

INVESTIGANDO A ENERGIA NUCLEAR EM SALA DE AULA

Investigating nuclear energy in the classroom

Mércio José Lunkes¹, [merciojl@hotmail.com]

João Bernardes da Rocha Filho², [jbrfilho@puccrs.br]

¹EEB Professora Jurema Savi Milanez, Av Primo Alberto Bodanese, 1227, Quilombo, SC, 89850-000

²PUCRS – Programa de Pós-graduação em Educação em Ciências e Matemática, Av Ipiranga, 6681, Prédio 10 – Pertenon – Porto Alegre/RS – CEP 90619-900

RESUMO

O presente artigo foi elaborado a partir dos resultados de um trabalho interdisciplinar, entre as disciplinas de Física e Geografia, e relata a experiência vivenciada nas aulas de física. Pretende compreender a importância de trazer, para a sala de aula, assunto veiculado em diversos meios de comunicação. A investigação enfoca a Energia Nuclear, em função do acidente radiológico japonês, ocorrido em março de 2011. Inicialmente, lançamos um questionário prévio objetivando levantar os conhecimentos dos alunos acerca do tema, considerando as informações que circulam nas diferentes mídias. Em sequência, os alunos foram convidados a pesquisar sobre o assunto, bem como sobre os conceitos científicos envolvidos, o que possibilitou a elaboração de trabalho escrito e apresentado individualmente às disciplinas envolvidas. Como a defesa da tese é parte essencial no processo investigativo, alguns alunos apresentaram um seminário cuja plateia envolveu diversos professores de diferentes áreas do conhecimento e todos os alunos do Ensino Médio da escola. Concluída a investigação, verificamos significativa mudança de opinião em relação aos conceitos científicos, percebemos, ainda, que essa proposta proporcionou aproximação entre os conteúdos da disciplina e assuntos relevantes que circulam nos meios de comunicação.

PALAVRAS-CHAVE: energia nuclear; interdisciplinaridade; usinas termonucleares; radiação.

ABSTRACT

This article was drawn up from the results of the interdisciplinary work between Physics and Geography and reports the experience implemented in Physics classrooms. The research intends to understand the importance of bringing to the classroom relevant subject aired on various means of communication. The research focuses on the role of nuclear energy in a Japanese radiological accident occurred in March 2011. Initially, a preliminary questionnaire aiming to assess students' knowledge about the topic was administered, considering the pieces of information circulating in different media. Afterward, students were asked to research on the subject as well as the scientific concepts involved, which allowed the preparation of

INVESTIGANDO A ENERGIA NUCLEAR...

individual written work presented to both disciplines involved. As the thesis defense is a relevant part of the investigative process, some students presented seminars whose audience involved several teachers from different areas of knowledge and all high school students. After this investigation, we perceived significant changes of opinion toward science concepts, besides we realized that this proposal provided rapprochement between course contents and relevant issues that circulate in the media.

KEYWORDS: *nuclear energy; interdisciplinarity; nuclear power plants; radiation.*

INTRODUÇÃO

Concordamos com Lunkes et al (2011), Brock et al (2011), Oliveira et al (2010), Lima et al (2009), Rocha Filho et al (2009) que a Física, no Ensino Médio, e em especial a Mecânica Quântica, recebe uma conotação francamente supervalorizada acerca das capacidades intelectuais exigidas para sua compreensão. Como resultado, as pessoas, em geral, concluem que a Física é para poucos, os muito inteligentes, e se encontra às margens do alcance compreensivo de grande parte da comunidade estudantil. Percebemos, em nossa escola, apoiados em Pereira et al (2009), que a Física se transforma em uma disciplina excludente devido, em parte, ao grau de dificuldade imposto pelos exercícios de fixação descontextualizados, muitos dos quais se encontram distantes do alcance compreensivo do educando, devido à complexidade inerente, aliada à metodologia utilizada, inibindo sua significação.

Lunkes (2010) afirma ainda que

...uma parte considerável dos alunos de Física passa os três anos referentes ao Ensino Médio simplesmente sentada em bancos escolares, aprendendo pouco ao tentar solucionar exercícios sem significado, por não possuírem relação com suas vidas cotidianas, ou porque os estudantes desconhecem essa relação (LUNKES, 2010, p. 16).

A partir disso, propomos, em uma ação conjugada entre a Física e a Geografia, investigar, em sala de aula, o assunto Energia Nuclear. Esse tema foi amplamente discutido pela mídia, devido aos problemas enfrentados nas usinas term nucleares japonesas, em função do acidente radiológico ocorrido em março de 2011. Em nosso entendimento, um trabalho interdisciplinar acerca de um assunto relevante como este pode despertar o interesse dos educandos devido à relação entre o conteúdo oficial do currículo e os temas que assombram os jovens estudantes. Ainda sobre isso, o PCNEM (BRASIL, 1999) afirma que "o aprendizado de Física deve estimular os jovens a acompanhar as notícias científicas, orientando-os para a identificação sobre o assunto que está sendo tratado e promovendo meios para a interpretação de seus significados" (BRASIL, 1999, p. 27).

Sob essa ótica, apoiados nas Orientações Curriculares para o Ensino Médio (BRASIL, 2006), percebemos a potencialidade intelectual envolvida frente à abordagem de assunto que condiz com os anseios juvenis de nossos alunos, bem

INVESTIGANDO A ENERGIA NUCLEAR...

como a utilidade do redirecionamento da atenção para os acontecimentos mundiais e suas possíveis influências regionais.

A partir disso, o presente estudo, realizado nas turmas dos terceiros anos do Ensino Médio de uma escola pública de Santa Catarina, teve como objetivo compreender a relevância de trazermos, para a sala de aula, por meio de investigação, assunto relevante, veiculado diariamente nos diferentes meios de comunicação.

Dessa forma, iniciamos o trabalho levantando dados acerca dos conhecimentos cotidianos dos nossos alunos. Essas considerações, por meio da investigação em sala de aula, demonstraram considerável mudança em direção aos conceitos cientificamente aceitos, capacitando os indivíduos a influenciar a opinião pública sobre o tema em questão, contribuindo para o esclarecimento dos fatos relatados pelos meios de comunicação.

INVESTIGAÇÃO EM SALA DE AULA

A investigação em sala de aula iniciou por meio de um questionamento, ou a partir de uma situação proposta pelo professor ou por qualquer participante do grupo. Freire e Faundez (1985) afirmam que "uma educação de perguntas é a única educação criativa e apta a estimular a capacidade humana de assombrar-se, de resolver seus verdadeiros problemas essenciais. É o próprio conhecimento". (FREIRE e FAUNDEZ, 1985, p. 52). Isso implica a importância dos alunos serem instigados a procurarem as respostas aos problemas cotidianos.

Ponte et al (2006) afirmam que um trabalho escolar pode ser caracterizado como investigação quando o modo de resolução não é imediatamente apresentado, o que se constitui em atividade desafiadora para o educando. Além disso, amplia sua capacidade argumentativa, justificando e defendendo suas conclusões frente aos colegas e ao professor.

Segundo Ponte et al (2006), toda investigação em sala de aula segue alguns passos que precedem o sucesso do processo investigativo:

- a) Formulação e exploração de questões. Consiste em identificar problemáticas e formular questões relevantes ao tema em questão.
- b) Elaboração de conjecturas. É o momento em que os educandos coletam dados, formulam as hipóteses que possivelmente solucionem a questão sob análise.
- c) Formulação de teses e reformulações das proposições iniciais. Etapa em que os alunos reformulam as teses acerca das possíveis soluções.
- d) Proposição de justificção ou validação. Nessa etapa, os educandos apresentam argumentações de sua autoria que validem a sua tese.

METODOLOGIA

Moraes (2004) sugere que a constante evolução tecnológica e informacional instaurou a necessidade da constante adequação dos profissionais da educação, principalmente os professores, os quais podem ser questionados acerca de ocorrências intercontinentais. São temas relevantes que, inúmeras vezes, não participam da lista de conteúdos oficialmente trabalhados em sala de aula.

Isso implica, segundo Moreira e Silva (1995), um currículo dinâmico, no qual o professor deve redirecionar os assuntos abordados em sala de aula, de forma a atender os anseios da comunidade estudantil. É conhecido que todas as disciplinas curriculares do Ensino Médio possuem um planejamento mínimo a ser alcançado no decorrer do ano letivo. Porém, existem casos onde as interrupções se tornam pertinentes, como a investigação acerca da Energia Nuclear.

Dessa forma, iniciamos nosso trabalho investigativo, durante breve reunião, entre os professores de Física e Geografia, do Ensino Médio, numa escola pública do Oeste de Santa Catarina. Nesse momento, elencamos a possibilidade do trabalho conjunto entre ambas as disciplinas, cada qual com sua participação específica sobre a Energia Nuclear, tema amplamente difundido em diversas mídias, devido aos problemas enfrentados nas usinas termonucleares japonesas, devido ao acidente radiológico ocorrido em março de 2011.

Em sequência, o professor de Física aplicou um questionário reconstrutivo que, para Ponte et al (2006), caracteriza-se como sendo a espinha dorsal do processo investigativo. Nisso concordam Freire e Faundez (1985, p. 46), "o início do conhecimento, repito, é perguntar. E somente a partir de perguntas é que se deve sair em busca de respostas". Sugerindo, assim, que uma dúvida ou questionamento desencadeie a procura, um movimento em direção ao encontro de soluções.

Esse questionário foi respondido em grupos de quatro componentes, destacando a importância de provocarmos uma breve discussão acerca do tema proposto. As respostas foram transcritas integralmente, usando, inicialmente, um número, o qual indicava a turma geradora da resposta, e, em sequência, uma letra indicativa do grupo responsável pela resposta.

Posteriormente, analisamos os dados colhidos, pelo questionamento inicial, por meio da Análise Textual Discursiva que, segundo Moraes e Galiuzzi (2007), discute quantitativamente dados ou informações advindas do material estudado, objetivando construir novas interpretações sobre os fenômenos estudados.

É mister conhecer que, apesar de o trabalho investigativo ser de cunho interdisciplinar, cada uma das disciplinas abordou assuntos geralmente estudados especificamente. Durante as aulas de Física, abordamos assuntos como a Energia Nuclear, Fissão Nuclear, Fusão Nuclear, Decaimentos Radiativos, diferença entre materiais contaminados e irradiados, Elementos Químicos Radiativos, diferentes radiações, funcionamento de uma usina termonuclear e a Matriz Energética Brasileira.

INVESTIGANDO A ENERGIA NUCLEAR...

As aulas de Geografia abordaram assuntos relevantes à investigação, porém, geralmente aprofundados, exclusivamente, por essa área do conhecimento. Deslocamento das massas de ar, correntes marítimas, distribuição mundial de usinas termonucleares, localização das usinas brasileiras e a participação da energia nuclear no cenário brasileiro e mundial.

Outra etapa concentrou-se em pesquisas bibliográficas baseadas em exemplares de livros didáticos disponíveis na escola, bem como na enciclopédia Barsa, e na internet, por meio da qual os alunos tiveram a oportunidade de visitar sites, como o do Sistema de Proteção ao Programa Nuclear Brasileiro e da Comissão Nacional de Energia Nuclear. As informações coletadas pelas pesquisas dos alunos resultaram em trabalhos escritos, os quais os alunos foram convocados a apresentarem às disciplinas mencionadas. Demo (2005) concorda, afirmando que "elaborações próprias são infinitamente mais sensíveis à aprendizagem do que provas, em particular provas de respostas padronizadas" (DEMO, 2005, p. 96). Portanto, os alunos que construíram argumentação escrita, de forma coerente e sem plágio diagnosticado, aliado à apresentação das teses formuladas durante o processo de investigação, tiveram a prova de física abolida, por compreendermos que a construção ou a reconstrução do conhecimento pode passar pela produção textual.

Ao final do processo, os alunos foram convidados a apresentarem um seminário, no qual houve a participação, como espectadores, de alguns professores das diversas áreas do conhecimento e de todos os alunos do Ensino Médio, nos períodos matutino e vespertino. As apresentações foram gravadas em DVD e estão disponíveis no acervo da escola. Os palestrantes, todos estudantes, tiveram a oportunidade de vivenciar a exposição pessoal ao público. Isso, segundo Lunkes (2010), oportuniza aos alunos o desenvolvimento de sua capacidade argumentativa, comunicativa e reflexiva, bem como seu posicionamento e controle emocional frente ao público.

Durante o seminário, os alunos apresentaram teses de sua autoria, baseadas nos conceitos cientificamente aceitos acerca do tema. Essa etapa da investigação consiste na validação das referidas teses.

A todo o momento, buscamos resgatar os conceitos abordados em sala de aula e estimular as reflexões críticas que os casos incitam em relação a esses conceitos.

Além disso, reaplicamos o questionário inicial, objetivando avaliar a aproximação do conhecimento empírico ao cientificamente aceito. As respostas foram transcritas e analisadas da mesma forma, como as do questionário prévio.

ANALISANDO O QUESTIONÁRIO RECONSTRUTIVO

Ao analisarmos as respostas das questões iniciais, verificamos a fragilidade do conhecimento dos nossos alunos acerca do tema investigado. Isso confirma a necessidade de intervenção da educação formal, pois não é aceitável que alunos concluintes do Ensino Médio desconheçam assunto tão relevante como o proposto.

Passamos a apresentar graficamente as respostas encontradas, acompanhadas de suas respectivas questões.

INVESTIGANDO A ENERGIA NUCLEAR...

A primeira questão apresentada foi "O que você entende por energia nuclear"? As respostas estão representadas na figura 1.

É de suma importância atentar para o fato que, dos alunos entrevistados, quatro grupos do total demonstraram conhecer que a energia nuclear provém da radiatividade. Isto é ilustrado pelo depoimento transcrito de um dos grupos: "A energia nuclear é a energia que vem da radiatividade de alguns minerais" (2-a). Conhecimento este considerado parcial, ou incorreto, pois a radiatividade é apenas a capacidade que alguns elementos possuem de emitir subpartículas, ou apenas ondas de radiação, objetivando alcançar maior estabilidade.

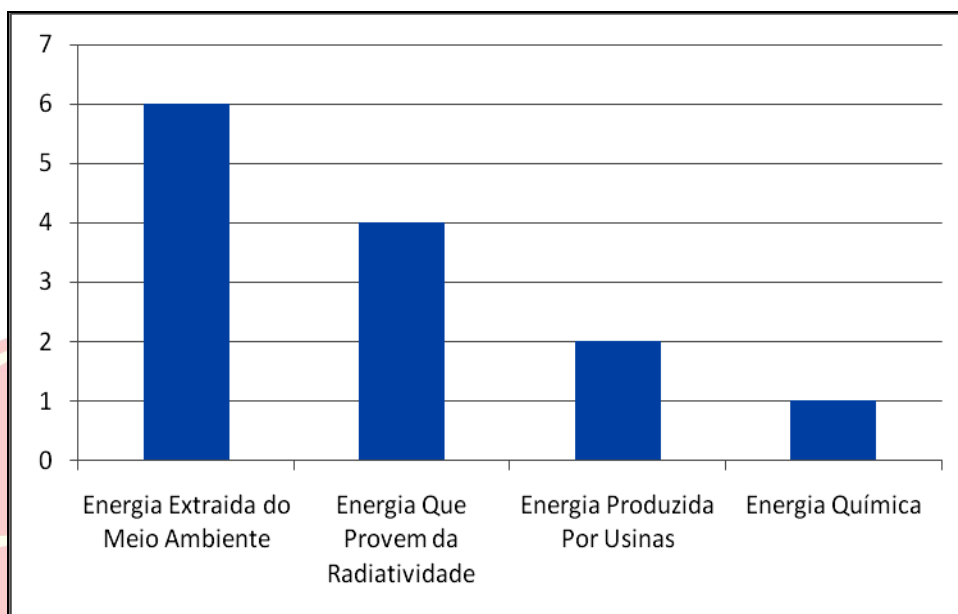


Figura 1: O que você entende por energia nuclear?

Destacamos, ainda, os grupos de educandos que compreendem a energia nuclear como sendo extraída do meio ambiente. "Energia nuclear é a energia retirada da terra, ela nos proporciona luz, eletricidade entre outros" (2-f). Na realidade, o Urânio, usado em reatores termonucleares, é um elemento químico encontrado na natureza, porém a energia nuclear é liberada por meio da fissão do Urânio-235, o qual é encontrado, proporcionalmente, em quantidades menores que o Urânio-238. Mas, provavelmente, esses alunos pretendiam colocar a energia nuclear no patamar das energias limpas ou renováveis.

É relevante relatar que alguns alunos afirmaram que a energia nuclear é produzida por usinas. "É uma usina que produz essa energia" (1-f). Essas respostas, provavelmente, são frutos dos conhecimentos relativos às reportagens apresentadas nos meios de comunicação, referindo-se aos transtornos ocorridos nas usinas nucleares japonesas. É pertinente mencionar que as matérias publicadas pela mídia apresentam fatos ocorridos em tempo real, e, talvez, por falta de subsídios científicos, a comunidade estudantil interpreta parcialmente essas informações.

Por fim, um grupo de alunos afirmou que a energia nuclear provém de reações químicas: "É uma energia gerada através do calor de produtos químicos" (2-c). Esses

INVESTIGANDO A ENERGIA NUCLEAR...

alunos, provavelmente, associaram o calor produzido pela fissão nuclear com o calor produzido por reações químicas exotérmicas, as quais são comumente referenciadas durante as aulas de Química no Ensino Médio.

A segunda questão foi "Diante do ocorrido com os reatores nucleares no Japão, qual sua opinião acerca da utilização da energia nuclear?" As respectivas respostas são apresentadas na figura 02.

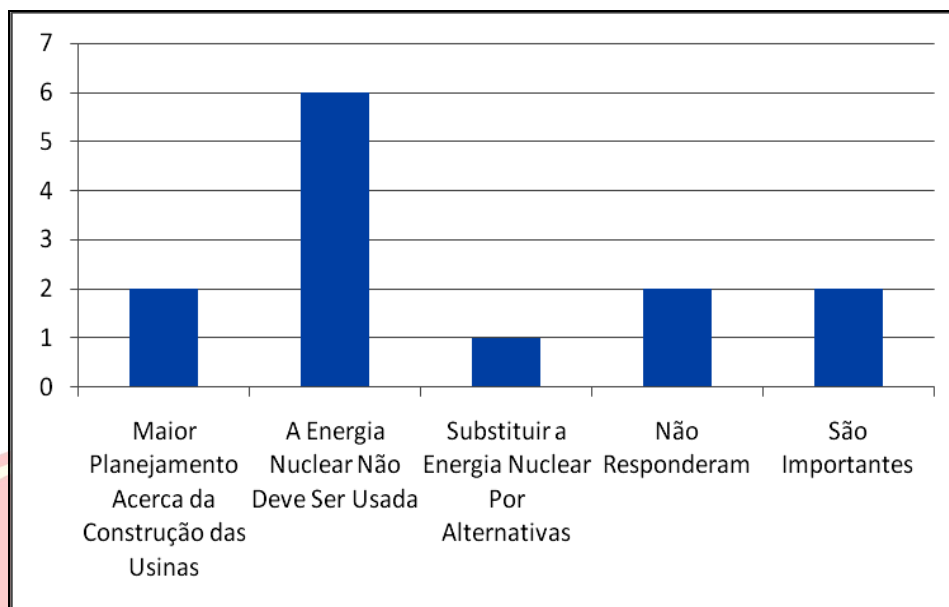


Figura 2: Diante do ocorrido com os reatores nucleares no Japão, qual a sua opinião acerca da utilização da energia nuclear?

Destacamos que a maioria dos alunos considerou que energia nuclear não deve ser usada, o que é retratado em depoimento transcrito: "A energia nuclear é perigosa, pois pode matar milhões de pessoas por sua forte radiatividade" (2-e). Esses alunos consideram a utilização da energia nuclear como um perigo iminente para a sociedade, devido à emissão de radionuclídeos prejudiciais à saúde.

Outro grupo defendeu a substituição da energia nuclear por fontes alternativas de energia. "Poderia ser trocada por outras fontes de energia. Ex: energia eólica e energia solar" (2-c). Esses alunos demonstram a preocupação com a necessidade de investimento em energias alternativas, o que julgamos correto. Portanto, merece registro em função de que essa argumentação é espontânea. Se todos fossem questionados abertamente, certamente, outras respostas nesse sentido eclodiriam.

Alguns alunos pensam que a utilização da energia nuclear precisa ser melhor planejada, e a segurança revista, pois afirmaram que devemos "estudar onde são construídas as usinas, criar medidas preventivas no caso de acontecer algum desastre" (1-a). Para esses alunos, as consequências desastrosas de algum eventual acidente podem ser evitadas por meio de medidas preventivas, previamente planejadas.

INVESTIGANDO A ENERGIA NUCLEAR...

Por fim, alguns educandos consideraram importante o uso da energia nuclear: "Ela é muito útil, gera lucros para a economia" (2-b). Consideramos fato relevante, jovens, concluintes do Ensino Médio, demonstrarem preocupação com a saúde econômica do País, novamente, de forma espontânea, sem a provocação de questionamento.

A terceira questão discutida solicitou aos alunos suas opiniões acerca da possibilidade de que reflexos da radiatividade liberada pelo acidente nuclear japonês possam ser sentidos no Brasil, e de que forma isso poderia ocorrer. As respostas são apresentadas na figura 3.

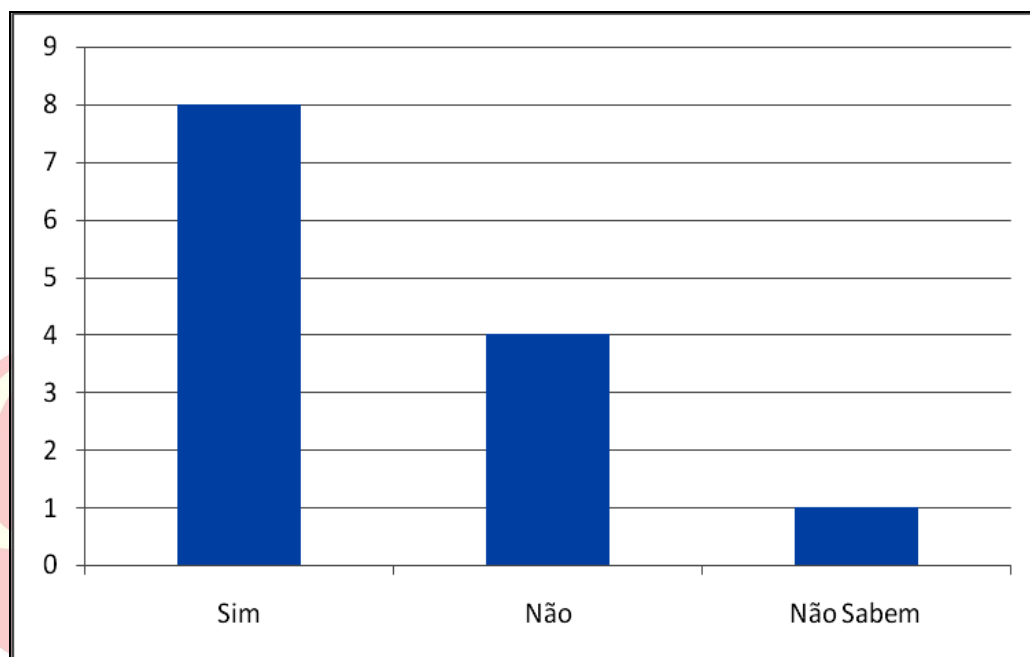


Figura 3: Em sua opinião, nós podemos sentir os reflexos da radiatividade em função do acidente nuclear japonês? De que forma?

Percebemos que a maioria dos alunos considerou a possibilidade de sermos contaminados por tal radiação, pois, responderam que "sim, pelas correntes marítimas" (1-a). A partir desses depoimentos, verificamos certa distorção informacional, pois, as correntes marítimas que circulam a costa japonesa não passam pela costa brasileira.

Outro depoimento em destaque é "Sim, radiatividade não é algo que some de uma hora para outra, se um morador japonês contaminado vier ao Brasil, contaminaria várias pessoas, não em escala máxima, mas prejudica um bairro inteiro" (2-a). Essa afirmação, novamente, é equivocada. Um ser humano irradiado não transmite radiação para outros, exceto se partículas radioativas permanecerem em seu corpo. Dessa forma, consideramos que a parcialidade dos conhecimentos vertidos durante esses depoimentos é fruto da fragmentação dos conhecimentos abordados durante a discussão do tema em questão.

Quatro grupos negaram a possibilidade de sermos contaminados. "Não, tá muito longe de Quilombo" (2-d). Esses alunos baseiam-se apenas no fato de residirmos

INVESTIGANDO A ENERGIA NUCLEAR...

distantes da fonte radiativa, desprezando as possibilidades da importação de produtos, não apenas irradiados, mas expostos aos elementos contaminantes.

Um grupo apenas declarou não conhecer o assunto. Isso provavelmente é reflexo da pouca importância dada ao tema durante a abordagem do assunto.

A próxima questão refere-se à necessidade de o Brasil explorar a Energia Nuclear. As respostas são apresentadas na figura 4.

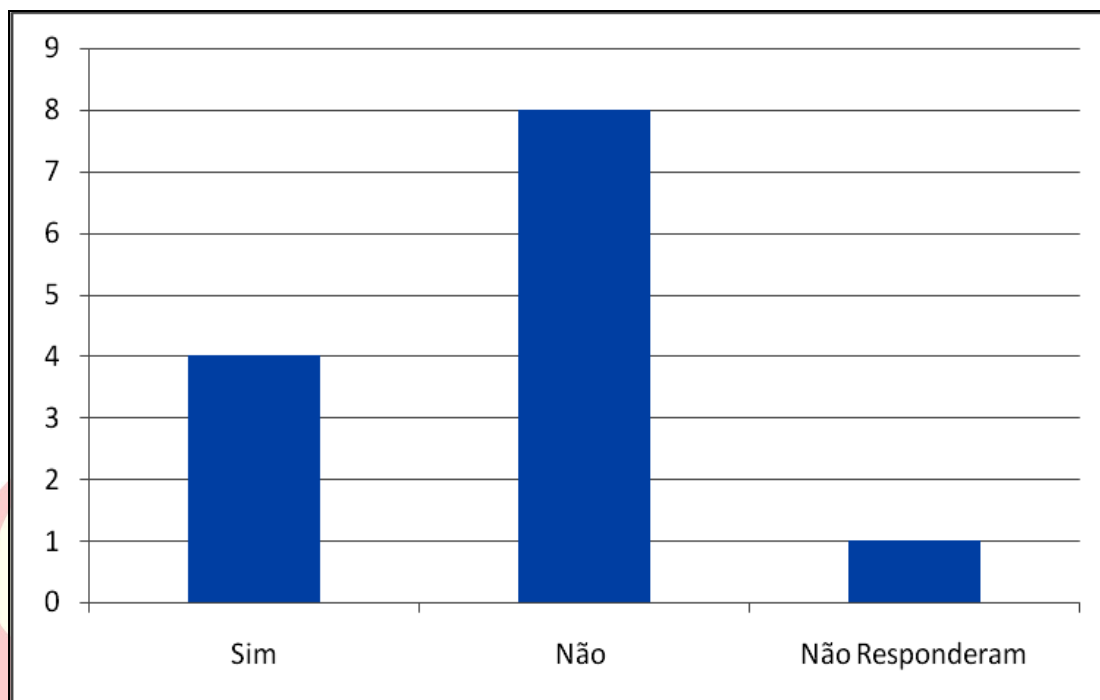


Figura 4: Em sua opinião, o Brasil necessita explorar a energia nuclear?

A maioria dos educandos supôs que o Brasil não necessita explorar a energia nuclear. Para ilustrar, destacamos "Não, o Brasil pode buscar energias renováveis como a Energia Eólica" (1-a). Esses alunos provavelmente, destacaram o potencial eólico brasileiro, em sua maior parte inexplorado, talvez por questões de custos ou tecnológicas.

Quatro grupos de alunos afirmaram a necessidade brasileira quanto à exploração da Energia Nuclear, quando afirmaram que "Sim, pelo lado financeiro, o país poderá obter crescimento no lado tecnológico" (2-e). Esses educandos abordaram um tema relevante relacionado à questão econômica e tecnológica envolvendo o programa nuclear.

O exponencial avanço tecnológico dos últimos anos requereu um equivalente aumento na produção energética. Intui-se que o suprimento dessa demanda energética em países emergentes, como o Brasil, necessita de vultosos investimentos no setor.

Partindo do pressuposto de que a matriz energética do país deve ser diversificada, talvez vislumbrando algum colapso, ou apenas o desabastecimento de cidades,

indústrias, hospitais, etc, tornou-se relevante, para a economia, a implantação do programa nuclear, seguido da construção das usinas termonucleares.

Uma breve discussão acerca da energia nuclear baseada nos relatórios escritos dos alunos

O conceito energia nuclear é comum, em diversas publicações, nas diferentes mídias. Como exemplos, apresentamos:

Wikipédia (2011): "Energia nuclear é a energia liberada numa reação nuclear, ou seja, em processos de transformação de núcleos atômicos."

Brasil Escola (2011): "A energia nuclear, também chamada atômica, é obtida através da fissão do núcleo do átomo de urânio enriquecido, liberando uma grande quantidade de energia."

Segundo Cardoso (2003),

O Núcleo do átomo é constituído de partículas de carga positiva, chamadas prótons, e de partículas de mesmo tamanho mas sem carga, denominadas nêutrons. Os prótons têm a tendência de se repelirem, porque têm a mesma carga (positiva). Como eles estão juntos no núcleo, comprova-se a existência de energia nos núcleos dos átomos com mais de uma partícula: a energia de ligação dos nucleons ou energia nuclear (CARDOSO, 2003, p. 7).

Cardoso (2003) contribui, ainda, afirmando que a energia nuclear pode ser liberada por meio da fissão nuclear de átomos. A fissão nuclear consiste na divisão do núcleo de um átomo pesado – Urânio – 235 – enriquecido com muitos prótons e nêutrons, em dois núcleos mais leves, como Césio – 137, Cobalto – 60, entre outros. O núcleo mais pesado é bombardeado com um nêutron, provocando sua fissão. A energia que, anteriormente, mantinha os dois novos núcleos reunidos, é liberada na forma de calor.

A fissão nuclear, além dos dois núcleos atômicos mais leves e liberação de energia, emite dois a três novos nêutrons. Estes podem, eventualmente, atingir novos átomos pesados, provocando novas fissões, com consequentes novas emissões de nêutrons, surgindo, assim, uma reação em cadeia.

A reação de fissão nuclear em cadeia pode ser caótica, como na explosão de bombas nucleares, como as usadas durante a Segunda Guerra Mundial sobre as cidades de Hiroshima e Nagasaki, ou controlada, como nas usinas termonucleares. Atualmente, o mundo usa a fissão controlada, nas usinas termonucleares, que transformam a energia nuclear em energia elétrica.

Nesse caso, a principal discussão acerca da viabilidade dessa tecnologia circula em torno do destino dos resíduos (lixo radiativo), que provêm das usinas termonucleares, ou ainda, o iminente risco de um acidente nuclear, o qual pode jogar no meio ambiente poluentes que oferecem sérios riscos à saúde pública.

Nesse sentido, sabemos que alguns elementos resultantes da fissão nuclear (átomos mais leves) emitem, espontaneamente, partículas energéticas, como os elétrons e nêutrons, além das partículas alfa, beta e gama, dentre outras.

INVESTIGANDO A ENERGIA NUCLEAR...

E, segundo Okuno (2007), partículas como as alfa e os elétrons são emitidas espontaneamente dos núcleos atômicos, em busca de estabilidade energética. Esse fenômeno é chamado de decaimento nuclear. O resultado dessas emissões consiste numa provável transformação nuclear, na qual o primeiro radionuclídeo pode se transformar noutro elemento mais estável. Esse fenômeno pode se repetir o número de vezes necessárias até se tornar um elemento estável. O intervalo de tempo necessário para que a metade dos núcleos radiativos de uma amostra se desintegre é denominado meia vida.

Um dos radionuclídeos resultantes da fissão nuclear de Urânio – 235, processado nos reatores de usinas termonucleares, é o Césio – 137, o qual possui meia vida, segundo Okuno (2007), de 30 anos e 8,05 dias. Consequentemente, somente daqui a 30 anos, os eventuais núcleos do Césio – 137, lançados na atmosfera, pelos reatores japoneses, terão diminuído para a metade, por meio da desintegração nuclear.

A breve discussão acerca da energia nuclear, acima citada, tem seus pilares nos trabalhos teóricos apresentados pelos alunos à disciplina de Física, bem como na apresentação de seminários, nos quais o tema sob análise foi discutido.

Ao compararmos as respostas do questionário inicial aos conceitos apresentados nos textos escritos e discutidos nos seminários, verificamos considerável mudança conceitual, e uma profunda aproximação com os conceitos cientificamente aceitos, o que se confirma na análise do questionário final.

QUESTIONÁRIO FINAL

O questionário reconstrutivo foi aplicado logo após o encerramento das atividades relativas à investigação. As questões propostas são réplicas do questionário inicial, e o resultado está plotado nos gráficos que seguem.

Inicialmente, indagamos os alunos acerca de o que entendiam por energia nuclear, e as respostas estão apresentadas na figura 5. Todos afirmaram que a energia nuclear é a energia que provém do núcleo atômico: "É a energia que é fruto da quebra do núcleo do átomo de urânio 235" (1-b).

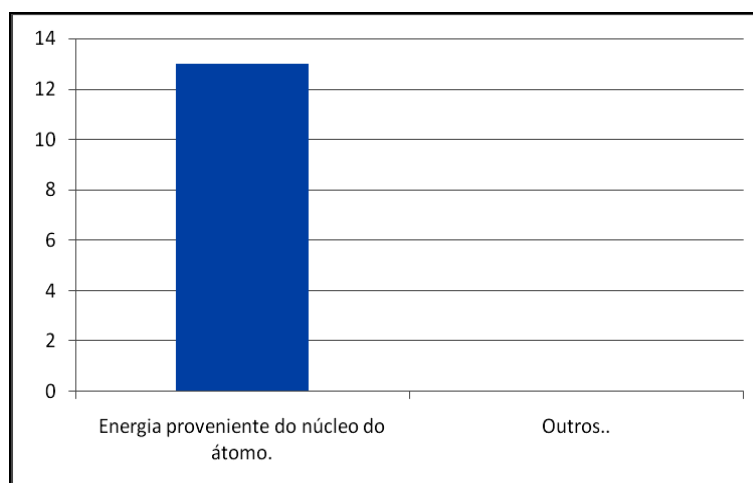


Figura 5: O que você entende por energia nuclear?

A partir dessa análise, percebemos uma significativa mudança de opinião, ao confrontarmos essas respostas com as colhidas, na mesma questão, ao iniciarmos o processo investigativo.

As respostas agora aproximaram-se do conceito cientificamente aceito sobre a procedência da energia nuclear. Dessa forma, consideramos que, para essa questão, houve sucesso na evolução dos conhecimentos, que outrora eram apenas fragmentados ou incorretos, e, atualmente, estão em conformidade científica.

A segunda questão indaga a opinião acerca da utilização da energia nuclear frente ao acidente japonês, e as opiniões são apresentadas na figura 6.

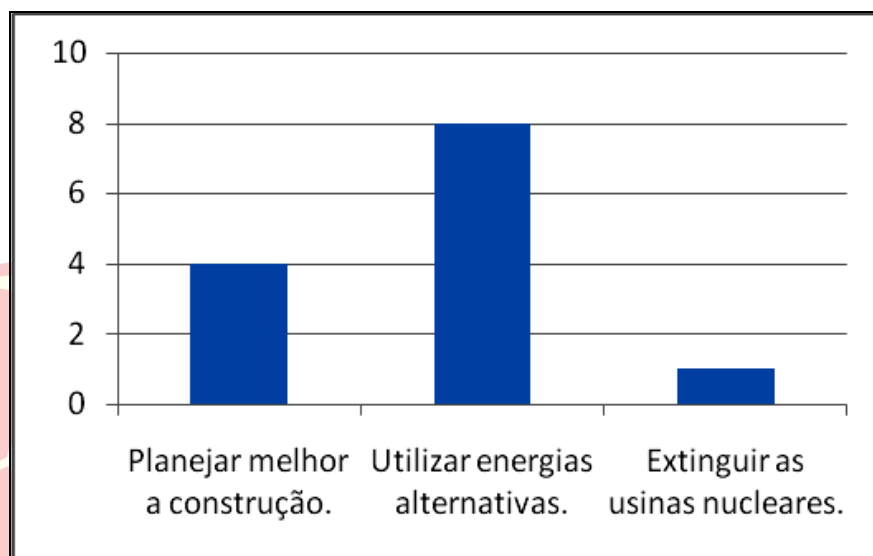


Figura 6: Diante do ocorrido no Japão, qual a sua opinião acerca da utilização da energia nuclear?

Percebemos que quatro grupos afirmaram a necessidade de melhorias no planejamento das obras de construção das usinas. Ex: "O sucesso de uma usina nuclear passa por melhorias no planejamento, partindo do local da obra, até os planos de evacuação e contingência, para o caso de acidente" (1-a). Esses alunos afirmaram que o risco de acidente, numa usina nuclear, não pode ser extinto, mas amenizado por meio da melhoria no planejamento do empreendimento. Os estudantes apontam, ainda, para a necessidade de um plano funcional que preveja todas as possíveis consequências para o caso da ocorrência de um sinistro, independente da magnitude.

A maioria dos alunos, oito grupos no total, aconselharam a utilização de energias renováveis: "Seria melhor usarmos a energia eólica e a solar" (2-e). Esses alunos sugeriram essas fontes de energia, provavelmente, por se tratarem de energias limpas, além de renováveis.

Chama-nos atenção o fato de nenhuma questão estar direcionada para o surgimento de tais sugestões. Isso significa que essas opiniões partem do íntimo de

INVESTIGANDO A ENERGIA NUCLEAR...

cada um, e, se questionados, provavelmente, outros grupos direcionariam suas respostas para essa linha de pensamento.

Um grupo apenas teve um posicionamento radical: "As usinas nucleares deveriam ser extintas do planeta" (1-c). Esse grupo de alunos preferiram extinguir as usinas termonucleares para eliminar qualquer risco de um possível acidente.

A terceira questão indagou acerca da possibilidade de sentirmos os reflexos da radiatividade em função do acidente japonês. Conforme a figura 7, percebemos que todos os grupos de alunos criam nessa possibilidade: "O Brasil pode importar produtos contaminados por isótopos radiativos, como o Césio 137" (1-a). "Podemos sentir os reflexos basicamente em eventuais produtos importados que estejam contaminados" (1-j). Esses alunos demonstraram a preocupação com as importações brasileiras, uma das formas possíveis de recebermos contaminantes radiativos provenientes do Japão.

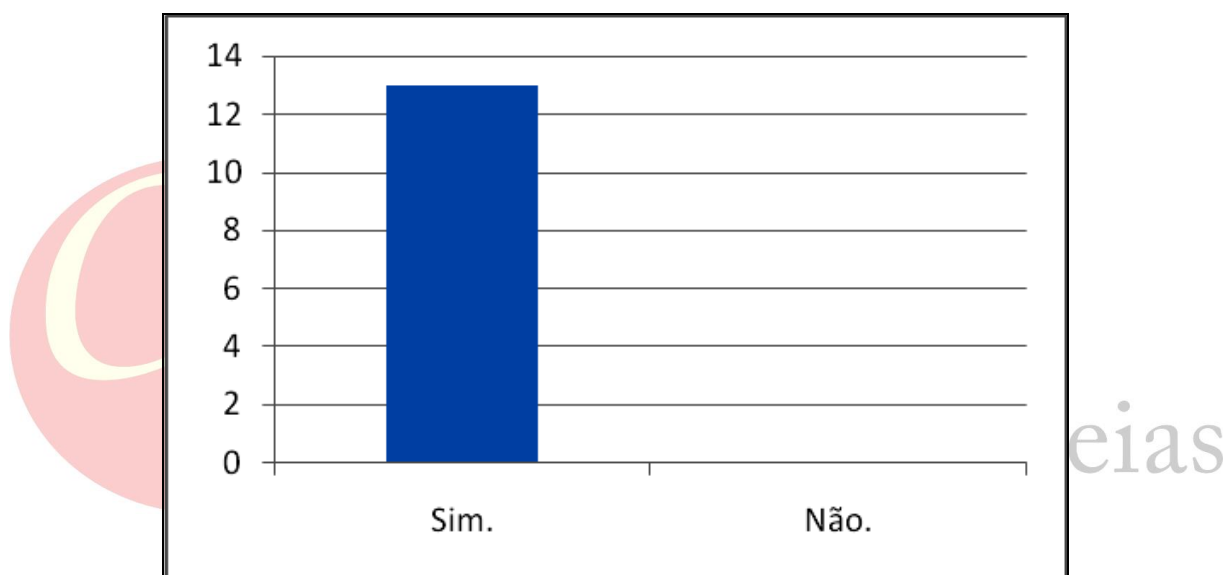


Figura 7: Em sua opinião, nós podemos sentir os reflexos da radiatividade em função do acidente nuclear japonês? De que forma?

Ao confrontarmos novamente essas respostas com as do questionário prévio, percebemos uma significativa mudança de opinião acerca de diversos itens. Inicialmente, destacamos que agora todos creem existir alguma possibilidade de contaminação.

Outro destaque é a possível forma de entrada dos contaminantes no Brasil. Outrora, foram sugeridas as correntes marítimas, dentre outras possibilidades, nas quais a natureza ficaria com o encargo de expandir os contaminantes até o território brasileiro. Agora, a principal preocupação é com os produtos importados, não apenas irradiados, mas sim contaminados com isótopos radiativos.

Novamente, essa mudança de opinião deve-se exclusivamente ao processo investigativo ao qual esse grupo de alunos foi submetido. Isso sugere que houve a reconstrução do conhecimento em direção ao conhecimento cientificamente aceito para o tema proposto.

INVESTIGANDO A ENERGIA NUCLEAR...

Por fim, perguntamos aos alunos acerca de sua opinião sobre a necessidade de o Brasil utilizar a energia nuclear. As respostas são apresentadas na figura 8.

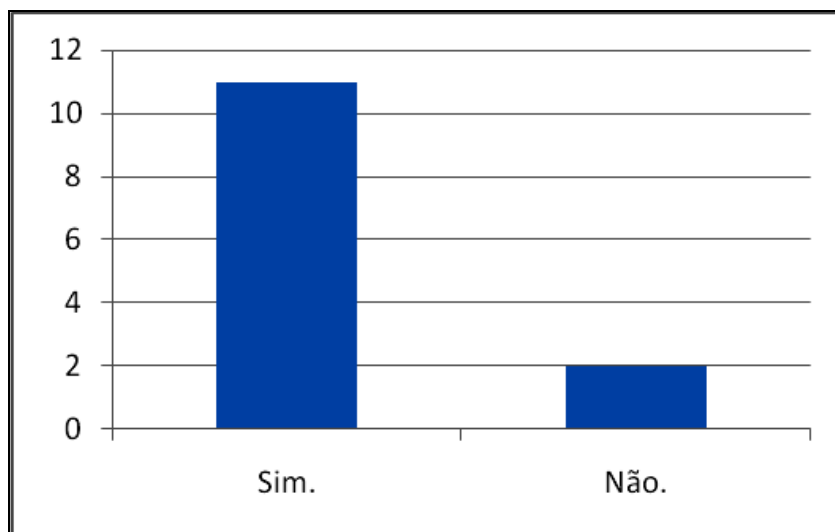


Figura 8: Em sua opinião, o Brasil necessita utilizar a energia nuclear?

Percebemos que a maioria dos grupos, onze no total, considerou que o Brasil necessita usar a energia nuclear, porém, com algumas ressalvas, como no depoimento: "Somente com a ameaça de um colapso energético" (1-c). Esse grupo, provavelmente, referiu-se à eminência de um apagão, pois é conhecido que o avanço tecnológico, aliado ao crescimento econômico, eleva, talvez exponencialmente, a demanda energética.

Outro grupo sugeriu que o Brasil deveria apenas utilizar a energia nuclear para fins médicos, afirmando que "No caso do Brasil, só deveria usar a energia nuclear para exames de Raios X, e nas radioterapias" (1-f). Aqui aparece uma confusão, mais ou menos generalizada, entre raios-X e radiação nuclear, mas que não foi abordada nesta pesquisa.

Fica caracterizado que, para esses alunos, o Brasil deveria restringir o uso da energia nuclear transformada em energia elétrica. Deveria mantê-la, apenas, como uma fonte alternativa, com a possibilidade de ligação das usinas apenas nos momentos em que o risco de colapso energético se acentue.

Dois grupos, no entanto, afirmaram que o Brasil não depende da energia nuclear: "Precisamos investir nas energias renováveis, como a energia eólica, a solar, das marés, entre outras" (2-d). Esses alunos veem a possibilidade de o Brasil tirar proveito do enorme potencial energético renovável disponível. Essas opiniões provavelmente basearam-se em informações que circulam diariamente nas diversas mídias, bem como nas inúmeras vezes em que o tema foi abordado durante a vida estudantil, e agora foram aprimoradas durante a investigação desse tema.

Isso demonstra a relevância de trazer para a sala de aula assuntos destacados no momento. Instiga-se, assim, a curiosidade, provocando o anseio de conhecer a realidade dos fatos. Além do mais, credencia o aluno a debater o assunto junto aos

INVESTIGANDO A ENERGIA NUCLEAR...

grupos sociais de convivência, expandindo as informações de forma precisa, sem a distorção que, por vezes, as conversas informais carregam.

CONCLUSÃO

O presente estudo, realizado em turmas do Ensino Médio de uma escola pública de Santa Catarina, teve como objetivo compreender a relevância de trazeremos para a sala de aula, por meio de investigação, assunto relevante, veiculado diariamente nos diferentes meios de comunicação.

Dessa forma, propomos o estudo da energia nuclear, paralelamente ao acidente radiológico ocorrido nas usinas term nucleares japonesas, em março de 2011, noticiado exaustivamente nos dias que antecederam à realização desta pesquisa.

Inicialmente, convém salientarmos que nem todo o acidente radiológico se transforma em desastre, atingindo dimensões catastróficas. Segundo Barbosa (2009), os termos "acidente" e "desastre" são sinônimos e distinguem-se apenas no grau das suas consequências. Dessa forma, a autora afirma que, em países em desenvolvimento, o risco de ocorrer algum desastre radiológico é maior em função da capacidade limitada de responder a esses eventos.

Com base nessas informações, alguns alunos demonstraram preocupação com o programa nuclear brasileiro, pois, a dúvida na capacidade das autoridades brasileiras em prevenir ou conter, rapidamente, um possível vazamento radiativo para sobre parte da população estudantil pesquisada.

De antemão, para efetivar a investigação acerca da energia nuclear, por meio do questionário reconstrutivo, verificamos a fragilidade dos conhecimentos científicos dos nossos alunos frente ao tema investigado. Em nossa visão, como professores de Física, tais problemas conceituais não podem ser admitidos, por se tratarem de alunos concluintes do Ensino Médio.

Durante o processo de investigação, percebemos um grande empenho dos alunos em desenvolver os trabalhos. Isso se deve ao fato de o assunto ser relevante, versando acerca do cotidiano e discutido no seio familiar, ou da comunidade em que vivem.

Então, fica clara a importância de proporcionarmos aulas dinâmicas, relacionadas com assuntos relevantes que despertem a curiosidade, para que os jovens sejam motivados frente aos conceitos científicos abstratos apresentados de forma parcial, como no caso dos noticiários acerca do acidente nuclear japonês.

Salientamos, ainda, que os alunos participantes do processo de investigação apresentaram um seminário, envolvendo o tema abordado, para uma plateia atenta e crítica, por se tratarem de colegas e professores. Evidenciamos que essa forma de apresentação do trabalho mostrou-se positiva, pois os alunos palestrantes demonstraram segurança durante a explanação dos conceitos que, outrora, eram parcialmente conhecidos ou, em muitos casos, totalmente desconhecidos.

INVESTIGANDO A ENERGIA NUCLEAR...

Além do mais, nessa atividade, segundo Demo (2005), desenvolve-se a capacidade argumentativa dos educandos envolvidos no processo. Consideramos pertinente citar a fala de uma das alunas participantes: "Professor, descobri que quero ser palestrante daqui a alguns anos". Isso demonstra que precisamos proporcionar atividades que despertem potencialidades adormecidas, que, muitas vezes, permanecem ocultas do próprio estudante.

Ao final da investigação, reaplicamos o questionário inicial, o qual nos proporcionou a confirmação de que houve a reconstrução do conhecimento dos alunos por meio da alteração das respostas colhidas. Estas, por sua vez, migraram em direção aos conceitos cientificamente aceitos acerca do tema proposto.

A reconstrução do conhecimento dos alunos acerca da problemática sob análise efetivou-se por meio do questionamento dos conhecimentos empíricos que envolvem a energia nuclear. Segundo Freire (2007), o conhecimento constrói-se baseado no cotidiano; o aluno questiona seu conhecimento empírico, e, por meio da comparação com o conhecimento científico, provoca a "passagem do erro ao não-erro" (FREIRE E FAUNDEZ, 1995, p. 52), o que atribui ao estudante a autonomia no processo de reconstrução do conhecimento.

Nesse sentido, Pais (2002) contribui afirmando que o questionamento do cotidiano provoca rupturas nos conhecimentos empíricos já internalizados. Durante a aprendizagem, o contato com conceitos inovadores, por meio do estabelecimento de dúvidas, pode provocar uma revolução entre os saberes antigo e novo que está sendo elaborado. Isso desencadeia um crescimento intelectual, tornando o indivíduo mais crítico e criativo, o qual passa a influenciar o meio ambiente.

A partir dessas reflexões, concordamos que a educação concebe-se como um diálogo, e, por meio da acomodação e equilíbrio, transforma-se continuamente. Esse movimento, segundo Lunkes (2010), é fruto dos processos auto-organizadores e partem das interações entre professor, aluno, cultura e conhecimento, baseados na cotidianidade, na qual a aprendizagem acontece frente aos processos reflexivos construídos pelo diálogo.

Para tal, a interdisciplinaridade participa como parte fundamental do processo. Nela, os educandos, além de aprenderem a ler e escrever, são alfabetizados nas tecnologias da comunicação, aprendendo a interpretar os conhecimentos disseminados pelo mundo eletrônico; o que se reflete na promoção da equidade, igualdade de oportunidades.

Ainda, durante os estudos da problemática proposta, surgiu a indagação acerca dos motivos que levam alguns países a usarem a energia nuclear. Os alunos que elencaram o questionamento, fizeram-no de forma espontânea, indicando que, se houvesse direcionamento, provavelmente, outros grupos se atermiam em procurar respostas a essa dúvida. Porém, é fundamental indicar que os grupos que fizeram referências ao tópico concluíram que a opção pela energia nuclear parte da necessidade em diversificar a matriz energética, bem como ao possível avanço tecnológico proporcionado pelo conhecimento que envolve o domínio dessa tecnologia.

INVESTIGANDO A ENERGIA NUCLEAR...

Outro aspecto que julgamos relevante é a análise acerca da interrupção dos conteúdos formais das disciplinas envolvidas em favor do desenvolvimento do estudo investigativo da energia nuclear. Especificamente na disciplina de Física, o que ocorreu foi um remanejamento de conteúdos. Para tal, efetuamos uma pausa no estudo do eletromagnetismo, o qual precede, em nosso planejamento anual das terceiras séries, o estudo da Física Moderna e a Mecânica Quântica.

Esse remanejamento fez-se necessário para equiparar o tempo, permitindo a abordagem simultânea do tema pelas disciplinas envolvidas no estudo. Além do mais, concordamos com a viabilidade da investigação acerca da energia nuclear, durante o período em que se encontra amplamente discutida por parte significativa da população. Nessas condições, o tema gera maior curiosidade por ser diariamente abordado.

Destacamos, ainda, baseados nas respostas do questionário final, que esses alunos podem influenciar positivamente a opinião pública acerca do tema em questão, principalmente, no seio familiar, bem como nas comunidades em que vivem.

Outrossim, possuem a possibilidade de refletir, questionar, formar opinião própria e influenciar opiniões acerca do programa nuclear brasileiro, e, conseqüentemente, responder a eventuais questões de vestibular e/ou ENEM que, por ventura, possam existir.

REFERÊNCIAS

BARBOSA. Tania Mara Alves. **A resposta a acidentes tecnológicos:** o caso do acidente radioativo de Goiânia. 152 f. (Mestrado em sociologia) – Faculdade de Economia de Coimbra, Coimbra, 2009. Disponível em: <http://www.ceped.ufsc.br/sites/default/files/projetos/a_resposta_a_acidentes_tecnologicos_o_caso_do_acidente_radioativo_de_goiânia.pdf>. Acesso em: 08 out. 2013.

BRASIL. CNEN. **Comissão nacional de energia nuclear.** Disponível em: <<http://www.cnen.gov.br>>. Acesso em: 06 out. 2013.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria da Educação Básica. **Orientações curriculares para o Ensino Médio:** ciências da natureza matemática e suas tecnologias. Brasília, 2006. v. 2. p.135. Disponível em: <http://portal.mec.gov/seb/arquivos/pdf/book_volume02_internet.pdf>. Acesso em: 10 maio 2011.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros curriculares nacionais:** Ensino Médio. Brasília: 1999.

BRASIL. SIPRON. **Sistema de proteção ao programa nuclear brasileiro.** Disponível em: <<http://sipron.planalto.gov.br/>>. Acesso em: 06 out. 2013.

Brock, C.; Rocha Filho, J. B. Algumas origens da rejeição pela carreira profissional no magistério em física. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 28,

INVESTIGANDO A ENERGIA NUCLEAR...

n.2, p. 356-372, 2011. Disponível em: <<http://www.periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/2175-7941.2011v28n2p356>>. Acesso em: 25 abr. 2011.

CARDOSO, E. M. **Programa de integração CNEN**: módulo de integração técnica. Comissão Nacional de Energia Nuclear CNEN. Brasil, 2003. 50p. Disponível em: <<http://www.cnen.gov.br/ensino/apostilas/PIC.pdf>>. Acesso em: 26 maio 2011.

CEQUEIRA, W. Brasil escola. **Energia nuclear**, 2013. Disponível em: <<http://www.brasilecola.com/geografia/energia-nuclear.htm>>. Acesso em: 25 abr. 2011.

DEMO, P. **Educar pela pesquisa**. Campinas, SP: Autores Associados. 2005.

FREIRE, P.; FAUNDEZ, A. **Por uma pedagogia da pergunta**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1985.

FREIRE, P. **Pedagogia da autonomia**. São Paulo: Paz e Terra, 2007.

LIMA, V. M. R. et al. Apresentação e avaliação de material de sustentação e experimentação em ensino de Física. **Experiências em Ensino de Ciências - EENCI**, Mato Grosso, v. 4, n. 1, p. 7-22, 2009. Disponível em: <http://if.ufmt.br/eenci/artigos/Artigo_ID69/v4_n1_a2009.pdf>. Acesso em: 25 abr. 2011.

LUNKES, M. J. **Estudo da reconstrução do conhecimento dos alunos por meio de investigação: o consumo de energia elétrica nos aparelhos residenciais**. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e Matemática) – Faculdade de Física, PUCRS, Porto Alegre, 2010.

LUNKES, M. J.; Rocha Filho, J. B. A baixa procura pela licenciatura em física, com base em depoimentos de estudantes do ensino médio público do oeste catarinense. **Ciência e Educação**, Bauru, v. 17, n. 1, p. 21-34, 2011. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S1516-73132011000100002>>. Acesso em: 26 jul. 2011.

MORAES, M. C. **O paradigma educacional emergente**. Campinas: Papirus, 2004.

MORAES, R.; GALIAZZI, M. C. **Análise textual discursiva**. Juí: Unijuí, 2007.

MOREIRA, A. F.; SILVA, T. T. **Currículo, cultura e sociedade**. São Paulo: Cortez, 1995.

OLIVEIRA, M. M. et al. Práticas experimentais de física no contexto do ensino pela pesquisa: uma reflexão. **Experiências em Ensino de Ciências (UFRGS)**, Rio Grande do Sul, v. 5, n. 3, p. 29-38, 2010. Disponível em: <http://www.if.ufrgs.br/eenci/artigos/Artigo_ID119/v5_n3_a2010.pdf>. Acesso em: 25 abr. 2011.

OKUNO, E. **Radiação**: efeitos, riscos e benefícios. São Paulo: HARBRA, 2007.

PAIS, L. C. **Didática da matemática**: uma análise da influência francesa. Belo Horizonte: Autêntica, 2002.

PEREIRA, G. R.; BOUZADA FILHO, M. V.; NEVES, M. A. Um estudo sobre a inserção do tema "energia nuclear" no ensino médio de municípios da Baixada Fluminense – RJ. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, VII ENPEC, 2009, Florianópolis. **Anais ... Florianópolis : 2009**. Disponível em: <<http://www.foco.fae.ufmg.br/viiienpec/index.php/enpec/viiienpec/paper/view/482>>. Acesso em: 05 maio 2011.

INVESTIGANDO A ENERGIA NUCLEAR...

PONTE, J. P.; BROCARD, J.; OLIVEIRA, H. **Investigações matemáticas em sala de aula**. Belo Horizonte: Autêntica, 2006.

Rocha Filho, J. B. et al. Medição da carga elementar por eletrólise da água. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 26, n.2, p. 328-341, 2009. Disponível em: <<http://www.periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/11327/14079>>. Acesso em: 25 abr. 2011.



Revista
Ciências & Ideias