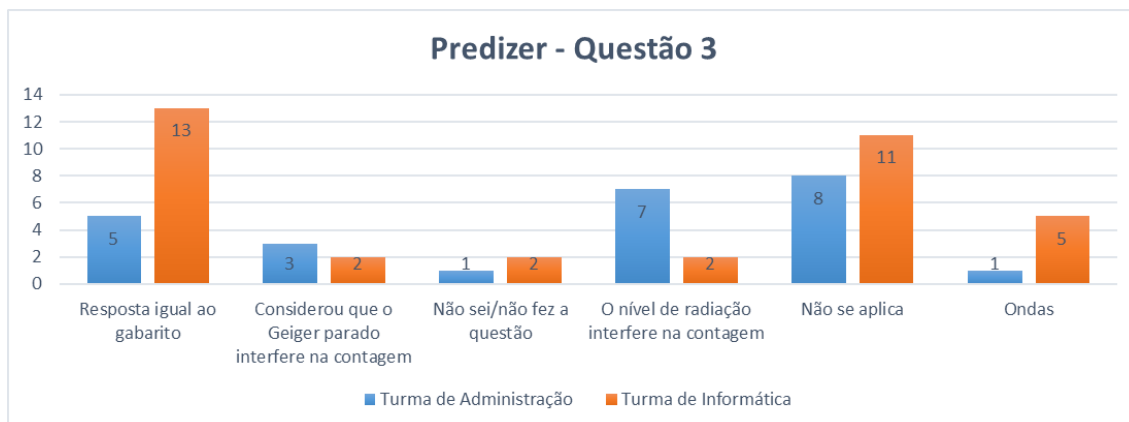


Figura 5 – Respostas da questão 3 da etapa “Predizer”. Fonte: Autores.

Na etapa do “Observar”, são contabilizados todos os que entregaram também a etapa seguinte, o “Explicar”. Para os alunos de Administração, poucas respostas continham pequenos erros conceituais, a maioria conseguiu completar as Tabelas satisfatoriamente. Somente um aluno preencheu as Tabelas de forma não satisfatória, utilizando apenas números, sem explicar seu raciocínio e nem responder os comentários pedidos. A turma do curso de Informática não apresentou erros conceituais, apenas alguns pontos que puderam ser mais discutidos e aprofundados. cinco alunos não descreveram o decaimento de forma quantitativa ao preencher as Tabelas, mesmo assim, pela interpretação que fizeram do experimento, foi possível perceber que conseguiram compreender o fenômeno analisado.

Na etapa do “Explicar”, dos 23 alunos de Administração que responderam ao “Predizer”, sete deixaram de responder ao “Explicar”, totalizando 16 respostas coletadas. Dos 34 alunos de Informática que responderam ao “Predizer”, cinco deixaram de responder ao “Explicar”, totalizando 29 respostas coletadas.

Os resultados para a etapa “Explicar” serão dispostos a seguir. As questões discutidas aqui são referentes à Tabela 5. As respostas para a pergunta 1<sup>8</sup>, mostradas na Tabela 5, estão organizadas na Figura 6. Nessa etapa, de acordo com a Figura 6, nota-se que não houve mais confusão com o tratamento do lixo radioativo recebendo o mesmo tratamento do lixo comum. Mas ainda apresenta resultados de alunos que, embora reconheçam os riscos, não conseguiram criar uma resposta que tivesse uma clara relação com a meia-vida. Também apareceram muitos conceitos que alertam do

<sup>8</sup> A cidade de Pripjat, localizada na Ucrânia, é uma cidade fantasma. Ela foi esvaziada desde o acidente que ocorreu em 1986 com a Usina Nuclear de Chernobyl. Explique por que a cidade precisou ser esvaziada e por qual motivo até hoje, e durante muito tempo, a cidade ainda deverá permanecer fechada e com todos os objetos pertencentes ao local intactos.

risco de morte, mas não dissertaram sobre o fenômeno radioativo em si.

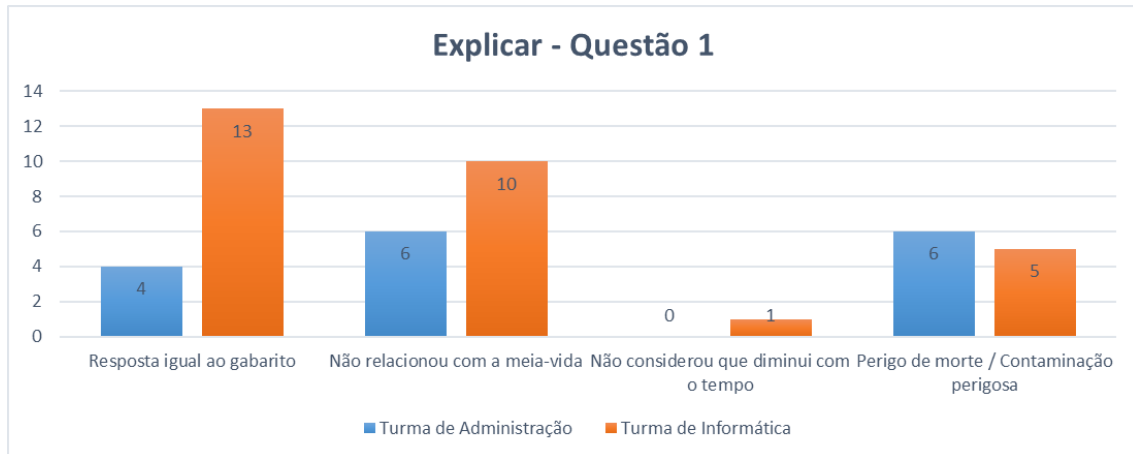


Figura 6 – Respostas da questão 1 da etapa “Explicar”. Fonte: Autores.

De acordo com a Figura 7, nenhum aluno deixou de responder à questão 2<sup>9</sup>. A turma de Informática apresenta um número grande de respostas que se adequam ao gabarito, porém 6 alunos deram respostas que fogem do tema. Um conceito errado que aparece aqui é que 2 alunos de Administração e 1 de Informática não compreenderam que o decaimento ocorre mesmo quando o organismo ainda esteja vivo, colocando em suas respostas que o decaimento radioativo se inicia quando um organismo morre e, por isso, é possível fazer a datação por Carbono. Na verdade, o ocorrido é que depois da morte do organismo o Carbono para de entrar e só decai. Com isso, surgiu uma nova categoria denominada “Só decai depois que o organismo morre”. A questão 3<sup>10</sup> deixou de ser respondida por 2 alunos da Informática e 1 aluno da Administração. É importante observar, de acordo com a Figura 8, que a quantidade de respostas que confundiam os conceitos desapareceu, restando apenas 4 categorias, fora o gabarito, o que indica uma diminuição de conceitos fora do esperado cientificamente.

<sup>9</sup> Devido ao fato de estarem presentes no ar atmosférico e assim entrarem nos organismos, os átomos de Carbono nos auxiliam a fazer a datação de fósseis. O isótopo 14 (carbono 14) que é radioativo possui meia-vida de 5730 anos. Explique por que o processo de decaimento do carbono-14 pode ser usado no procedimento de datação.

<sup>10</sup> Um estudante, ao realizar uma medição no laboratório da escola, percebeu que o radionuclídeo que ele estava estudando não decaiu de acordo com o estimado pelos cálculos de meia-vida. O tempo de meia-vida definido para o elemento era de 22 minutos. No entanto, passados os primeiros 22 minutos, a amostra havia emitido pouquíssimas contagens. Explique o que pode ter acontecido.

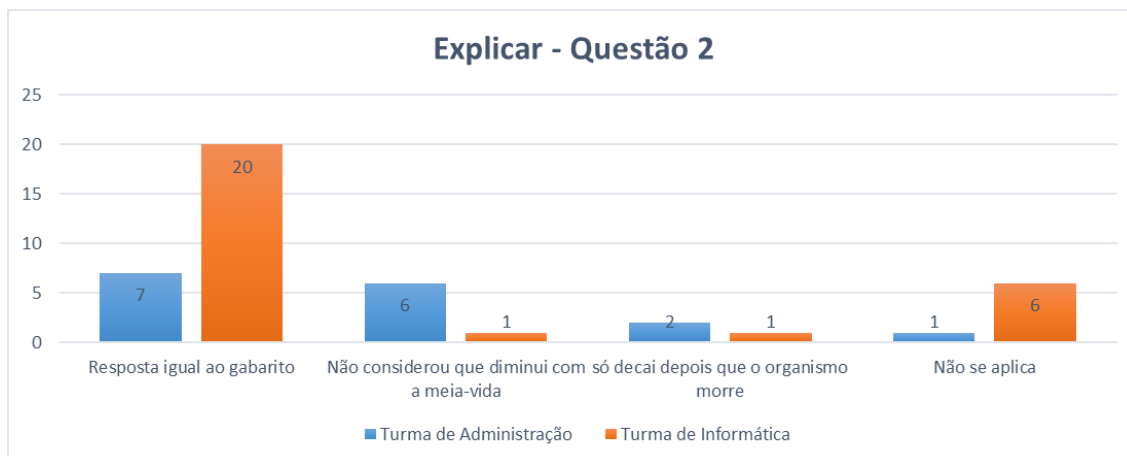


Figura 7 – Respostas da questão 2 da etapa “Explicar”. Fonte: Autores.

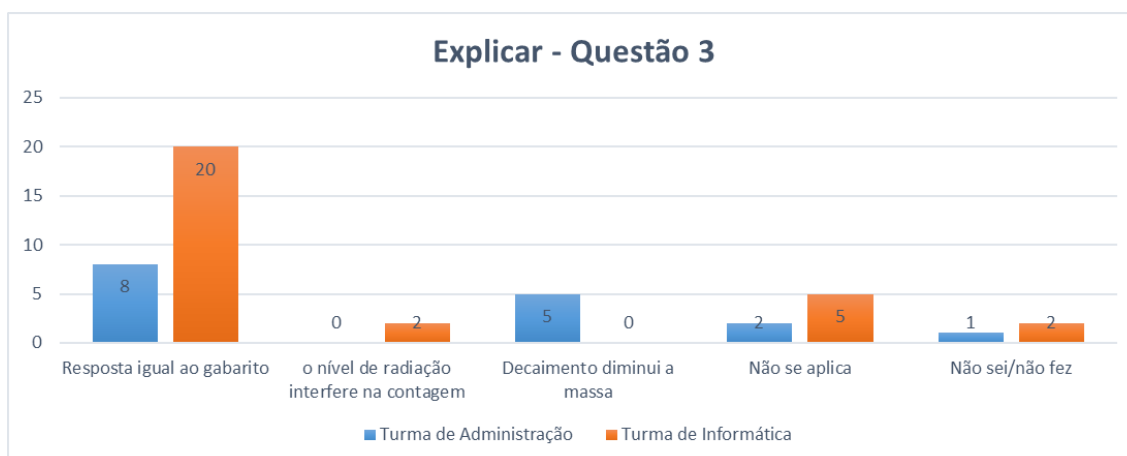


Figura 8 – Respostas da questão 3 da etapa “Explicar”. Fonte: Autores.

### Considerações finais

Através da utilização da metodologia POE em um formato virtual, que foi utilizado para este trabalho, é possível perceber que ocorreu o desenvolvimento de uma aprendizagem significativa para os alunos, pois mudou concepções alternativas às ideias científicas. Essa aprendizagem promoveu engajamento e interesse por parte dos alunos na hora de fazer as observações e gerou curiosidades ao perceberem que as questões trabalhadas nas etapas do “Predizer” e “Explicar”, são questões que, além de se relacionarem com a observação, fazem parte do nosso contexto social e agora eles seriam capazes de analisar de forma crítica tais questões.

O papel do professor mediando e fazendo o aluno direcionar a atenção, através de perguntas e correções para pontos específicos para a compreensão do fenômeno, é fundamental para que o processo de ensino-aprendizagem ocorra e para que depois o



aluno seja capaz de explicar o fenômeno por conta própria. Dessa forma, a observação feita pelo *site* se mostrou eficiente em relação a fazer os alunos perceberem de forma ilustrativa como funciona matematicamente o decaimento radioativo e, através das suas próprias anotações, foram capazes de nortear o raciocínio e responder às perguntas.

Entendemos que a implantação das TDIC poderá evoluir para uma grande aliada da cultura textual e relação com a escola, que por meio da tela com riqueza de informações se articulam e agreguem textos, imagens e sons, desenvolvendo um vasto raciocínio. A escola do universo digital atual apresenta vastas possibilidades de atuar em contexto digital, cujas simulações da natureza como as disponíveis no *site phet*. Então, um cenário de Cultura Digital teremos a ação orientada para a formação de sujeitos usuários, consumidores, produtores, autores e comunicadores. No caso da tecnologia não está desvinculada da natureza, da humanidade e da cultura estaremos ultrapassados. Nesse interim, podemos afirmar que nossos mundos e nossas relações sociais estão se tornando digitais ou incorporando o digital no cotidiano, o que leva a modificações em nossas ações práticas e pensamentos diários e a importância que cada vez mais as TDIC sejam exploradas e utilizadas na aprendizagem dos estudantes. Nesse contexto, cabe ao professor ser o mediador de conhecimentos por meio do uso das TDIC, fomentando um processo de ensino e aprendizagem que faça sentido ao estudante.

De forma bem objetiva, o “Predizer” revelou as seguintes ideias equivocadas sobre Radiação Nuclear que: medo de que toda a Radiação vai matar; não existe Radiação natural; lixo comum é igual ao lixo radioativo; não tem noção de que a Radiação diminui de intensidade com o tempo e acontece de forma aleatória e probabilística. Em contrapartida, no “Explicar”, a etapa final da sequência didática, vemos a diminuição de ideias ligadas à falta de informação como medo de qualquer Radiação Nuclear e que toda ela é artificial, restando ainda erros mais técnicos em alguns estudantes como o tempo de meia-vida e o caráter probabilístico do fenômeno.

Podemos pensar, como professores tradicionais, que o ensino remoto teve uma ambiência de aprendizagem forjada pelo aspecto de “copia e cola” da *internet*. Assim, não podemos negar que a falta de maturidade dos alunos deve ter levado a pesquisas indevidas. Porém, metodologias ativas como a POE nos permitem ter acesso ao processo de ensino-aprendizagem, para além de um momento estanque de avaliação, através do caminho traçado pela sequência de passos junto com a mediação. Por fim, para uma verificação diagnóstica prévia dos resultados não estagnada, fizemos uma



aplicação com outras duas turmas de Física IV no retorno ao presencial e as categorias apresentadas foram quase as mesmas do período remoto, mas vamos deixar a exposição desses novos dados para um próximo trabalho.

### Referências Bibliográficas

- Atkins, P., Jones, L., & Laverman, L. (2018). *Princípios de química: questionando a vida moderna e o meio ambiente* (7.<sup>a</sup> ed.). Bookman.
- Bardin, L. (2011). *Análise de Conteúdo*. Edições 70.
- Basílio, J. H. C., Lacerda, T. C., & Menezes, R. L. S. (2021). *O docente e a metodologia POE (prever, observar e explicar): o papel da mediação na aplicação de uma metodologia ativa para a licenciatura em química*. 18<sup>o</sup> SIMPEQUI. Anais. Disponível em: <https://www.abq.org.br/simpequi/2021/trabalhos/90/23914-28756.html>.
- Brasil. (2020). Ministério da Educação. *Medida Provisória nº 934*, de 1 de abril de 2020. Brasília, DF.
- Brasil. (2017). Ministério da Educação. *Base Nacional Comum Curricular (BNCC)*. Brasília.
- Brown, T., Lemay, H. E., & Bursten, B. E. (2005). *Química: a ciência central*. 9 ed. São Paulo: Prentice-Hall.
- Bufem, L. E., & Prates, Y. (2005). O saber científico registrado e as práticas de mensuração da informação. *Ciência da Informação*, 34(2), 9-25.
- Camargo, C. A. (1975). *O paciente de acidente vascular cerebral e os aspectos de enfermagem em reabilitação*. *Revista Brasileira De Enfermagem*, 28(2), 35–42. <https://doi.org/10.1590/0034-716719750002000006>
- Carvalho, H. P., Soares, M. V., Carvalho, S. M. L., & Telles, T. C. K. (2021). O professor e o ensino remoto: tecnologias e metodologias ativas na sala de aula. *Revista Educação Pública*, 21(28). <https://educacaopublica.cecierj.edu.br/artigos/21/28/o-professor-e-o-ensino-remoto-tecnologias-e-metodologias-ativas-na-sala-de-aula>
- Cid, A. S., & Sasaki, D. G. G. (2008). *Uma proposta do ensino do princípio de Stevin através do método Predizer-Observar-Explicar (POE)*. Anais Conference: XVII Encontro de Pesquisa em Ensino de Física. [https://www.researchgate.net/publication/337654906\\_UMA\\_PROPOSTA\\_DE\\_ENSINO\\_DO\\_PRINCIPIO\\_DE\\_STEVIN\\_ATRAVES\\_DO\\_METODO\\_PREDIZER\\_-](https://www.researchgate.net/publication/337654906_UMA_PROPOSTA_DE_ENSINO_DO_PRINCIPIO_DE_STEVIN_ATRAVES_DO_METODO_PREDIZER_-)



## OBSERVAR\_-EXPLICAR\_POE

- Ferreira, J. L. (2020). Cultura Digital e Formação de Professores: uma análise a partir da perspectiva dos discentes da Licenciatura em Pedagogia. *Educar em Revista*, 36.
- Denzin, N. K., & Lincoln, I. (2006). *O planejamento da pesquisa qualitativa: teorias e abordagens* (2.<sup>a</sup> ed.). Artmed.
- Domin, D. S. (1999). A Content Analysis of General Chemistry Laboratory Manuals for Evidence of High-order Cognitive Task. *Journal of Chemical Education*, 76(1). <https://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/ed076p109>
- Lacerda, T. C. (2011). *A Radiação Underground*. (Dissertação de Mestrado). <https://docplayer.com.br/163684884-Thiago-correa-lacerda-a-radiacao-underground.html>
- Goularte, A., & Arenas, D. M. (2021). *O papel do professor na atualidade: como agir diante das novas tecnologias educacionais*. Blog Flexge. <https://blog.flexge.com/papel-professor-tecnologias-educacionais/>
- Maftum, M. A., & Campos, J. B. (2008). *Capacitação pedagógica na modalidade de educação a distância: desafio para ativar processos de mudança na formação de profissionais de saúde*. *Cogitare Enferm*, 13(1),132-139. &lt;<https://revistas.ufpr.br/cogitare/article/view/11973/8444>&gt
- Malheiro, J. M. S., & Diniz, C. W. P. (2008). Aprendizagem baseada em problemas no Ensino de Ciências: mudando atitudes de alunos e professores. *AMAZÔNIA - Revista de Educação em Ciências e Matemáticas*, 4(7).
- Medeiros, J. G. T. (2019). *Explicações Científicas Escolares para o Conceito de Densidade a Partir de Atividades Baseadas na POE (Previsão, Observação e Explicação)*. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ensino de Ciências e Matemática, Universidade Federal do Rio Grande do Norte.
- Moreira, M. A. (2012). *O que é afinal aprendizagem significativa?* Revista Cultural La Laguna, Espanha. <http://moreira.if.ufrgs.br/oqueefinal.pdf>
- Okuno, E. & Yoshimura, E. M. (2010). *Física das Radiações*. (1<sup>a</sup>Ed.). Oficina de Textos.
- Oliveira, P. R. S. (2003). *A construção Social do conhecimento no ensino-aprendizagem de química*. Anais. IV Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. <https://fep.if.usp.br/~profis/arquivo/encontros/enpec/ivenpec/Arquivos/Painel/PNL007.pdf>
- Orlandi, C. C. (2004). *Um estudo sobre a utilização de Simulações computacionais no Ensino de Equilíbrio Químico*. Dissertação de Mestrado. Universidade Luterana do Brasil, ULBRA. <https://www.btdeq.ufscar.br/teses-e-dissertacoes/um-estudo->





sobre-a-utilizacao-de-simulacoes-computacionais-no-ensino-de-equilibrio-  
quimico

- Pinheiro, N., A. M., Silveira, R. C. M. F., & Bazzo, W. A. (2009). O contexto científico-tecnológico e social acerca de uma abordagem crítico-reflexiva: perspectiva e enfoque. *Revista Iberoamericana de Educación*, 49/1. [https://www.researchgate.net/publication/28262967\\_O\\_contexto\\_cientifico-tecnologico\\_e\\_social\\_acerca\\_de\\_uma\\_abordagem\\_critico-reflexiva\\_perspectiva\\_e\\_enfoque](https://www.researchgate.net/publication/28262967_O_contexto_cientifico-tecnologico_e_social_acerca_de_uma_abordagem_critico-reflexiva_perspectiva_e_enfoque)
- Santos, T. C., Obando J. M. C., & Cavalcanti, D. N. (2021). Discutindo a Base Nacional Comum Curricular Brasileira: uma análise sobre Educação Inclusiva no ensino de Ciências da Natureza. *Currículo sem Fronteiras*, 21(1), 380-397. <http://dx.doi.org/10.35786/1645-1384>.
- Schwahn, M. C. A., & Oaigen, E. R. (2008). *O uso do laboratório de ensino de Química como ferramenta: investigando as concepções de licenciandos em Química sobre o Predizer, Observar, Explicar (POE)*. *Acta Scientiae*, 10(2). [https://redib.org/Record/oai\\_articulo671430-o-uso-do-laboratório-de-ensino-de-química-como-ferramenta-investigando-concepções-de-licenciandos-em-química-sobre-o-predizer-observar-explicar-poe](https://redib.org/Record/oai_articulo671430-o-uso-do-laboratório-de-ensino-de-química-como-ferramenta-investigando-concepções-de-licenciandos-em-química-sobre-o-predizer-observar-explicar-poe).
- Tardif, M., & Lessard, C. (2009). *O ofício de professor: história, perspectivas e desafios internacionais* 3, 268.
- Testa, S., & Mello S. B. (2018). *Formação continuada do docente e as novas tecnologias*. CIET:EnPED. <http://cietenped.ufscar.br/submissao/index.php/2018/article/view/332>.
- Yamaguchi, K. K. L., & Araújo, E. A. (2020). Uso do modelo POE (Previsão-observação-explicação) aplicando as disciplinas de química e matemática em favor do meio ambiente. *REAMEC - Rede Amazônica de Educação em Ciências e Matemática*. 8(1). <https://doi.org/10.26571/reamec.v8i1.9619>