



CTS CA EAM ENF EAP EX FP HFS IDD LEQ MD PEQ TIC

Concepções alternativas sobre radioatividade na perspectiva de estudantes do ensino médio em projetos de pesquisa científica

Luan Oluani Bueno Teixeirens de Souza (FM)
Colégio Estadual da Bahia Artur de Sales, luanoluani@hotmail.com

Viviane Florentino de Melo (PQ)
Universidade Federal da Bahia, vivianefm@ufba.br

Resumo

Neste trabalho, investigamos as concepções alternativas sobre radioatividade de um grupo de estudantes que integram projetos de pesquisa científica no ensino médio de um colégio público de Salvador. Os dados foram construídos por meio de uma entrevista semiestruturada para a qual utilizou-se um roteiro validado por juízes envolvidos na área de pesquisa em ensino de Ciências. Foram realizadas 13 entrevistas, das quais 7 foram analisadas neste trabalho em forma de quadros de narrativas elaborados. Na análise elencou-se temas relacionados à radioatividade e seus usos pela humanidade, os resultados obtidos evidenciam que apesar dos estudantes terem tido algum contato com o tema (em geral por meio da internet), a apropriação dos conceitos relacionados é superficial ou insuficiente. As concepções referem-se à ideia de radioatividade como sendo uma energia invisível, perigosa e maléfica para a humanidade, tendo o acidente de Chernobyl como referência. Posteriormente categorizou-se as respostas fornecidas pelos estudantes de acordo com a origem das concepções alternativas identificadas, a saber: concepções espontâneas, representações sociais e concepções analógicas. Como resultado obteve-se que as concepções apresentadas se referem a concepções espontâneas e representações sociais, de acordo com o referencial teórico utilizado. Essas informações têm potencial para auxiliar na elaboração de novas propostas didáticas com o intuito de superar obstáculos à construção do conhecimento científico. Além disso, por meio dos resultados, busca-se problematizar a ausência do tema de radioatividade como conteúdo de química nas aulas de ensino da rede pública em virtude da precarização deste ensino no Brasil, principalmente com a implementação do novo ensino médio.

Palavras-chave: Radioatividade. Concepções alternativas. Entrevista.

Introdução

Em um cenário de precarização em que se encontra o ensino público no Brasil, e em específico em Salvador, já era destinado pouco tempo para o ensino dos conteúdos fundamentais da química (2 horas/aula por semana). Com a implementação do novo Ensino

Médio em 2020 essas aulas foram reduzidas para 1 hora/aula por semana. A medida foi refeita, e, a partir de 2025 haverá um retorno às 2 horas/aula por semana, de forma gradativa (2025 para o 1º ano, em 2026 para o 2º ano e em 2027 para o 3º ano).

Nesse processo de redução dos conteúdos, frequentemente, o ensino de radioatividade é preterido em relação a outros. Entretanto, o conteúdo de radioatividade é de grande relevância, pois é um conhecimento desenvolvido pela humanidade na busca por novas descobertas que possibilitaram o uso de materiais radioativos para, por exemplo, a geração de energia elétrica nas usinas de energia nuclear e para a detecção e destruição de células de tumores em combate ao câncer (DA SILVA; CAMPOS; DE ALMEIDA, 2013). Também foi com o uso de um material radioativo, Polônio, que Rutherford realizou seu experimento que possibilitou melhor entendimento a respeito da natureza elétrica dos átomos como sendo uma partícula neutra, que possui um núcleo de carga positiva proporcionada pelos prótons e ao redor deste núcleo uma região volumosa chamada eletrosfera onde estão os elétrons de carga negativa e com espaços vazios (MESSEDER NETO; DE SÁ; DE BRITO, 2022), proporcionando, através de seus resultados de investigação, grandes avanços no conhecimento de propriedades radioativas (CORDEIRO, 2011). Desvinculando, assim, a ideia de que radioatividade se trata de algo essencialmente prejudicial.

A falta de conhecimento a respeito deste conteúdo já se mostrou prejudicial para a saúde pública de toda uma cidade, em que pessoas foram contaminadas pelo Césio-137 em Goiânia, resultando em um terrível acidente envolvendo centenas de pessoas. Também é preciso destacar o descaso quanto ao descarte (abandono) incorreto daquele material pela gestão do hospital, possibilitando o fácil acesso ao material radioativo. Tendo em vista que diversos cientistas morreram ou adoeceram no passado devido a suas pesquisas com materiais radioativos (na época ainda sem saber dos riscos que corriam), não é mais de se esperar que pessoas atualmente sejam acometidas por estes problemas por conta da falta de conhecimento a respeito deste assunto.

Através de pesquisas na área de ensino de Ciências, tem-se percebido a importância do entendimento a respeito das concepções alternativas dos estudantes no processo de ensino e aprendizagem (CARVALHO, 2009, apud RATZ; MARTINS; MOTOKANE, 2013), pelo fato dos discentes terem conceitos pré-existentes sobre assuntos, ainda que sejam inválidos do ponto de vista científico. Essas concepções alternativas devem ser levadas em consideração nos momentos de instrução, pois impactam no processo de ensino e aprendizagem. Tendo em vista que elas irão influenciar nos diferentes modos em que os estudantes irão elaborar o que está sendo ensinado.

Investigações sobre concepções alternativas sobre radioatividade foram documentadas por Júnior e Alexandrino (2017) e por Da Silva e colaboradores (2013) de modo a apontar para a importância dessa análise. No primeiro trabalho, os autores investigaram as concepções de estudantes de duas turmas diferentes do ensino médio na cidade de Itapetinga, Bahia, e como resultado foi identificado que a maior parte dos estudantes desconhecia o tema e os poucos que já haviam ouvido falar a respeito de termos relacionados ao conteúdo, não possuíam arcabouço teórico para discorrer sobre eles. Já no trabalho de Da Silva et al (2013) foi feito um levantamento sobre as concepções alternativas de estudantes do 5º ao 9º semestre do curso de química, através da categorização das respostas como “satisfatória, parcialmente satisfatória ou não satisfatória”, concluindo que as respostas de boa parte dos licenciandos foi considerada pouco satisfatória, indicando que apesar de possuírem algum conhecimento, não seria o suficiente para melhor entendimento do tema.

Os resultados dessas pesquisas demonstram a importância de se documentar as concepções alternativas dos estudantes. Neste sentido, este trabalho objetiva compreender as concepções alternativas sobre radioatividade de estudantes que integram projetos de pesquisa científica no Ensino Médio.

Referencial teórico

Conceitos Científicos e Concepções Alternativas

Segundo Pozo e Crespo (2009), toda tentativa de dar significado aos fenômenos apoia-se não apenas nos materiais de aprendizagem, mas nos conhecimentos prévios ativados para dar sentido a esses materiais. Esses conhecimentos são chamados de concepções alternativas. As concepções alternativas podem estar presentes, de modo arraigado, em cada indivíduo, afetando o modo de entender os domínios da vida cotidiana, como a física, a química, o mundo social e histórico, a psicologia, o uso das tecnologias, das produções artísticas etc. A origem dessas concepções alternativas pode ocorrer de diferentes formas, a citar, de acordo com Pozo e Crespo (2009): sensorial (concepções espontâneas), cultural (representações sociais) e escolar (concepções analógicas).

As concepções espontâneas (origem sensorial) são formadas por meio dos sentidos, para dar significado às atividades cotidianas por meio de regras associativas que regem o pensamento causal do cotidiano. Estas regras são identificadas (POZO, 1987, *apud* POZO, CRESPO, 2009) como: i) semelhança entre causa e efeito, ii) contiguidade espacial, iii) contiguidade temporal, iv) covariação qualitativa entre causa e efeito e, v) covariação quantitativa.

No que se refere ao conteúdo de radioatividade, pode-se considerar que uma concepção espontânea sustentada pela interpretação da regra associativa de covariação quantitativa entre causa e efeito, em que o aumento da causa produz aumento proporcional do efeito, seria a de que o elemento mais radioativo é aquele que causa mais dano.

Informações que servem de fonte para formação das representações sociais (origem cultural) são aquelas transmitidas pelos diversos meios de comunicação, por exemplo, que bombardeiam conhecimentos supostamente científicos, mas que, por vezes, divergem de descobertas científicas. Analogamente, os autores apontam exemplos em que essa concepção é identificada: quando estudantes escutam que detergentes têm bioenzimas ou ao assistirem filmes de guerras galácticas com sons de explosões no espaço vazio interestelar. Contextualizando com o tema da radioatividade é possível pensar no entendimento de que a radioatividade é sempre uma ameaça, ao citar o que aconteceu em Chernobyl.

Por fim, as concepções analógicas (origem escolar) em que apresentações deformadas e simplificadas dos conceitos (apreendidos nos livros didáticos, ou nas falas dos professores – obstáculos epistemológicos) acabam levando a erros conceituais. Esta concepção é formada a partir da incorporação de forma análoga de sistemas do conhecimento que são complementares, ou quando o conhecimento escolar não é apresentado como diferente das outras formas de saber, propiciando equívocos como o pensamento de que “os elétrons fazem voltas por uma pista situada em torno do átomo” (POZO; CRESPO, 2009). Pensando na radioatividade, uma concepção analógica que pode ser desenvolvida nos estudantes é a ideia de que todo átomo radioativo emite partículas do núcleo.

Metodologia

Para realização deste trabalho foi utilizado um roteiro de entrevista previamente validado por juízes envolvidos na área de pesquisa em ensino de Ciências, no qual foi avaliada a adequação das questões ao objetivo da pesquisa. Este roteiro foi dividido em duas partes: a parte I diz respeito à autodeclaração do estudante quanto ao seu conhecimento sobre radioatividade; a parte II consiste em perguntas que foram feitas aos estudantes para que eles respondessem conforme suas próprias concepções. Esse estudo foi desenvolvido com estudantes de turmas diferentes de uma mesma professora de Química de um colégio público da cidade de Salvador. A escolha se deu pela disponibilidade da docente em receber o pesquisador e pela diversidade de estudantes que são atendidos pela instituição, devido a sua localização privilegiada.

As concepções alternativas foram verificadas a partir de uma entrevista com 13 estudantes do ensino médio, de turmas variadas do colégio (1º, 2º e 3º ano). A maior parte dos estudantes possui faixa etária entre 16 e 17 anos, um com 14 e um com 18 anos. Foram selecionados sete dos estudantes entrevistados para que fossem feitas as análises em virtude do envolvimento deles em projetos de pesquisa científica de modo extracurricular, o que evidencia o seu interesse nos assuntos científicos.

Conforme verificado a partir das respostas dos estudantes à primeira parte da entrevista, a maioria deles não teve acesso ao conteúdo de radioatividade nos componentes curriculares, apenas um teve essa possibilidade (no ano anterior, quando estudava em uma escola particular). E o único meio de acesso às informações sobre o tema, para aqueles que buscaram, foi por meio da internet (em filmes, vídeos etc.).

Metodologia para Análise das Entrevistas

Utilizou-se para análise das entrevistas o instrumento quadro de narrativas, que se refere a uma das etapas do método de análise do discurso proposto por Vieira e Kelly (2014). Esse instrumento vem sendo utilizado para análise de interações discursivas entre sujeitos em pesquisas na área de ensino de ciências (DE MELO; VIEIRA, 2022; VIEIRA et al, 2015), nele o analista desenvolve narrativas das interações discursivas, essas narrativas são divididas com base em critérios teóricos ou metodológicos, a depender da necessidade do pesquisador. Neste estudo, devido à especificidade do método de construção de dados (entrevistas), optou-se por fazer a segmentação do referido quadro nas perguntas que foram feitas, elaborando um para cada entrevista realizada.

A seguir, apresentamos um trecho de um dos quadros de narrativas elaborados. Após a construção dos quadros para a entrevista de todos os sujeitos, os temas e subtemas relacionados às perguntas do roteiro de entrevista foram organizados em outro quadro (apresentado na seção seguinte) para permitir a análise das concepções.

Resultados e Discussão

A partir dos registros de narrativas produzidos com base nas entrevistas realizadas com os sete estudantes, foi elaborado um quadro contendo os temas elencados pelos entrevistados. Desta forma, foi possível comparar as respostas de cada estudante para realizar a análise das suas concepções, de modo a caracterizá-las de acordo com o referencial teórico adotado. A análise do quadro foi feita a partir da divisão das perguntas da Parte II do roteiro validado em dois grupos: as perguntas 1 e 2 correspondem a termos mais conceituais que os estudantes precisaram explicar. Como na primeira pergunta do roteiro os estudantes são questionados a

respeito do seu entendimento sobre dois termos distintos, radiação e radioatividade, optou-se por dividi-la em duas para as análises (1.a, 1.b). As demais perguntas (de 3 a 7) correspondem a abordagens relacionadas aos usos da radioatividade pela humanidade.

Tabela 1 - Trecho de um dos quadros de narrativas

Ação - Pergunta (descrever uma síntese do que é feito) Tempo (m:s) Duração (m:s)	Subtemas da resposta	Narrativas do fluxo discursivo Trechos sublinhados representam mudança de entonação no discurso. Complementos de falas aparecem entre [] Pista contextuais são indicadas à direita	Comentários do analista
4- O que você acha que seja radiação e radioatividade? 04:52 01:53	Radiação Usina de Chernobyl Poluição	Luan pergunta o que a estudante acha que é radiação. A estudante pensa um pouco e diz “é...” e repete a palavra ‘radiação’. A estudante responde que acredita que seja algum tipo de substância maléfica para a vida. E que poderia citar como exemplo a usina de Chernobyl [sim] que causa serios problemas poluindo o ar, o solo, a cidade, e que acaba prejudicando a vida, o ambiente [Luan confirma: certo]	A estudante repete o termo a ser definido, indicando que realmente está pensando para responder.

Fonte: Autoria própria (2023).

Para o primeiro conjunto de perguntas, apesar de se tratar de questões mais conceituais, as respostas dos estudantes foram mais voltadas para a apresentação da “definição por exemplares”, o que indica que há uma concepção não escolarizada, coletiva para esses temas. Infere-se, portanto, que isso se deve ao fato de os estudantes saberem que são termos da química e assim recorrem às ciências de modo geral para responder.

Com o intuito de facilitar a análise, a Tabela 2 foi elaborada com as perguntas iniciais, seus respectivos objetivos e os temas identificados nas respostas de cada estudante. Dessa forma é possível comparar os objetivos das perguntas com as respostas apresentadas pelos estudantes.

Percebe-se que para a pergunta sobre radiação há, repetidas vezes, uma tentativa de associar o termo a uma “inovação”. Outra comparação feita pelos estudantes foi no movimento de explicar a radiação como uma “energia invisível” ou um tipo de “onda”, algo não perceptível. Além destes termos, uma ideia que se repete nas respostas dos estudantes é o entendimento da radiação como algo perigoso, que traz malefícios para a humanidade, citando, inclusive, a Usina de Chernobyl. Então, a partir destas respostas, pode-se pensar na radiação como uma energia invisível e perigosa.

Deste modo, conclui-se que os estudantes respondem as perguntas a partir dos seus imaginários sobre radiação, que, de modo geral, têm relação com a temática na perspectiva científica, mas não sabem dizer o que de fato é, tendo uma concepção limitada ao uso que a humanidade faz da radiação. Essa é uma característica presente no discurso quando não se tem apropriação do conhecimento escolarizado.

Ao serem questionados sobre a radioatividade, apesar de ainda ser um termo da química e, em alguma medida, fazerem essa associação (afinal se tratou de uma entrevista feita por um

graduando de Química), suas respostas continuam sendo a partir de exemplos de usos, mas sem definir o que é a radioatividade. E novamente a relação com Chernobyl é citada.

Tabela 2 – Parte II das perguntas conceituais sobre radioatividade, objetivos e temas identificados nas respostas dos estudantes

<p>1.a- O que você acha que seja radiação? Objetivo: Acessar a concepção dos estudantes no que diz respeito à radiação e à radioatividade. Identificar se os estudantes conseguem estabelecer relações e diferenciações entre radiação e radioatividade</p>	<p>1.b- O que você acha que seja radioatividade Objetivo: Acessar a concepção dos estudantes no que diz respeito à radiação e à radioatividade. Identificar se os estudantes conseguem estabelecer relações e diferenciações entre radiação e radioatividade</p>
<p>Temas da pergunta 1.a E1: Radiologia, Inovação. / E2: Substância maléfica, Usina de Chernobyl, Poluição. / E3: Perigo, Relação com a Química, Raio-x. / E4: Inovação. / E5: Ondas, Rádio, Microondas. / E6: Manifestação de Energia Invisível, Detectada por equipamentos. E12: Onda (invisível e que modifica a matéria).</p>	<p>Temas da pergunta 1.b E1: Área da Química, Elementos, Pode ser Benéfica ou Maléfica. / E2: Entrevista, Gravação, Radiografia. / E3: Reação da radiação. / E5: Chernobyl. / E6: Radiação ativa e inativa, Emanar radiação, Radiação atuante. / E12: Frequência da onda, Capacidade da onda.</p>
<p>2- O que você entende por material radioativo? Objetivo: Identificar o entendimento dos estudantes sobre material radioativo</p>	
<p>Temas da pergunta 2</p>	
<p>E1: Radiologia, Elemento, Radiografia. / E2: Substância radioativa, Contaminação, Maléfico. / E3: Funciona a partir da Radiação, Máquina de raio-x. / E5: Material perigoso, Prejudicar Células, Prejuízo, Máquina de radioterapia. / E6: Elemento que emana (toque, presença no ambiente) radiação. / E12: Modificado estruturalmente (pela passagem de onda por dentro).</p>	

Fonte: Autoria própria (2023).

Comparando as respostas dos entrevistados, percebe-se que há diferenças no que é dito pelo estudante 6, que estudou sobre Radioatividade no ano anterior em um colégio particular. Ele propõe uma relação mais clara entre radiação e radioatividade, indicando que a radioatividade seria um tipo de radiação. Apesar da definição ainda não ser a concepção científica, pois ele explica a radioatividade como um tipo de radiação “atuante/ativa”, é o que mais se distancia de concepção alternativa do tipo escolar. O estudante 3 também propõe que a radioatividade seria uma “reação da radiação”, algo que seria transmitido pela radiação, mas não consegue elaborar bem a sua resposta.

Finalizando esse grupo de questões, os entrevistados são indagados sobre o que é material radioativo. Novamente, surge na fala deles a relação entre radioativo e malefícios, como se essencialmente fosse algo ruim. Alguns deles associam a um tipo de matéria que está associada à radiação, porém isso já está implícito no próprio nome “material radioativo”. Suas respostas se referem a um material que tem radiação ou que funciona a partir da radiação. Enquanto a maioria não consegue apresentar uma definição, apenas mencionam exemplos que consideram estar relacionados com o que é um material radioativo. Por meio das respostas não fica claro se a associação feita entre material radioativo e radiação é pelo conhecimento deles ou, simplesmente, por relacionar o nome em si. Por outro lado, o estudante 6, que passou pelo processo de escolarização quanto ao assunto, parece se apropriar melhor do termo ao indicar que seria um “elemento que emana radiação” através do toque ou pela simples presença no meio.

Na Tabela 3 estão as perguntas seguidas dos seus objetivos correspondentes ao segundo grupo desta análise, as que se referem às aplicações da radioatividade. Como respostas à pergunta geral sobre o uso da radioatividade pela humanidade, quatro estudantes apontaram os perigos ao manipular materiais radioativos, enquanto três apontaram para usos na medicina, como o raio-X, a radioterapia e outros procedimentos médicos.

O estudante que passou pelo processo de estudo sistemático sobre radioatividade na escola conseguiu estabelecer mais relações entre os usos da radioatividade, citando também o uso de componentes radioativos nas baterias. Ele não menciona aspectos negativos para o uso da radioatividade.

Antes da quarta pergunta, foram apresentadas aos estudantes duas reportagens sobre fósseis e suas idades propostas. Em uma das reportagens lidas durante a entrevista a manchete era “Confirma o fóssil de dinossauro mais bem preservado já encontrado” e no resumo abaixo indicava a idade proposta para o fóssil, de 110 milhões de anos. Apesar do indicativo, a maioria dos estudantes estabeleceu como relação para a determinação da idade de um fóssil o estado de preservação dele, de modo que quanto mais “desgastado” estivesse um fóssil, mais antigo ele seria.

Apenas dois estudantes mencionaram a datação de forma direta, se aproximando, em alguma medida, da concepção científica. O estudante 5 mencionou o uso de algum material que usa radiação para determinar a idade dos fósseis, porém o senso comum de que algo deteriorado representa algo velho permanece evidente, pois ele menciona que uma das formas de identificar é através da análise do estado do fóssil. Muito provavelmente pelo fato do estudante 6 ter passado por um processo de escolarização no que diz respeito ao conteúdo de radioatividade, ele consegue estabelecer uma relação imediata entre o que é dito na reportagem e o tema, chamando a atenção para o processo de “datação”, antes mesmo que a pergunta fosse feita. As respostas apresentadas por ele indicam um nível diferente de concepção alternativa, pois ele não se limita ao senso comum, apesar de ainda não conseguir elaborar suas respostas a partir de concepções científicas, pois aponta para esse processo de datação para indicar a idade dos fósseis, mas não consegue elaborar como se dá esse processo.

A partir da resposta do estudante 12 também é possível destacar um aspecto interessante. Ele utiliza de um discurso que mistura a concepção científica com o senso comum. Menciona que é necessário fazer uma análise do “desgaste do carbono” presente no fóssil, mas ao ser perguntado sobre esse desgaste, reforça a ideia de que é preciso considerar a estrutura, “desgaste mesmo”.

Tabela 3 – Parte II das perguntas com aplicações da radioatividade, objetivos e temas identificados nas respostas dos estudantes

<p>3- Com base nos seus conhecimentos, quais os possíveis usos da radioatividade pela humanidade? Objetivo: Acessar a concepção dos estudantes a respeito das possibilidades de uso da radioatividade</p>	<p>5- O que você entende ser uma usina nuclear e como ela funciona? Objetivo: Acessar o entendimento dos estudantes sobre o que é uma usina nuclear e como ela funciona</p>
<p>Temas da pergunta 3</p>	<p>Temas da pergunta 5</p>
<p>E1: Medicina, Desastres. / E2: Estudo das substâncias, Partículas, Ciência, Materiais perigosos. / E3: Máquinas, Armas, Usinas nucleares, Chernobyl. / E5: Raio-X, Radioterapia. / E6: Radiação, Procedimentos médicos, Energia emanada por elementos radioativos, Componentes da bateria. / E12: Fazer energia, Tanques gigantes, Chernobyl, Onda de rádio.</p>	<p>E1: Elementos químicos, Substâncias, Gases, Núcleo. / E2: Produtos tóxicos, Bomba, Usina hidroelétrica, termoeletrica, fotovoltaica, Combustível, Energia não renovável, Geração de energia. / E3: Explosão, Bomba nuclear, Material perigoso, Cientista, pesquisador, radiólogo, Chernobyl. / E5: Materiais químicos radioativos, Alta tensão radioativa, Poluição, Usina hidroelétrica, Fumaça, Nível de radiação, Equipamentos de proteção, Coisas radioativas. / E6: Difusão nuclear, Extrair energia, Núcleo dos átomos, Energia utilizável, Energia elétrica, Máquinas que dividem átomos, Dividir átomos. / E12: Produção de energia (através da radioatividade), Geradores, Núcleo no centro da usina, Vibração de placas, Transformação da matéria, Liberar calor, energia, Movimentação das partículas.</p>
<p>4- “Fósseis de plantas e animais de 130 milhões de anos são achados na Bahia: ‘Possível que alguns se tratem de espécies novas’”. Em muitos documentos são identificadas estas idades para fósseis diversos. Como você acha que são propostas essas idades para os fósseis? Objetivo: Identificar o entendimento dos estudantes sobre como ocorre a datação de fósseis</p>	<p>6- Você se sentiria seguro com a construção de uma usina perto de sua casa? Justifique. Objetivo: Identificar o grau de confiança no processo de produção de energia elétrica por meio de energia nuclear</p>
<p>Temas da pergunta 4</p>	<p>Temas da pergunta 6</p>
<p>E1: Decomposição da estrutura física visível, Degradação do fóssil. / E2: Ossos fossilizados, Substâncias, DNA. / E3: Ossos, Decomposição, Idade aproximada. / E4: Pesquisas, Estrutura do fóssil, Tempo, Deterioração, Conhecimento do processo. / E5: Degradação, Cálculos, Tecnologia, Radiação. / E6: Datação, Radiação, Exposição à radiação, Radiação, Células. / E12: Carbono 14, Desgaste do carbono, Idade de pedras, Profundidade, Camada.</p>	<p>E1: Gases, Contaminação da água e ar, Necessidade de garantias. / E2: Insegurança, Energia forte, Chernobyl. / E3: Fiscalização, Experiência com tragédias anteriores. / E4: Receio. / E5: Acidente. / E6: Usina elétrica, Civis, Radiação, Descarte indevido de Material radioativo, Catástrofe, Guardar materiais radioativos, Informações corretas. / E12: Chernobyl, Destruíu a usina, Radioatividade, Mais estudo, Risco.</p>
<p>7- Uma pessoa acometida pelo câncer possui células com alterações genéticas. “Pacientes com câncer poderão ser atendidos no Centro de Tratamento Oncológico integralmente pelo SUS nas instalações do Hospital Santa Izabel, em Nazaré”. Um dos tratamentos contra o câncer é através da radioterapia. Como você acha que o material radioativo pode ser utilizado para combater o câncer? Objetivo: Identificar o entendimento sobre como o material radioativo atua no combate ao câncer</p>	
<p>Temas da pergunta 7</p>	
<p>E1: Rádio, Sons, Vibrações, Radiologia. / E2: Eliminador do câncer, Catalisador, Radioterapia. / E3: Raio-x, Chumbo, Radioatividade, Tratamento, Piorar a doença. / E4: Aparelho. / E5: Modificação de Células, Máquina, Radiação. / E6: Divisão da célula, DNA, Mutação, Mudança na célula, Energia invisível, Exposição letal, Reversão do processo de mutação. / E12: Ondas que entram na célula, Morte ou modificação da célula, Células ruins e boas, Pacientes fracos, Queda de cabelo.</p>	

Fonte: Autoria própria (2023).

Após análise da questão sobre o uso e funcionamento de uma usina nuclear, foi observado que praticamente todos os estudantes responderam com base no discurso de que essa produção de energia remete quase que exclusivamente a perigos, como algo tóxico, produtor de poluição. Um deles, inclusive, fez associação com uma bomba, destoando da pergunta feita. Novamente, fica perceptível como o processo de escolarização do estudante 6 permite que ele consiga elaborar melhor sua resposta, estabelecendo outras relações ao pensar sobre a usina nuclear. Este estudante responde que na usina há extração de energia a partir do núcleo dos átomos, porém ao discorrer sobre o tema apresenta elementos de um discurso híbrido¹, ao propor que a energia é extraída através de uma difusão/divisão/perfuração do átomo.

¹ Apresenta elementos tanto do discurso científico quanto da concepção alternativa do tipo escolar.

Ao serem perguntados sobre o quanto se sentiriam seguros com a construção de uma usina nuclear próximo ao local onde moram, a resposta esperada era a de que eles se sintam inseguros, devido às respostas anteriores que associavam uma usina nuclear a perigos. De fato, praticamente todos responderam que não se sentiriam seguros, porém percebe-se uma tendência de atenuar a insegurança depois de declará-la, apontando para condições que minimizassem a insegurança, apresentando meios que fariam eles se sentirem menos inseguros. Uma das hipóteses para essa mudança nos discursos pode ter sido pelo intuito de responder algo que o entrevistador gostaria de ouvir, que não contrariasse o pensamento químico quanto a resposta.

A última pergunta da entrevista correspondeu ao uso da radioatividade no combate ao câncer. A relação mais próxima que os estudantes conseguiram estabelecer foi de que há uma modificação nas células, porém é provável que essas respostas tenham surgido a partir do próprio enunciado da pergunta, que afirmava que o câncer se trata de uma modificação genética da célula. Além de ser uma concepção alternativa, pois a exposição à radioatividade destrói as células cancerígenas. Os estudantes apenas conseguem indicar que há alguma relação com a química ao mencionar termos como “catalisador”. As respostas apontam para a não existência de uma concepção comum a respeito da radioatividade ligada ao combate ao câncer para categorizar a origem dessa concepção.

A partir da análise é possível concluir que dentro das concepções dos estudantes entrevistados não há uma diferença clara entre radiação e radioatividade, apenas menções diferentes são feitas ao serem perguntados sobre uma e outra. Na maioria das respostas não é estabelecida uma relação entre elas, apenas o estudante que obteve escolarização consegue indicar a radioatividade como um tipo de radiação. É notável que essas concepções não estão claras aos estudantes ao mencionarem constantemente o raio-x como um tipo de radioatividade, é possível que essa associação seja feita, pelo fato de não se ter uma diferenciação clara na sociedade quanto a diferença de radiação e radioatividade e os estudantes acabam se apropriando dessas construções culturais. É frequente nas falas dos entrevistados a associação da radiação como algo perigoso, indicando seu uso do ponto de vista dos malefícios. Ainda que apontem alguns benefícios, as falas em geral são com indicativos dos perigos. Este sentido negativo ao uso da radioatividade aparece na maioria das respostas dos estudantes ao longo da entrevista, inclusive associando ao acidente de Chernobyl. De acordo com o referencial teórico utilizado, essas concepções refletem-se a representações sociais, pois correspondem a entendimentos advindos de grupos sociais aos quais os indivíduos fazem parte, visto que acidentes e problemas envolvendo usinas nucleares e o termo radioatividade são frequentes nos meios de comunicação.

Ao serem apresentados a situações em que a radioatividade é utilizada, os estudantes, em geral, não conseguiram estabelecer essa relação entre a radioatividade e sua aplicação. Considera-se que para esse grupo de perguntas, as concepções também têm origem cultural, exceto para a pergunta sobre a idade dos fósseis. Ao serem questionados sobre a forma de identificação das idades, os estudantes forneceram respostas que se aproximam mais de representações de origem sensorial, configurando-se enquanto concepções espontâneas. Segundo Pozo e Crespo (2009), essas concepções são formadas de modo espontâneo para dar significado às atividades cotidianas, por meio de processos sensoriais, como no caso de algo antigo ter que ser desgastado. Apesar de haver muitos achados de tecidos moles (biomateriais não-mineralizados) bem preservados em fósseis, e isso dar luz a idade deles, é através da datação radiométrica que as suas idades são indicadas. Deste modo, tem-se um exemplo de concepção espontânea explícita em suas falas. No que se refere ao uso da radioatividade no combate ao câncer, a ausência de temas comuns nas respostas nos impossibilita de caracterizar a origem dessas concepções.

Conclusão

Por meio deste trabalho fica evidente uma defasagem no que diz respeito à construção de conceitos científicos relacionados à radioatividade por parte dos estudantes entrevistados, apontando para manutenção de concepções que esses discentes se apropriaram a partir de representações sociais ou espontâneas, sem a possibilidade de formação de um contraponto para fazer uma análise do aprendizado e interpretar de forma adequada situações que certamente aparecerão e já aparecem, em alguma medida, em seu cotidiano.

Por outro lado, as concepções apresentadas pelo estudante que passou pelo processo de escolarização quanto ao conteúdo de radioatividade, aproximam-se mais da concepção científica. Ainda que tenham sido observadas concepções alternativas nas falas deste estudante, é notório que ele está à frente dos demais colegas no que diz respeito à compreensão do mundo e da sociedade em que está inserido. Nesse sentido, fica o alerta quanto ao empobrecimento, em termos de conhecimento científico, resultante do caráter neoliberal do novo modelo adotado para o Ensino.

Esta pesquisa evidencia que mesmo em um grupo de estudantes interessados em ciência e que se engaja em atividades para além da sala de aula, não conseguem extrapolar concepções alternativas, tendo as representações sociais e suas percepções sensoriais como meios norteadores para formação de seu entendimento, sem um processo de instrução direcionado, os mantendo no senso comum.

Por fim, apontamos para a importância de pesquisas que se debruçam sobre as concepções alternativas dos estudantes, uma vez que essas representam esquemas lógicos que correspondem a teorias implícitas. Ao entender as regularidades nas formas em que os estudantes constroem seus pensamentos, os professores poderão dialogar de forma mais efetiva com eles e elaborar suas sequências didáticas e instruções científicas, contribuindo para pensarem nos conteúdos que serão ensinados, como serão ensinados e quem são os indivíduos que compõem suas turmas. Além de entender a relevância das relações sociais e culturais dos estudantes para formar seus pensamentos sobre os fenômenos que os cercam.

Referências

- CARVALHO, J. C. Q.; BOSSOLAN, N. R. S. **Algumas concepções de alunos do ensino médio a respeito das proteínas**. VII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, Florianópolis, 2009.
- CORDEIRO, Marinês Domingues. **Dos Curie a Rutherford: Aspectos históricos e epistemológicos da radioatividade na formação científica**. Dissertação (Mestrado em Educação Científica e Tecnológica) – Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica, Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, p.234. 2011.
- DA SILVA, Flávia Cristiane Vieira; CAMPOS, Angela Fernandes; DE ALMEIDA, Maria Angela Vasconcelos. **Concepções alternativas de licenciandos em química sobre radioatividade**. Experiências em Ensino de Ciências V.8, No. 1, 2013.
- DE MELO, Viviane Florentino; VIEIRA, Rodrigo Drumond. Uma proposta de critérios avaliativos para atividades de Júri Simulado no Ensino de Ciências. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 39, n. 2, p. 298-326, 2022.
- JÚNIOR, Ademir de Jesus Silva; PACHECO, Erlan Aragão; ADORNI, Dulcinéia da Silva; ALEXANDRINO, Daniela Marques; PASSOS, Christian Ricardo Silva. **Concepções alternativas de alunos do ensino médio sobre radioatividade**. X Congresso Internacional Sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias, Sevilla, 2017.
- MESSEDER NETO, Hélio Messeder; DE SÁ, Lucas Vivas; DE BRITO, Marina Menezes. **Conceitos de química em debate**. EDUFBA, 2022, p. 14.
- POZO, J.I. **Aprendizaje de la ciencia y pensamiento causal**. Madrid: Visor, 1987.
- POZO, J. I.; GÓMEZ CRESPO, M. A. **A Aprendizagem e o ensino de ciências: do conhecimento cotidiano ao conhecimento científico**. Tradução Naila Freitas, 5ª ed. Porto Alegre: Artmed, 2009.
- RATZ, Sofia Valeriano Silva; MARTINS, Poliana Cristina de Melo; MOTOKANE, Marcelo Tadeu. **As concepções alternativas de estudantes sobre as implicações socioambientais do uso dos transgênicos**. Genética na Escola, vol. 8, nº 1. 2013.
- VIEIRA, R. D. e KELLY, G. J. . Multi-level Discourse Analysis in a Physics Teaching Methods Course from the Psychological Perspective of Activity Theory. **International Journal of Science Education**, v. 36, n. 16,, 2014.
- VIEIRA, Rodrigo Drumond et al. Obstáculos à educação de qualidade na perspectiva de professores de ciências da educação básica. **Ciência & Ensino** (ISSN 1980-8631), v. 4, n. 1, p. 1-11, 2015.