

CONCEPÇÕES ALTERNATIVAS DE LICENCIANDOS EM QUÍMICA SOBRE RADIOATIVIDADE

Alternative Concepts Of Chemistry Undergraduates Regarding Radioactivity

Flávia Cristiane Vieira da Silva [flavia.cvsilva@hotmail.com]

Angela Fernandes Campos [afernandescampos@gmail.com]

Maria Angela Vasconcelos de Almeida [angela.vasc@uol.com.br]

Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE

Rua Dom Manoel de Medeiros, s/n, Dois Irmãos - CEP: 52171-900 - Recife/PE

RESUMO

O presente artigo apresenta o resultado de um estudo que buscou identificar as concepções alternativas de Licenciandos em Química sobre radioatividade. Para tanto, a pesquisa contou com a participação de 21 alunos, matriculados do 5^a ao 9^o período no curso de Licenciatura em Química da Universidade Federal Rural de Pernambuco – Unidade Acadêmica de Serra Talhada. Uma lista com 10 afirmativas foi apresentada aos participantes que tiveram a opção de concordar ou discordar com o que estava sendo exposto. Caso discordassem estes deveriam propor uma correção. Suas respostas foram categorizadas como satisfatória, pouco satisfatória e não satisfatória. Os resultados apontam que os estudantes apresentam uma boa compreensão sobre o tema quanto ao contexto histórico, os efeitos da radiação e as propriedades das emissões radioativas. Em contrapartida, as aplicações benéficas e o conhecimento teórico sobre estabilidade e tempo de meia vida merecem um pouco mais de atenção. Acreditamos que os resultados apresentados neste artigo, podem contribuir para o desenvolvimento de estratégias que venham a possibilitar uma maior discussão sobre a temática.

Palavras-Chave: Concepções Alternativas. Licenciandos em Química. Radioatividade.

Abstract

The present article presents the results of a study that sought to identify alternative concepts of chemistry undergraduates regarding radioactivity. To that end, 21 students enrolled in the 5th to 9th period of the undergraduate chemistry course at the Federal Rural University of Pernambuco – Academic Unit of Serra Talhada took part in the study. A list of 10 statements was given to the participants, who had the option of agreeing or disagreeing with each one. If they disagreed they were asked to propose an alternative. Their responses were categorized as satisfactory, somewhat satisfactory and unsatisfactory. The results show that the students exhibited good understanding of the issue in terms of historical context, that is, the effects of radiation and the properties of radioactive emissions. On the other hand, beneficial applications and theoretical knowledge regarding stability and half life deserve a little more attention. We believe that the results put forth in this article may contribute to the formulation of strategies that promote a wider discussion on the topic.

Keywords: Alternative Concepts. Chemistry Undergraduates Radioactivity.

Introdução

A Química está inserida numa área que possibilita múltiplas abordagens pelas quais o conhecimento pode ser estudado, compondo uma área que faz parte de um universo cultural de

investigação da natureza e do desenvolvimento tecnológico. Naturalmente, essas abordagens necessitam que os conteúdos sejam organizados e estruturados, de forma articulada com os temas sociais, necessários à formação do cidadão, no enfoque de situações reais que facilitem sua ação sobre o mundo. Enquanto disciplina, pode compartilhar e articular linguagens e modelos que compõem sua cultura, “estabelecendo mediações capazes de produzir o conhecimento escolar, na inter-relação dinâmica de conceitos cotidianos e científicos diversificados” (Brasil, 2006, p.103).

Levar em conta esses aspectos implica, dentre outras coisas, considerar aquilo que o aluno compreende sobre o conteúdo a ser abordado em sala de aula, uma vez que só é possível estabelecer relações se, de alguma forma, se tem alguma ideia sobre o assunto. Logo, ao se propor um ensino voltado para a conexão entre os diversos tipos de conhecimento, é preciso que os professores busquem, inicialmente, saber o que os alunos pensam sobre o conteúdo em nível do senso comum. Esse senso comum pode ter sido construído no cotidiano, através de conversas, reportagens e programas de TV ou até mesmo em algum momento da vivência escolar desses alunos.

Consideramos que a investigação sobre as concepções dos alunos deve ser prática recorrente em todos os níveis de ensino, inclusive nas licenciaturas, pois, esses futuros professores devem compreender, durante a sua formação, a importância de articular o conhecimento científico e o conhecimento do senso comum. Partir do que os licenciandos já sabem faz com que o professor formador procure estratégias de ensino que os levem a compreenderem suas concepções e de que maneira estas podem ser úteis. Trata-se do professor criar condições para facilitar a ocorrência da aprendizagem significativa nos seus alunos (Schnetzler, 1992). Ou seja, é importante que o professor conheça as concepções alternativas dos estudantes.

Nesse estudo, assumimos a ideia de concepção alternativa de Boo (1998): ideias que os alunos trazem que são discordantes do que é consenso cientificamente. Sob essa perspectiva nos propomos a analisar as ideias dos estudantes sobre o tema radioatividade. Ele foi escolhido, pois, é parte integrante dos currículos do ensino médio e superior de Química; é um tema atual, sendo recomendado nas orientações curriculares oficiais (Brasil, 2006), como potencial para a elaboração de práticas pedagógicas que possibilitem o desenvolvimento de competências diversas, como, representação e comunicação, investigação e compreensão, contextualização sociocultural; pois o estudo da radioatividade envolve, a compreensão das transformações nucleares que dão origem à radioatividade para reconhecer sua presença na natureza e em sistemas tecnológicos; o conhecimento da natureza das interações e a dimensão da energia envolvida nas transformações nucleares para explicar seu uso em, por exemplo, usinas nucleares, indústria, agricultura ou medicina e avaliação dos efeitos biológicos e ambientais, assim como medidas de proteção, da radioatividade e radiações ionizantes ((Brasil, 2006, p. 78).

Pelo exposto, percebe-se que o tema radioatividade envolve questões atuais da sociedade, tais como: energia, meio ambiente, acidentes nucleares, lixo atômico, medicina, entre outros, além de ser fundamental para compreensão da estrutura do átomo, contemplando diversas áreas de ensino, dentre elas o ensino de Ciências com maior ênfase na Física e na Química. Nakiboglu e Tekin (2006) comentam que a Física e a Química Nuclear podem ser vistas como uma Ciência Nuclear e que os estudos advindos dessa Ciência contribuíram significativamente para o entendimento da natureza da matéria e conseqüentemente trouxe benefícios para medicina, eletrônica, geologia, arqueologia e indústria. Por ser claramente uma temática relevante e pelo fato do conhecimento das concepções alternativas dos estudantes pelo professor possibilitar a elaboração de estratégias didáticas que as leve em consideração, destaca-se a relevância desse estudo. Além disso, os resultados aqui obtidos contribuem para a área de ensino de Ciências/Química, no sentido que, nacionalmente (Medeiros e Lobato, 2010) e na literatura internacional são escassos os trabalhos nessa direção (Nakiboglu; Tekin, 2006).

Metodologia

Participaram da investigação 21 alunos, matriculados do 5^a ao 9^o período no curso de Licenciatura em Química da Universidade Federal Rural de Pernambuco – Unidade Acadêmica de Serra Talhada. Para o levantamento das concepções dos estudantes foi construída uma lista com 10 afirmativas sobre o tema (Quadro 1).

As afirmativas foram construídas com base nos estudos de Nakiboglu e Tekin (2006) e Passos e Souza (2010). As respostas dos estudantes foram agrupadas em três categorias, (RS – Resposta Satisfatória, RPS – Resposta Pouco Satisfatória e RNS – Resposta Não Satisfatória). A categoria RS foi construída tendo como base o referencial científico (consensual) que norteia o conteúdo de radioatividade (Campbell, 1995; Chassot, 1995; Tolentino; rocha filho; Araújo, 2005; Rodrigues júnior, 2007) e a Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN). A análise dos resultados foi realizada à luz dos autores supracitados, que também serviram de base para a discussão das respostas dadas pelos licenciandos.

Quadro 1. Afirmativa/objetivo e suas categorias de análise.

Afirmativa/Objetivo	Categorias de Análise
1. Os materiais radioativos e a radiação não ocorrem naturalmente, eles foram criados pelos cientistas/Identificar as concepções sobre a origem e o conceito de radioatividade.	Resposta Satisfatória (RS) se discordar e corrigir afirmando que a radioatividade é um fenômeno natural que foi descoberto e acrescentar que existem alguns materiais radioativos artificiais. Resposta Parcialmente Satisfatória (RPS) se discordar afirmando o contrário que afirmação expõe ou outra justificativa e Resposta Não Satisfatória (RNS) caso concorde com a afirmativa.
2. O uso da radiação ionizante não é recomendável em métodos de conservação de alimentos/Analisar como os licenciandos entendem o uso da radioatividade na conservação de alimentos, estando dentro de umas das aplicações positivas da radiação.	RS se o licenciando discordar, acrescentando a sua correção que é um processo eficiente se o tipo e a dose da radiação forem controlados, RPS se discordar sem apresentar correções ou apresentar uma justificativa diferente da primeira citada e RNS se concordarem.
3. O corpo humano é capaz de detectar a radioatividade/Verificar o conhecimento dos licenciandos sobre como podemos detectar as emissões radioativas.	RS se discordar e afirmar que só é possível detectar a presença de radioatividade com um aparelho específico, RPS se discordar e apresentar outra justificativa, RNS se concordar.
4. Os elementos radioativos se transformam em outros elementos químicos ao emitirem radiações/Saber se os alunos entendem o que ocorre com os elementos radioativos ao emitirem radiação.	RS caso concordem, RNS se discordarem.

5. O número de elétrons na camada de valência é o único fator que afeta a estabilidade do núcleo atômico/Averiguar que fatores são levados em consideração pelos licenciandos quando se trata da estabilidade do núcleo atômico.	RS se discordar e destacar que os fenômenos radioativos não são vinculados a eletrosfera, mas sim em nível nuclear. RPS se discordar e apresentar outra justificativa ou não apresentar justificativa, RNS se concordar.
6. Após um ano do acidente de Chernobyl (Ucrânia), que ocorreu em 1986, já foi possível verificar que nas regiões ao redor da usina os níveis de radiação eram mínimos/Explorar o conhecimento dos licenciandos sobre aspectos históricos da radioatividade, do ponto de vista negativo, além do tempo de meia-vida.	RS se o licenciando discordar da afirmativa e apresentar justificativa que a cidade ainda não está habitável nos dias de hoje devido aos altos índices de radiação causado pelo material radioativo utilizado na usina. RPS se discordar e apresentar outra justificativa e RNS se concordar.
7. O tempo de meia vida de um radioisótopo está relacionado com sua estabilidade, neste caso, quanto maior a estabilidade menor o tempo de meia vida/Verificar como os licenciandos entendem a relação entre o tempo de meia-vida e a estabilidade nuclear.	RS se concordar e RNS se discordar.
8. A partícula alfa possui maior poder de penetração que a radiação gama por ser mais energética/Analisar as concepções sobre a natureza das emissões radioativas.	RS se justificar afirmando que apesar da partícula alfa ser muito ionizante, pois possui carga elétrica alta (+2) ela é pouco penetrante, pois é pouco energética ou que a gama é mais energética logo é mais penetrante, RPS se discordarem e apresentar uma justificativa citando alguns dos pontos mencionados anteriormente e RNS se concordarem.
9. A partícula beta é mais nociva que a alfa, pois tem maior poder de penetração/Analisar as concepções dos licenciandos sobre a natureza das emissões radioativas.	RS se concordar e RNS se discordar.
10. Quando atingido por radiação é impossível perceber imediatamente, já que a radiação não provoca dor ou lesão visível/Verificar o conhecimento dos licenciandos sobre os efeitos das emissões radioativas.	RS se concordar e RNS se discordar.

Fonte: Produção própria.

Resultados

A seguir apresentamos os resultados por afirmativa, que serão expostas de forma quantitativa e apresentaremos alguns exemplos de justificativas dadas pelos estudantes, (identificados por A1, A2....A21) seguida de uma breve discussão.

QUADRO 2. Resultados referentes a afirmativa 1: os materiais radioativos e a radiação não ocorrem naturalmente, eles foram criados pelos cientistas.

Categorias	%
RS	14,3
RPS	71,4
RNS	14,3

O quadro mostra que a maioria dos estudantes compreende que os materiais radioativos e a radiação ocorrem naturalmente, mas não conseguem expor que além da radioatividade natural também podemos encontrar a radioatividade artificial, fato que foi lembrado por 3 (14,3%) das 18 justificativas apresentadas pelos alunos ao discordarem da afirmação. Já a maioria (71,4%), apesar de discordar corretamente não cita a radioatividade artificial, logo suas justificativas foram consideradas RPS. Uma forma de corrigir primeiramente a sentença seria afirmando que a radioatividade ocorre naturalmente e que foi descoberta. Essa descoberta, segundo Chassot (2005) revolucionou as concepções sobre a natureza da matéria, visto que serviu de base para, por exemplo, um novo modelo atômico, o conhecido “modelo atômico de Rutherford”. Além disso, podemos obter a radioatividade artificialmente. Temos em Tolentino e Rocha Filho (1996) que a radioatividade artificial foi descoberta pelo casal Irène e Frédéric Joliot Curie, bombardeando lâminas finas de alumínio por partículas alfa, produzindo átomos radioativos de fósforo 30.

Algumas justificativas, consideradas RPS, dadas pelos estudantes estão descritas a seguir:

A7: “*Os materiais radioativos e a radiação ocorrem naturalmente*”.

A13: “*A radiação ocorre naturalmente. É espontâneo o processo*”.

A16: “*Os cientistas descobriram*”.

QUADRO 3. Resultados referentes a afirmativa 2: o uso da radiação ionizante não é recomendável em métodos de conservação de alimentos.

Categorias	%
RS	4,8
RPS	0
RNS	95,2

Quase a totalidade dos estudantes apresentou RNS, o que mostra a falta de informação sobre os métodos de conservação de alimentos que utilizam a radiação ionizante. Apenas um dos alunos discordou da afirmativa, apesar de não ter se enquadrado dentro do que se esperava, mas apresenta uma coerência em relação a um possível efeito que a radiação ionizante pode causar nas moléculas que compõem um determinado alimento:

A13: “*Possivelmente a radiação ionizante pode estabilizar moléculas de determinados alimentos*”.

Segundo a Comissão Nacional de Energia Nuclear, na agricultura uma aplicação importante é a irradiação para a conservação de produtos agrícolas, como batata, cebola, alho e feijão. Batatas irradiadas podem ser armazenadas por mais de um ano sem murchar ou brotarem. Possivelmente o resultado encontrado deve-se ao fato dos alunos não saberem a diferença entre irradiação e contaminação radioativa. Acreditando que esse processo poderia fazer com que os alimentos se tornassem radioativos. A diferença entre irradiação e contaminação radioativa é discutida por Rodrigues Júnior (2007). O autor esclarece em seu artigo as dúvidas sobre as diferenças e os significados desses dois termos. Irradiação é a energia característica emitida por uma fonte radioativa, um corpo só está sendo irradiado e sofrendo seus efeitos enquanto estiver exposto a uma fonte, essa irradiação não o torna radioativo, já contaminação radioativa ocorre quando o um objeto ou um ser vivo se impregna com o material radioativo que vazou para o meio ambiente, por não está selado, podendo ocorrer isso devido à ocorrência de um acidente.

Nakiboglu e Teki (2006) identificaram que os estudantes acreditam ser a energia nuclear a única aplicação positiva para radioatividade, pois ela é muito prejudicial aos seres humanos. Medeiros e Lobato (2010), ao questionarem os alunos sobre o termo radiação, também identificaram concepções do ponto de vista negativo, como por exemplo: “A radiação é uma energia que pode alterar e danificar os seres vivos” (p.72).

QUADRO 4. Resultados referentes a afirmativa 3: o corpo humano é capaz de detectar a radioatividade.

Categorias	%
RS	0
RPS	66,7
RNS	33,3

Apesar de discordarem corretamente da afirmativa as respostas foram deslocadas para RPS, pois, como o objetivo da questão era identificar se os estudantes sabiam de que forma podemos detectar a radioatividade, nenhuma das justificativas se referia a isso, ao contrário, muitas delas apresentavam uma confusão entre irradiação e contaminação radioativa. Os alunos, ao explicarem sua opção, se contrariam ao citarem que o ser humano detectaria futuramente através dos efeitos que a radioatividade pode vir a causar. A radioatividade não pode ser detectada pelo ser humano, sendo que estes podem sentir apenas os efeitos causados por ela. Esses efeitos podem demorar ou serem imediatos, dependendo da intensidade das emissões e do tempo de exposição. Neste caso para identificar se um meio possui material radioativo, ou se um material emite radiação é preciso utilizar um aparelho chamado Detector/Contador Geiger-Müller (GM), de acordo com a Comissão Nacional de Energia Nuclear É um dos dispositivos mais antigos para detectar e medir radiação, e muito usado ainda atualmente por sua simplicidade, baixo custo e facilidade de operação. Os trechos abaixo, classificadas como RPS, ilustram algumas justificativas dadas pelos estudantes:

A18: “O corpo humano só é capaz de detectar a radiação se ela provocar algum distúrbio ao organismo e nem sempre isso ocorre de forma imediata” (RNS)

A20: “Acho que o corpo humano detecta a radiação se for de grande intensidade, e essa percepção não é imediata, mas acontece com o passar do tempo (ex. Sintomas de contaminação). (RNS)

QUADRO 5. Resultados referentes a afirmativa 4: os elementos radioativos se transformam em outros elementos químicos ao emitirem radiações.

Categorias	%
RS	47,6
RNS	52,4

Vemos que 52,4% dos questionários analisados apresentaram discordância com a afirmativa. Algumas das justificativas podem ser vistas a seguir:

A3: “Eu acho que não, eles podem até formar alótropos com massas diferentes, mas se transformar em outros elementos químicos apenas emitindo radiação acho pouco complicado” (grifo nosso).

A5: “Eles liberam íons diminuindo sua carga, mas não se transformam em outros elementos”.

A6: “Eles não se transformam em outros elementos químicos, mas sim em isótopos” (grifo nosso).

As justificativas descritas mostram equívocos e erros conceituais, quando os alunos citam termos relacionados a elemento químico como alótropos e isótopos. Alguns elementos químicos podem apresentar variedade alotrópica, essa variedade pode ser na estrutura cristalina (alótropos de estanho) ou na atômica (alótropos do oxigênio) (Peixoto, 1998; 2012). Já os isótopos, são átomos de elemento químico que possuem mesmo número de prótons (número atômico), sendo o número atômico o que diferencia um elemento químico do outro (Passos; Souza, 2010). Os elementos radioativos realizam transmutações, até que seu núcleo atinja uma configuração estável. Esta estabilidade é adquirida ao emitir partículas alfa ou beta. Em cada emissão de uma dessas partículas, há uma variação do número de prótons no núcleo, isto é, o elemento se transforma ou se transmuta em outro, de comportamento químico diferente (CNEN).

QUADRO 6. Resultados referentes a afirmativa 5: o número de elétrons na camada de valência é o único fator que afeta a estabilidade do núcleo atômico.

Categorias	%
RS	0
RPS	52,4
RNS	47,6

Observamos no quadro 6 que um pouco mais que a metade dos estudantes discordou da afirmativa, porém as justificativas apresentadas por eles mostram erros em relação a conceitos básicos da estrutura o átomo. Há uma relação não adequada da estabilidade do núcleo devida aos elétrons, uma vez que os elétrons não se encontram no núcleo. Nakiboglu e Tekin (2006) identificaram concepção semelhante em seu estudo, quanto aos fatores que afetam a estabilidade do núcleo, dentre as quais podemos citar: “O número elétrons da camada valência é um dos fatores que afetam a estabilidade do núcleo atômico”. Segundo os licenciandos:

A7: “O nº de elétrons não é o único fator que afeta a estabilidade do núcleo atômico, há ainda os prótons (radioisótopos)”.

A18: “O número de nêutrons no núcleo também afeta a estabilidade do núcleo, sua variação pode provocar a fissão do átomo, aliado a outros eventos.

A20: “A estabilidade do núcleo de um átomo é afetada não somente pelo número de elétrons de valência, mas também pelo número de nêutrons presentes no núcleo (...)”.

As concepções apresentadas por esses alunos mostram que é necessário que seja dada uma atenção especial ao se trabalhar em sala de aula a temática, além de conceitos relacionados à estrutura do átomo. Neste sentido, o trabalho de Campbell (1995) pode fornecer informações relevantes. O autor apresenta em seu trabalho regras para determinar a estabilidade nuclear e o tipo de decaimento radioativo, todos relacionados com a proporção número de prótons e nêutrons. Essas regras também permitem prever o tipo de emissão (alfa ou beta) do elemento radioativo, sendo, portanto, um bom material de consulta para o professor que deve levar em consideração, naturalmente, a realidade de seus alunos.

QUADRO 7. Resultados referentes a afirmativa 6: após um ano do acidente de Chernobyl (Ucrânia), que ocorreu em 1986, já foi possível verificar que nas regiões ao redor da usina os níveis de radiação eram mínimos.

Categorias	%
-------------------	----------

RS	38,1
RPS	33,1
RNS	33,3

Conforme é apresentado no quadro, observamos que a maioria dos estudantes discordou da afirmação, porém, muitas das justificativas dadas por eles foram vagas ou, em alguns casos, não era dado nenhum tipo de explicação. Dentre os que discordaram 8 (38,1%) justificaram de forma satisfatória, como o A13. Já o A15 teve sua resposta deslocada pra RPS:

A13: *“Possivelmente ainda haviam resíduos radioativos. Alguns elementos levam anos consideráveis para desintegrarem, tornando-se estáveis ao se converterem em outros elementos”*.

A15: *“Acredito que em um período de tempo curto de um ano o nível de radiação encontrado ao redor da usina seria maior”*.

Cada elemento radioativo, seja natural ou obtido artificialmente, se transmuta (se desintegra ou decai) a uma velocidade que lhe é característica. Ou seja, o tempo para que um elemento radioativo se estabilize depende do elemento em questão. No acidente da usina nuclear de Chernobyl, por exemplo, o material radioativo liberado foi o urânio-235, sendo que seu tempo de meia-vida, tempo necessário para a atividade ser reduzida à metade da atividade inicial, é de 713 milhões de anos (CNEN). Neste caso, o nível de radiação não pode aumentar (conforme exposto por A15), mas diminuir mais rapidamente ou não, dependendo do material radioativo em questão.

QUADRO 8. Resultados referentes a afirmativa 7: o tempo de meia vida de um radioisótopo está relacionado com sua estabilidade, neste caso, quanto maior a estabilidade menor o tempo de meia vida.

Categorias	%
RS	85,7
RNS	14,3

Como podemos ver para essa afirmativa tivemos que a maioria dos estudantes concordou corretamente com o que estava sendo exposto. Dos 21 alunos apenas três (14,3%) discordaram, sendo que desses três, dois não explicam o motivo da discordância. A justificativa a seguir é dada por um dos alunos que não concordou com a afirmação:

A12: *“O tempo de meia-vida está relacionado com a concentração do composto”*.

Segundo Passos e Souza (2010), cada isótopo tem seu tempo de meia-vida específico. A estabilidade completa não é afetada por condições externas como temperatura, pressão ou estado de combinação química, apenas pela quantidade de material radioativo presente na amostra. Porém, o tempo que cada elemento radioativo leva para reduzir sua atividade pela metade é fixo e isso depende da estabilidade do núcleo atômico e não da concentração, conforme justificativa apresentada por A12.

QUADRO 9. Resultados referentes a afirmativa 8: a partícula beta é mais nociva que a alfa, pois tem maior poder de penetração.

Categorias	%
RS	57,1
RPS	14,3
RNS	28,6

Percebe-se que a maioria dos alunos (15) apresentou um bom entendimento sobre o poder de penetração da partícula alfa e, apesar de na afirmativa trazermos a expressão “radiação gama” e compará-la com a partícula alfa, três justificativas foram relocadas para a RPS, pois apresentaram problemas conceituais. A partícula alfa é considerada uma radiação muito ionizante e pouco penetrante, em contrapartida as radiações gama têm grande poder penetrante, por não possuir massa significativa e são pouco ionizantes, por não ter carga (Passos; Souza, 2010; CNEN). Os exemplos a seguir ilustram algumas das justificativas dadas pelos licenciandos:

A8: “A partícula gama possui maior poder de penetração pois é mais energética”(RPS) (grifo nosso).

A10: “Está errada, pois as radiações gama tem a maior penetração que a partícula alfa. (RS).

QUADRO 10. Resultados referentes a afirmativa 9: A partícula beta é mais nociva que a alfa, pois tem maior poder de penetração.

Categorias	%
RS	90,5
RNS	9,5

Em relação a esta afirmativa vimos que a maioria dos alunos concordou, o que mostra o entendimento da natureza das emissões radioativas e seus efeitos, quando tratadas em relação às emissões alfa e beta. A justificativa abaixo é apresentada pelo estudante que discorda da afirmação, sendo considerada RNS:

A17: “a alfa contém o maior poder de penetração, sendo a mais nociva”.

As partículas beta são mais energéticas e mais penetrantes que as partículas alfa, porém ioniza menos. Apesar de ionizarem menos que a partícula alfa, ela tem um poder de penetração maior, entrando alguns milímetros na pele (desprotegida), podendo acarretar, por exemplo, o aparecimento de câncer de pele (Rodrigues Junior, 2007; Passos; Souza, 2010).

QUADRO 11. Resultados referentes a afirmativa 10: quando atingido por radiação é impossível perceber imediatamente, já que a radiação não provoca dor ou lesão visível.

Categorias	%
RS	66,7
RNS	33,3

A maioria dos estudantes concordou com a afirmação, sendo então considerada RS. Os que não concordaram com o que estava sendo exposto são contraditórios na sua justificativa, já que na afirmativa o termo “imediatamente” estava presente. Alguns exemplos são expostos a seguir:

A11: “Conforme o tempo de exposição a radiação, os sintomas podem levar até vários anos para que possam ser notados”.

A12: “A radiação pode provocar dor e lesões visíveis”.

O efeito das radiações ionizantes em um indivíduo depende basicamente da dose absorvida (alta/baixa), da taxa de exposição (crônica/aguda) e da forma da exposição (corpo inteiro/localizada) (CNEN). Neste caso os efeitos sentidos dependerão desses três aspectos. Podendo nem ser sentido, em caso de doses baixas, ou levar a diarreia, vômitos, hemorragias e até morte em 5 ou 6 dias, se em doses elevadas.

Algumas Considerações

De um modo geral, os alunos compreendem a temática, provavelmente por ser um tema que eventualmente é tratado pelos meios de comunicação e/ou por terem vivenciado em algum momento de sua vida escolar. As respostas ao questionário mostram que parte dos estudantes apresenta uma compreensão sobre radioatividade pouco satisfatória, o que indica que apesar de saberem algo sobre o tema, as informações que eles possuem não são suficientes para um melhor entendimento sobre o tema.

Os resultados também apontam que os licenciandos possuem entendimento razoável quanto ao contexto histórico, os efeitos da radiação e as propriedades das emissões radioativas. Em contrapartida, as aplicações benéficas e o conhecimento teórico sobre estabilidade e tempo de meia vida, por apresentarem justificativas com problemas conceituais, merece um pouco mais de atenção,

Acreditamos que os resultados apresentados neste artigo, podem contribuir para o desenvolvimento de estratégias que venham a possibilitar uma maior discussão sobre a temática, propondo situações de ensino que levem a reflexões, de forma a trabalhar todos os contextos no qual ela está inserida.

Referências

- Boo, H. K. (1998). Students' understandings of chemical bonds and the energetic of chemical reactions. *Journal of Research in Science Teaching*, 35(5), 569-581.
- Brasil (2006). Secretaria de Educação Básica. Orientações Curriculares Nacionais. Brasília: Ministério da Educação.
- Campbell, M. L. (1995). Simple rule for determining nuclear stability and type of radioactive decay. *Journal of Chemical Education*, 72 (10), 892-893.
- Chassot, A. I. (1995) Raios X e radioatividade. *Química Nova na Escola*, 1(2), 19-22.
- Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN). <http://www.cnen.gov.br/ensino/ensino.asp>, acesso em 15 de Abril de 2012.
- Medeiros, M. A. & Lobato, A. C. (2010). Contextualizando a abordagem de radiações no ensino de Química. *Revista Ensaio*, 12(3), 65-84.
- Nakiboglu, C.; Tekin, B. B. (2006). Identifying student's misconceptions about nuclear chemistry. A study of Turkish high school students. *Journal of Chemical Education*, 83(11), 1712-1718.
- Passos, M. H. S.; Souza, A. A. (2010). *Química Nuclear e Radioatividade*. Campinas, SP: Editora Átomo.
- Peixoto, E. M. A. (1998). Elemento químico: Oxigênio. *Química nova na escola*, 1(7).
- _____. (2012). Os Alótropos do Estanho: Ocorrências do Estanho α e as Novas Soldas sem Chumbo Usadas em Eletrônicos. *Química Nova na Escola*, 34(3), 25-130.
- Rodrigues Junior, A. A. (2007). O que é irradiação? E contaminação radioativa? Vamos esclarecer? *Revista Brasileira de Ensino de Física (Online)*, 8(2), 40-43.

Schnetzler, R. P. (1992). Construção do conhecimento e ensino de ciências. *Em Aberto*, 11(55), 17-22.

Tolentino, M. & Rocha-Filho, R. C (1996). O átomo e a tecnologia. *Química Nova na Escola*. Cadernos Temáticos, Química e Sociedade, 1(3). 4-7.