



Pontifícia Universidade Católica de Goiás
Escola de Ciências Exatas e da Computação
Licenciatura em Física

**O ENSINO DE FÍSICA NUCLEAR NO ENSINO MÉDIO: UMA
PROPOSTA DE SEQUÊNCIA DIDÁTICA**

NOME: KÁSSIA MOREIRA CUNHA

GOIÂNIA
DEZEMBRO/2020

NOME: KÁSSIA MOREIRA CUNHA

O ENSINO DE FÍSICA NUCLEAR NO ENSINO MÉDIO: UMA PROPOSTA DE SEQUÊNCIA DIDÁTICA

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de graduação em Física da Pontifícia Universidade Católica de Goiá – PUC Goiás, como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de Licenciatura em Física.

Orientadora: Professora: Lilian Rodrigues Rios.

Banca examinadora:

Prof. Me. Edson Vaz de Andrade

Profa. Me. Leonora Aparecida dos Santos

GOIÂNIA
DEZEMBRO/2020

KÁSSIA MOREIRA CUNHA

**O ENSINO DE FÍSICA NUCLEAR NO ENSINO MÉDIO: UMA PROPOSTA DE
SEQUÊNCIA DIDÁTICA**

Trabalho de Conclusão de Curso aprovado em sua forma final pela Escola de Ciências Exatas e da Computação, da Pontifícia Universidade Católica de Goiás, para obtenção do título de Licenciatura em Física, em 02/12/2020.

Lilian Rodrigues Rios
Orientadora: Nome do orientador

Ludmilla Reis Pinheiro dos Santos
Prof. Me. Nome do coordenador(a) de TCC
Coordenador(a) de Trabalho de Conclusão de Curso

GOIÂNIA

2020

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, que é a força da minha vida e o motivo pelo qual estou aqui.

A minha orientadora, professora Lilian Rodrigues Rios, a quem admiro e respeito profundamente.

A minha família que esteve ao meu lado durante todos os anos da minha graduação.

Então a nossa boca se encheu de riso, e a nossa língua, de cântico: então se dizia entre as nações: Grandes coisas fez o Senhor por estes.

Grandes coisas fez o Senhor por nós, e, por isso, estamos alegres.

Faze-nos regressar outra vez do cativeiro, Senhor, como as correntes do Sul.

Os que semeiam em lágrimas, segarão com alegria.

Aquele que leva a preciosa semente, andando e chorando, voltará, sem dúvida, com alegria, trazendo consigo os molhos.

Salmos 126.2-6

SUMÁRIO

Introdução.....	6
Revisão Teórica.....	8
Caminhos Metodológicos.....	14
Sequência Didática: Física Nuclear	18
Considerações Finais.....	37
Referências	39
Anexo I: Termo de Autorização de Publicação de Produção Acadêmica	41

Introdução

Ao longo da minha graduação em licenciatura em Física fui desenvolvendo um interesse pela área de ensino, inicialmente através de observações feitas enquanto participava do PIBID, observando o comportamento e algumas dificuldades comuns a maioria dos alunos nas aulas da disciplina de Física e compartilhando com outros colegas as dificuldades observadas por eles também, comecei a refletir sobre métodos de ensino que seriam facilitadores na aprendizagem dos alunos, observei também a deficiência de conteúdos no ensino médio, que é sempre preso apenas na Física clássica deixando de lado a Física moderna, através de todas essas observações e artigos sobre ensino de Física que fui conhecendo ao longo do curso tive o interesse de estudar mais sobre o assunto e fazer uma pesquisa em sala de aula.

Um dos pontos que sempre encontrei mais visível durante as observações através do PIBID e dos estágios supervisionados era a falta de interesse dos alunos pela disciplina, a desmotivação em muitos casos levava os alunos a nem mesmo tentarem aprender ou se empenharem em aprender, os professores de Física das turmas que acompanhei relatavam que os alunos tinham dificuldades com os cálculos e que cometiam muitos erros triviais nas provas e listas, esse foi um dos motivos que me levou a questionar se não seria possível um ensino de Física que não priorizasse tanto fórmulas e cálculos, que permitisse aos alunos terem uma aprendizagem de fato mais significativa da disciplina, a fim de compreenderem a teoria.

É importante levar em consideração ao se refletir sobre o ensino de Física que a grande maioria dos alunos da rede pública possuem dificuldades básicas como simplesmente interpretar os enunciados dos exercícios o que os impede de até mesmo dar início a resolução, e essas dificuldades não devem ser vistas como desinteresse dos alunos mas sim como consequência de todo um ensino superficial, para analisar as dificuldades e as formas de melhorar esse ensino aprendizagem de Física precisamos pensar e tentar chegar o mais próximo possível da raiz dos problemas, ou seja, os principais responsáveis pela dificuldade deles de aprender e da desmotivação, muitos alunos alegam que a disciplina de Física não lhes será útil e que deveriam estudar apenas o que eles gostam e os conteúdos da área que eles pretendem seguir no ensino superior, mas eles podem pensar assim porque não veem a educação como algo necessário e importante para a formação do ser humano e do cidadão, veem a educação como um meio para sucesso social e financeiro,

e da forma como a Física é ensinada os alunos não conseguem perceber que aquele conteúdo faz parte do dia a dia e da história deles, é importante pensar em um ensino de Física que apresente aos alunos a importância do que estão aprendendo, a importância do conhecimento, da aprendizagem, não de uma ferramenta para obter boas notas para entrar na universidade no curso que pretendem.

O desinteresse dos alunos pelo estudo de Física pode ser um dos maiores agravantes da dificuldade da aprendizagem, se como professores conseguirmos despertar neles o interesse e a curiosidade pela disciplina poderemos observar como isso irá influenciar em sua aprendizagem, e é isso que o seguinte projeto de pesquisa pretende apresentar, um ensino de Física que não seja preso apenas ao ensino tradicional mas um ensino que considere as dificuldades dos alunos e que busque amenizar essas, que busque não só ensinar o conteúdo mas que busque ensinar o aluno a se interessar pelo aprendizado e pelo conhecimento.

Revisão Teórica

Pedagogia liberal tradicional

Antes de começar as discussões a respeito do ensino de Física é pertinente falar um pouco sobre a pedagogia liberal.

A educação brasileira, pelo menos nos últimos cinquenta anos, tem sido marcada pelas tendências liberais, nas suas formas ora conservadora, ora renovada. Evidentemente tais tendências se manifestam, concretamente, nas práticas escolares e no ideário pedagógico de muitos professores, ainda que estes não se deem conta dessa influência (LIBÂNEO, 1982, p. 21)

As bases do liberalismo que são individualismo, liberdade, propriedade, igualdade e democracia e tem como objetivo, em um todo, garantir a todos o direito de conquistar riquezas e propriedades por seus próprios talentos e esforços, sem limitação devido a sua classe de origem. Defendem que é de acordo com seus talentos que cada um consegue uma posição vantajosa ou não, de tal forma a educação liberal tem como base os mesmos ideais, que todos tem iguais direitos a educação e instrução, que o conhecimento é concedido a todos independente de sua classe de nascimento.

Então com base nisso, a educação liberal fundamenta que o sucesso ou o fracasso de uma pessoa se deu pelo seu esforço, talento e capacidade, não considera privilégios, considera apenas todos iguais recebendo os mesmos conhecimentos e oportunidades (CUNHA, 1975) a educação liberal centraliza a aprendizagem ou não aprendizagem apenas ao aluno, se ele aprendeu é porque se esforçou e possui talentos individuais, se não aprendeu é porque não se esforçou e não se dedicou o suficiente, não é levado em conta as dificuldades de aprendizagem que cada um possui, assim como a facilidade natural de alguns para aprender determinado conteúdo.

A aprendizagem, assim, é receptiva e mecânica, para o que se recorre frequentemente a coação. A retenção do material ensinado é garantida pela repetição de exercícios sistemáticos e recapitulação da matéria. A transferência da aprendizagem depende do treino; é indispensável a retenção, a fim de que o aluno possa responder as situações novas de forma semelhante as respostas dadas em situações anteriores. (LIBÂNEO, 1982, p.24).

Nesse contexto escolar vivenciado na educação brasileira, o professor é apenas um transmissor de conhecimento, cabe a ele instruir e não ensinar, não há necessidade de uma reflexão sobre sua prática docente, ele não observa as dificuldades dos alunos e não busca de alguma forma superar essas e é justamente essa prática que pretendemos desconstruir e apontar suas consequências no ensino de Física.

A aprendizagem no ensino de Física.

Nas discussões sobre ensino de Física pode – se dizer que uma das grandes questões que são abordadas é a dificuldade dos alunos em aprender física, tais fatores podem estar relacionados a isso, quais as possíveis causas, e como isso pode de alguma forma ser amenizado.

O fato da Física ser uma disciplina da área de Ciências da Natureza que requer uma grande capacidade de abstração (POZO; CRESPO, 2009) deve ser considerado como um fator relevante nessa dificuldade que os alunos enfrentam, assim como o formalismo matemático. Pensando em todos esses fatores discutidos por pesquisadores da área de ensino de Física e por meio de observações feitas durante as aulas de estágio supervisionado, comecei a pensar em metodologias que poderiam facilitar e melhorar o ensino – aprendizagem, de forma a obter um melhor resultado por parte dos alunos, algo que os faça se interessarem mais pela disciplina, que os faça refletir sobre como essa ciência está inserida em nosso cotidiano e na nossa história.

Os alunos no ensino médio consideram a Física como uma ciência que está muito longe da realidade deles, muitas vezes como algo desnecessário que nunca irão utilizar ou como uma das frases mais comuns que ouvimos “em que vou precisar disso na minha vida?”. Um dos aspectos que os alunos precisam analisar é o fato de que o conhecimento é importante, e ainda que eles não venham a utilizar seus conhecimentos sobre a disciplina de Física em seu dia a dia, ainda que escolham uma profissão que não exige nenhum conhecimento em Física, essa ciência está inserida em nosso dia a dia, e é importante se ter ao menos um conhecimento e entendimento básico sobre ela.

Vamos refletir agora sobre a seguinte questão: é possível amenizar o formalismo matemático que é aplicado para quantificar os fenômenos? Será possível ensinar a disciplina de Física de uma forma mais teórica e contextualizada, não centralizando o ensino em fórmulas e repetições de exercícios?

Com relação a rede pública de ensino, Pozo e Crespo (2009) apresentam em seu livro “A aprendizagem e o ensino de ciências” as dificuldades enfrentadas pelos alunos na disciplina de Física. Entre elas, os cálculos matemáticos e a resolução de problemas quantitativos. Como muitas vezes as teorias são apresentadas para os estudantes apenas em formas de equações, eles têm a ideia errada de que estudar física é só realizar cálculos.

Em uma pesquisa realizada por Fernandes (2016, 31) em uma escola pública na cidade de Iguatu – CE em 2016 ele levantou que;

- 6% dos alunos disseram não ver diferença entre Física e Matemática
- 7% disseram não saber a diferença
- 33% disseram que a diferença entre uma e outra são as fórmulas

A base para aprendê-la é compreender as teorias, entender e analisar cada teoria, lei ou postulado, e principalmente como ocorre aquele processo fisicamente.

Um fator também agravante é o fato de muitos professores considerarem essa desmotivação dos alunos como mero desinteresse pelos estudos, por aprender, e não considerarem a dificuldade de aprendizagem e assim não buscam meios para melhorar esse ensino – aprendizagem, fixam – se apenas no ensino tradicional sem refletir se aquele método está sendo ou não eficaz. Não que o ensino tradicional seja de todo ineficaz, quando usado pelo professor com outras ferramentas e principalmente com uma boa didática ele pode sim obter uma aprendizagem satisfatória, mas a grande maioria dos professores de ciências exatas não consideram outro método que não seja o tradicional e essa falta de interesse em melhorar suas didáticas e seus métodos de ensino pode agravar significativamente.

Tavares (2003) discute sobre a aprendizagem memorística que é a que se tem quando o conteúdo é recebido de forma literal e não substantiva, é a aprendizagem mais fácil e rápida, por isso mesmo é usada é usada pelos alunos antes de provas e avaliações. No entanto, essa aprendizagem é baixíssima a médio e longo prazo. Ele afirma ainda que para uma aprendizagem significativa é necessário transformar o conhecimento em significados, e no ensino de Física na maioria das vezes o conteúdo é apresentado aos alunos de forma memorística com equações e fórmulas não informando que as fórmulas são a representação de um modelo e muitas vezes não especificando em que circunstâncias e condições aquele modelo é válido ou não. Isso faz com que os alunos não vejam e entendam que a disciplina de Física busca explicar os fenômenos da natureza.

Ele discorre também sobre a atitude de conectar o que já se conhece com o novo conhecimento, nesse sentido o professor pode usar o conhecimento prévio dos alunos sobre algum conceito ainda que esse conhecimento seja de senso comum, ele fala sobre organizadores prévio-ponte, ou seja, o professor deverá auxiliar o aluno a transformar o conhecimento que já tem ou quando não se possui nenhum conhecimento sobre

determinado conceito poderá usar a aprendizagem mecânica como uma ponte para o novo conhecimento que se pretende alcançar, dessa forma esse novo conhecimento terá significado e absorção por parte do aluno permitindo com que ele tenha autonomia para aplicar seus conhecimentos em problemas com contextos diferentes do que o que lhe foi apresentado, terá autonomia para interpretar e resolver qualquer problema que envolva aquele conteúdo e conseguirá até mesmo reconhecer aplicações daquele conteúdo em seu cotidiano.

Na pesquisa realizada por Fernandes (2016, p. 32) foi perguntado aos estudantes se eles achavam que a Física tinha relação com seu cotidiano e suas tecnologias. Os resultados mostraram que:

- 52% disseram ter relação,
- 36% disseram ter pouca relação
- 11,5% disseram não ter relação

Os resultados mostram que grande parte dos alunos encaram a Física apenas como uma disciplina que está longe de sua realidade, e conseqüentemente de sua história.

Considerando que a educação no Brasil é predominantemente tradicional liberal, sabemos que essa não considera os contextos envolvidos, apenas o conteúdo puro e mecânico. “Os conteúdos e procedimentos didáticos, a relação professor-aluno não tem nenhuma relação com o cotidiano do aluno e muito menos suas relações sociais” (LIBÂNEO, 1982, p.22) por falta de contextualização.

É necessário, então, a inserção de um ensino de Física contextualizado. Neves (1998) em seu artigo “A História da ciência no ensino de Física”, discorre sobre a importância de um ensino de ciências, mais especificamente do ensino de Física, mais contextualizado, não como uma ciência somente aplicada como uma verdade incontestável, mas citando suas descobertas ao longo do tempo, sobre erros e acertos, conceitos redescobertos, e como uma ciência que está em constante mudança, e não um dogma irrevogável.

Dito isso, podemos então considerar que a história da Ciência é importante na aprendizagem de Física, já que todo ser humano busca conhecer o mundo que o rodeia, as conquistas e perdas ao longo da história, toda a trajetória que o trouxe até aqui, e considerando que a Física está inserida em tantos acontecimentos marcantes de nossa história como a bomba atômica em Hiroshima e Nagasaki. É importante que os estudantes

dessa disciplina, mesmo no ensino médio, conheçam a relevância, importância e os marcos causados pelas descobertas Físicas ao longo dos anos.

Pedagogia da autonomia – Paulo Freire

Considerando os ensinamentos de Freire (1996) sobre educação é preciso entender que “ensinar não é transferir conhecimento”. Ele critica o “ensino bancário” em que o conteúdo é apenas depositado sobre o aluno e impede sua capacidade de criatividade. O professor deve criar possibilidades para a construção do conhecimento, ou seja, ser um mediador entre o aluno e o conhecimento. O aluno não deve ser visto como objeto passivo e o professor como sujeito, mas ambos devem participar ativamente do processo ensino-aprendizagem.

Ele traz a discussão sobre o pensar certo e esse pensar requer do professor considerar os conhecimentos que cada aluno já possui, ainda que esses conhecimentos sejam informais ou de senso comum. O professor deverá incentivar e ajudar seus alunos a pensarem criticamente, a participarem da sua própria aprendizagem, ele deve criar situações que permitam a curiosidade do aluno sobre determinado conteúdo, o professor não deve ser apenas um repetidor de conhecimento.

Saber que ensinar não é transferir conhecimento, mas criar as possibilidades para sua própria produção e construção. Quando entro em uma sala de aula devo estar sendo um ser aberto a indagações, a curiosidade, as perguntas dos alunos, as suas inibições, um ser crítico e inquiridor da tarefa que tenho – a ele ensinar e não transferir conhecimento. (FREIRE, 1996, p.27)

É apresentada por ele uma reflexão sobre a prática docente, o professor deve estar em constante vigilância sobre ele mesmo, deve sempre entre a teoria e a prática refletir sobre como tem sido sua prática, o professor que pensa certo não se considera como alguém que sempre pensa certo e age certo, mas ele reconhece que precisa estar em constante mudança e transformação e deve pensar criticamente sobre sua postura como professor, sobre seus métodos de ensino, sobre seu papel e sua atuação como educador, ele afirma então que a prática docente exige reflexão.

Minha segurança se funda na convicção de que sei algo e de que ignoro algo a que se junta a certeza de que posso saber melhor o que já sei e conhecer o que ainda não sei. Minha segurança se alicerça no saber confirmado pela própria experiência de que, se minha inconclusão, de que sou consciente, atesta, de um lado, minha ignorância, me abre, de outro, o caminho para conhecer. (FREIRE, 1996, p. 50).

Ele traz a reflexão sobre a necessidade do diálogo, que é a partir do reconhecimento que o professor tem de si mesmo, admitindo que não sabe tudo, e de que mesmo o que sabe ele não sabe por completo, é a partir disso que se abre uma relação dialógica, na prática docente o professor deve colocar também seu conhecimento em pauta para análise e reflexão crítica, não deve agir e ensinar como algo incontestável, mas deve permitir e incentivar os estudantes a reflexão, a criticidade, a indagação, é essa prática e reconhecimento que leva ao saber e conhecer. Ao reconhecer que é um ser inacabado o professor incentiva os educandos ao diálogo, quebrando a visão de um professor que é o “dono da razão” com o qual não é possível interrogar e questionar.

Caminhos Metodológicos

O objetivo inicial deste Trabalho de Conclusão de Curso era desenvolver com os estudantes da 3ª Série do Ensino Médio de uma escola pública em Goiânia um Projeto de Intervenção relacionado ao conteúdo de Física Moderna, mais especificamente Física Nuclear, pois trata-se de um conteúdo que raramente os estudantes veem no Ensino Médio e, a partir desse Projeto de Intervenção, pesquisar se o ensino e a discussão de Física Moderna de forma contextualizada era capaz de promover a participação e discussão entre eles.

De acordo com Terrazzan (1992), a discussão sobre como é feita a divisão dos conteúdos do Ensino Médio, se resume a: Mecânica, Física Térmica, Ondas, Óptica e Eletromagnetismo, e em muitos casos, devido ao número de aulas semanais destinadas à disciplina, nem todos esses conteúdos são estudados, principalmente nas escolas públicas.

Entre os conteúdos “sacrificados” encontra-se a de Física Moderna e contemporânea.

Mas, por causa do distanciamento social necessário no ano de 2020, a pesquisa inicial foi repensada e reformulada para a construção de uma Sequência Didática que buscasse atender a problematização que havia sido levantada: “Um ensino de Física contextualizado, que traga a disciplina para uma realidade mais próxima do aluno, será uma estratégia facilitadora para aprendizagem, despertando um maior interesse por parte dos alunos?”

É importante salientar que, devido a pandemia do COVID-19 a educação mundial teve que, de um momento para outro, se adaptar a um novo regime e uma nova realidade. No Brasil, segundo dados da UNESCO, cerca de 81,9% da educação básica deixaram de frequentar as instituições de ensino, isso corresponde a cerca de 39 milhões de pessoas.

Observando o contexto vivenciado pelas escolas na Educação Básica, é possível afirmar o quanto a falta de autonomia dos alunos para se adequar a um regime remoto por meio de aulas on line, prejudicou a aprendizagem.

Em uma pesquisa realizada pelo departamento de pesquisas educacionais da fundação Carlos Chagas em parceria com a UNESCO e o Itaú Social, publicada em junho de 2020 e intitulada Educação escolar em tempos de pandemia na visão de professoras/es da Educação Básica, mais de 14 mil professores em todo o país participaram por meio de

questionário on line. Essa pesquisa mostrou que “(...) a expectativa, tanto em relação à aprendizagem quanto à percepção de que seus alunos conseguem realizar as atividades propostas, está próxima de 50%”. Vale ressaltar que, mesmo com as dificuldades encontrada pelos professores a partir do isolamento social, o estudo foi capaz de mostrar que há uma preocupação por parte destes em “(...) organizar o tempo com os alunos, garantindo o conteúdo das disciplinas e, dentre as estratégias utilizadas, ressalta-se o uso de materiais digitais via redes sociais (e-mail, WhatsApp etc.) em todas as etapas/modalidades” (FUNDAÇÃO CARLOS CHAGAS, 2020?). A grande maioria dos professores da Educação Básica e, principalmente da rede pública, também não se sentiam preparados para trabalharem com o ensino à distância.

Com relação à Rede Estadual de Goiás, o conteúdo de Física Moderna está incluso no Currículo Referência para as turmas da 3ª Série do Ensino Médio. Como os colégios de Ensino Médio possuem duas horas aulas como carga horaria semanal para a disciplina de Física, existe dificuldades no cumprimento dos conteúdos prescritos ¹

Conteúdo do 4º Bimestre para a 3ª Série do Ensino Médio (Currículo Referência da Rede Estadual de Goiás)

Expectativas de Aprendizagem	Eixos Temáticos	Conteúdos
<ul style="list-style-type: none"> • Compreender a Física Quântica do ponto de vista de sua história. • Identificar as aplicações tecnológicas da Física quântica. • Reconhecer a importância do estudo de teorias físicas para o desenvolvimento da percepção do mundo. • Utilizar o conceito de relatividade do movimento em situações do cotidiano. 	Física moderna	<ul style="list-style-type: none"> • Radiação de corpo negro • Quanta da matéria • Natureza ondulatória da matéria. • Teoria da mecânica quântica. • Princípio da relatividade clássica. • Teoria eletromagnética de Maxwell

Fonte: Currículo Referência da Rede Estadual de Goiás (2012, p. 368)

A Sequência Didática

Zabala (2007, p. 18) sobre o conceito de sequência didática (SD) diz que se trata de “(...) um conjunto de atividades ordenadas, estruturadas e articuladas para realização de

certos objetivos educacionais que tem um princípio e um fim conhecido pelos alunos”. Então, ao se iniciar um conteúdo em sala de aula através de uma SD, o professor e os estudantes saberão quais serão os objetivos a serem alcançados, quando será iniciada, quais as metodologias serão trabalhadas e quando o tema será finalizado. Isso permite que o aluno se sinta mais inserido no processo, e assim ele irá se tornar mais ativo em sua aprendizagem.

Uma sequência didática segundo Araujo (2013, p. 323) “(...) é um modo de o professor organizar as atividades de ensino em função de núcleos temáticos e procedimentais”. Dessa forma, a SD tem o objetivo de sistematizar o conteúdo e permitir ao aluno maior interação com o professor e com o conteúdo, permitindo aos estudantes aprenderem através do convívio e na relação com os outros indivíduos, na interação com o professor e com o conteúdo.

A estrutura de uma SD é organizada da seguinte forma: apresentação, levantamento dos conhecimentos prévios dos estudantes; ampliação dos conhecimentos; sistematização e avaliação do conhecimento. Como a SD possui estratégias e atividades dispostas e organizadas em etapas pelo professor, início ocorre com o anúncio do que será estudado, explicitando aos estudantes os conhecimentos e processos a serem desenvolvidos. Durante o levantamento os conhecimentos prévios dos estudantes, o professor investiga o que eles já conhecem e como conhecem sobre o conteúdo, para, partir daí, relacionar esses conhecimentos de forma intencional ao que se deseja ensinar. A ampliação do conhecimento requer que o professor tenha segurança em relação aos conteúdos, bem como estratégias selecionadas para desenvolvê-lo. É, durante a ampliação que ocorre o trabalho com atividades planejadas metodicamente. O professor pode utilizar diversas metodologias para trabalhar com os estudantes. A escolha depende, em parte, das dificuldades encontradas no levantamento de conhecimentos prévios e estar adaptadas às particularidades de cada turma. A sistematização consiste numa retomada de conceitos desenvolvidos, permitindo uma visão geral do trabalho realizado pelo professor e pelos estudantes, bem como das dificuldades e avanços encontrados. A avaliação deve ser processual e ocorrer ao longo da SD. A autoavaliação também pode ser uma estratégia interessante para que os estudantes identifiquem o que aprenderam e quais as dúvidas que ainda existem.

Com a SD o professor poderá, juntamente com os estudantes, estabelecer um “ponto de partida” e uma “chegada” no processo de ensino e aprendizagem de determinado conteúdo, tornando possível que o estudante reflita e organize o que está sendo aprendido.

Para a construção da SD para a 3ª Série do Ensino Médio foi planejado um total de 9 aulas. O conteúdo relacionado a Física Nuclear foi pensado para ser apresentado aos estudantes com uma abordagem histórica e contextualizada, a partir de seus usos sociais dos conteúdos selecionados e fazendo um paralelo deles com acontecimentos na história.

Estão previstas um total de 9 aulas. A proposta é que, após 8 aulas trabalhadas, o professor poderá dedicar a última aula para uma avaliação, sem perder de vista o fato de que a avaliação deve ser processual, no decorrer da SD. A autoavaliação, por exemplo, pode permitir que estudante identifique sua aprendizagem e dificuldades que ainda precisam ser trabalhadas. Uma autoavaliação é sempre um exercício de reflexão e de desenvolvimento de autonomia intelectual e protagonismo do estudante.

Instrumento de Coleta de Dados

Embora o Projeto de Intervenção e a Pesquisa pensados inicialmente não tenham ocorridos, foi desenvolvido, durante todo o ano de 2020 a disciplina de Estágio Supervisionado 3 e 4 do Curso de Licenciatura em Física. Os estágios supervisionados, no campo de estágio ocorram de forma remota por meio das plataformas Zoom e plataforma zoom e pelo aplicativo de mensagens WhatsApp, sendo possível acompanhar e ajudar nas discussões, tanto a professora regente, quanto os estudantes da 3ª Série do Ensino Médio de um colégio estadual localizado no bairro Vila Nova em Goiânia. Esse acompanhamento foi importante para a observação e conhecimento da turma, dados fundamentais para a construção da SD. Os instrumentos de coleta de dados utilizados durante a observação e o acompanhamento foi o diário de bordo. Para Marconi e Lakatos (2003, p. 195) durante a utilização do diário de bordo “(...) as observações são feitas no ambiente real, registrando-se os dados à medida que forem ocorrendo, espontaneamente, sem a devida preparação”.

Sequência Didática: Física Nuclear

Tema: Física Nuclear

Apresentação

Olá, caro(a) Professor(a)!

Essa Sequência Didática, foi pensada para ser trabalhada em sala de aula, de modo a favorecer aos estudantes um exercício da reflexão e a mobilização de recursos cognitivos, saberes e informações a serem aplicados em situações de aprendizagem, bem como tentar sensibilizar os estudantes a despertarem seus interesses pela Física Nuclear. Essa SD permite o desenvolvimento de habilidades socioemocionais, tais como empatia, colaboração e liderança de modo a formar um cidadão crítico e engajado. Os objetivos propostos para essa SD pensados para serem desenvolvidos no percurso de trabalho a ser estabelecido com os estudantes, e não apenas nos seus resultados.

Todos os procedimentos realizados pelos estudantes no decorrer das atividades apresentadas poderão ser considerados como instrumentos de avaliação, de forma a verificar se a aprendizagem foi construída. Dessa forma, o(a) professor(a) consegue identificar se o objetivo final foi alcançado em cada etapa da SD.

Objetivos de aprendizagem

- Explicar o fenômeno da radioatividade;
- Distinguir os tipos de radiação;
- Compreender as reações nucleares, fissão e fusão nuclear;
- Evidenciar o uso da energia nuclear na geração de energia elétrica;
- Conhecer desastres nucleares;
- Estudar meia vida e datação por isótopos

Conteúdos

- Radioatividade, decaimento radioativo e o uso da radiação.
- Fusão e fissão nuclear.

- Meia vida e datação por isótopos.

LEVANTAMENTO DOS CONHECIMENTOS PRÉVIOS

1ª aula: Atividade 01 – O uso da radiação no cotidiano

Professor (a), essa atividade foi pensada para identificar quais os conhecimentos que os estudantes já possuem a respeito do tema radiação e lhe dará informações importantes para o planejamento das aulas seguintes.

Divida a turma em duplas ou trios para que discutam as seguintes questões:

- Que exemplos de radiação você conhece?
- Onde já obteve conhecimentos sobre radiação? (leituras, reportagens, filmes etc.)?
- A luz pode ser considerada uma radiação?
- Qual sua opinião sobre o uso de radiação na conservação de alimentos?
- Você já observou na embalagem de algum alimento se continha informações sobre o uso da radiação?
- Você sabe quais os maiores acidentes envolvendo a energia nuclear que ocorreram no mundo?
- Considera importante aprofundar seus estudos sobre radiação? Por quê?
- Há alguma dúvida específica que você gostaria de abordar sobre esse tema?

Solicite que cada grupo anote suas respostas antes de iniciarem as discussões com toda a turma. Cada grupo deve eleger um relator que fara a socialização. É importante que eles façam o registro da atividade. Recolha os registros para que eles possam retomá-los ao final da SD.

Professor (a), para dar continuidade às discussões sobre radiação é importante que os estudantes tenham estudado sobre modelos atômicos anteriormente (esse conteúdo é trabalhado nas aulas de Química da 1ª série). Fica a seu critério revisar ou não esse conteúdo, antes de dar continuidade à SD. Para trabalhar a ampliação e sistematização do conhecimento do estudante você precisará de, aproximadamente, 9 aulas.

AMPLIAÇÃO E SISTEMATIZAÇÃO DO CONHECIMENTO

2ª aula: Conteúdo - Radioatividade

Professor(a), apresente a questão do ENEM a seguir, no início da aula para iniciar as discussões. Determine um tempo (5 minutos após a leitura) para que os estudantes pensem no que foi colocado e emitam suas opiniões. Em seguida, desenvolva o conteúdo por meio de uma aula expositiva e dialogada. Retome a questão do Enem ao final da aula para observar se os estudantes já conseguem resolvê-la.

Caso você precise se aprofundar um pouco mais no tema, no link a seguir você encontrará um estudo sobre radiação que poderá ajudá-lo na preparação da aula: http://www.fiocruz.br/biosseguranca/Bis/lab_virtual/radiacao.html.

Hora de dar início ao estudo de radiação e radioatividade! Para introduzir o conteúdo, leia a questão do Enem:

(ENEM-2011) Os materiais radioativos emitem diferentes tipos de radiação. A radiação gama, por exemplo, por sua alta energia e penetração, consegue remover elétrons dos átomos dos tecidos internos e romper ligações químicas por ionização, podendo causar mutação no DNA. Já as partículas betas têm o mesmo efeito ionizante, mas atuam sobre as células da pele.

RODRIGUES JR., A. A. O que é radiação? E contaminação radioativa? Vamos esclarecer. Física na Escola. V. 8, n° 2, 2007. São Paulo: Sociedade Brasileira de Física (adaptado).

Segundo o texto, um indivíduo irradiado por uma fonte radioativa é exposto ao risco de

- (A) transformar-se em um corpo radioativo.
- (B) absorver a radiação e armazená-la.
- (C) emitir radiação e contaminar outras pessoas.
- (D) Sofrer alterações gênicas e desenvolver câncer.
- (E) transportar a radiação e contaminar outros ambientes.

Nesta 1ª aula o foco deve estar na apresentação do conceito de radioatividade e a na diferenciação entre radiação ionizante e não ionizante. Para verificar a aprendizagem dos estudantes, ao final da aula retome questões como:

Questões de verificação de aprendizagem

1. O que é radiação?
2. O que é radioatividade?
3. Qual a diferença entre radiação ionizante e não ionizante?

Tenha atenção aos conceitos principais que devem aparecer nas respostas dos estudantes:

1. A radiação é uma forma de transmissão de energia à distância que acontece de duas maneiras diferentes: ou por meio de pequenas partículas que se deslocam com grande velocidade, ou por ondas de natureza eletromagnéticas similares a luz. A radiação de natureza particulada é caracterizada por sua carga, massa e velocidade: pode ser carregada ou neutra, leve ou pesada, lenta ou rápida. Prótons, nêutrons e elétrons ejetados de átomos ou núcleos atômicos são exemplos de radiação particulada. A radiação eletromagnética é constituída por campos elétricos e magnéticos variando no espaço e no tempo. É caracterizada pela amplitude (tamanho) e pela frequência (ou, alternativamente, pelo comprimento de onda) da oscilação.

(Fonte: <http://paje.fe.usp.br/~mef-pietro/mef2/app.upload/86/RadiacaoXRadioatividade.pdf>).

2. A radioatividade é definida como o fenômeno pelo qual um núcleo instável emite partículas e ondas para atingir a estabilidade. Nem todos os átomos são radioativos, mas os que recebem essa definição se caracterizam por emitir partículas radioativas (radiação), numa busca constante para se tornarem mais estáveis.

(Fonte: <https://mundoeducacao.uol.com.br/quimica/definindo-radioatividade.htm>).

3. Dependendo da quantidade de energia, uma radiação pode ser classificada como não ionizante ou ionizante. **Radiações não ionizantes** possuem relativamente baixa energia e estão sempre a nossa volta. Ondas eletromagnéticas como a luz, calor e ondas de rádio são formas comuns de radiações não ionizantes. Sem radiações não ionizantes, nós não poderíamos apreciar um programa de TV em nossos lares ou cozinhar em nosso forno de micro-ondas. Com altos níveis de energia, as **radiações ionizantes** são originadas do núcleo de átomos, podendo alterar o estado físico de um átomo e causar a perda de elétrons, tornando-os eletricamente carregados. Fontes não naturais de radiações ionizantes são encontradas nos cuidados em saúde

(raios-x, tomografia computadorizada e radioterapia) e na geração de energia (usinas nucleares).

3ª Aula – Irradiação em alimentos

Professor(a), depois de trabalhados os conteúdos de classificação de radiação como ionizante ou não ionizante, agora é interessante abordar uma aplicação, muitas vezes desconhecida por grande parte da população, que é a radiação em alimentos.

Leitura e discussão de artigo científico

A proposta principal dessa aula é trabalhar o gênero textual “Artigo Científico”. Segundo a Associação Brasileira de Normas Técnicas/ABNT (NBR 6022, 2003, p. 2), um artigo científico é caracterizado como a “**publicação com autoria declarada, que apresenta e discute ideias, métodos, técnicas, processos e resultados nas diversas áreas do conhecimento**”. O desenvolvimento da habilidade de leitura é imprescindível para que o estudante possa atuar como cidadão e enfrentar suas necessidades do dia a dia. Mas, a linguagem utilizada neste tipo de publicação, inicialmente, pode ser difícil de ser compreendida pelos estudantes. Por isso, é importante que você planeje uma leitura compartilhada e faça pausas para explicações, sempre que achar necessário. A alfabetização científica dos estudantes do Ensino Médio precisa ir além da tentativa de incluir a utilização de um vocabulário científico. Para que esse estudante seja alfabetizado cientificamente, é preciso enriquecer os termos científicos utilizados com conteúdo e torná-lo mais compreensível.

Faça a Leitura compartilhada com os estudantes do Artigo Científico “**Formas de uso da radiação para conservação dos alimentos: uma abordagem bibliográfica**” de Stefânia Morais Pinto e Inácia dos Santos Moreira e disponível em: <http://revista.uepb.edu.br/index.php/biofarm/article/view/3735/2452>.

Professor(a), você pode solicitar com antecedência que os estudantes façam a leitura do artigo científico em casa e tragam anotado para a aula as dúvidas que encontraram. Em seguida, faça a Leitura compartilhada com os estudantes do Artigo Científico “**Formas de uso da radiação para conservação dos alimentos: uma abordagem**

bibliográfica” de Stefânia Moraes Pinto e Inácia dos Santos Moreira e disponível em: <http://revista.uepb.edu.br/index.php/biofarm/article/view/3735/2452>.

É importante, ao final da leitura compartilhada, promover uma discussão geral da turma sobre o que eles pensam a respeito do tema, se concordam ou se já viram algum alimento irradiado. nesse momento, retomar alguns pontos considerados chaves com relação, principalmente às partes “Como funciona a irradiação de alimentos”, “Processos de radiação” e “Como é realizada a irradiação de alimentos”. Aproveite esse momento para a identificação de possíveis dificuldades, bem como, dúvidas que tenham surgido, no intuito de explicá-las.

Após a leitura compartilhada e discussão a questão:

Questão de verificação de aprendizagem
Em que consiste o processo de irradiação de alimento?

A irradiação de alimentos é um método físico de conservação em que o alimento recebe doses controladas de radiação ionizante. Este método ocorre através da exposição do alimento em temperatura ambiente a granel ou já embalado em embalagens plásticas ou de papel a feixes de elétrons ou radiações ionizantes como raio-x, raios gama. Os principais objetivos da irradiação de alimentos (como frutas, vegetais, temperos, grãos, frutos do mar, carne e aves) é a inativação de microrganismos deteriorantes e patogênicos, redução de perdas naturais causadas por processos fisiológicos como o brotamento nos produtos vegetais e eliminação de insetos. O alimento não entra em contato com a fonte de radiação, os níveis de energia são baixos e os produtos irradiados não se tornam radioativos. Mostre aos estudantes que existe um símbolo internacional para indicar que o alimento passou pelo processo de irradiação e que eles podem começar a ficar atentos em supermercados:



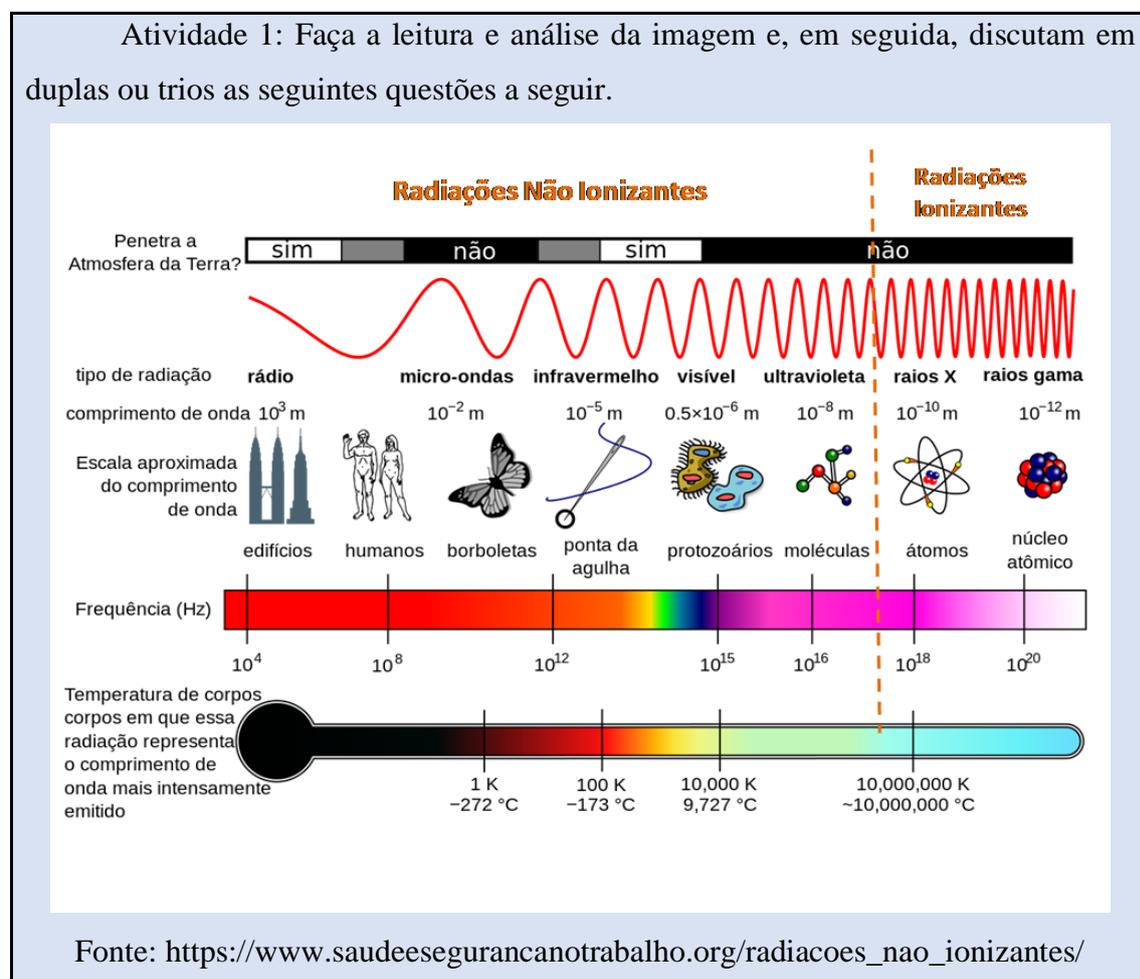
Fonte: <https://www.upf.br/Iceg/noticia/academica-da-upf-pesquisa-a-conservacao-de-alimentos-utilizando-a-irradiacao>.

Se considerar necessário, retome o item do Enem sobre irradiação de alimentos, trabalhado anteriormente, e discutam o gabarito.

4ª Aula – Radiação Eletromagnética

Professor (a), a radiação eletromagnética é um conjunto de ondas elétrica e magnéticas que se propagam com uma determinada velocidade, $c = 300000 \text{ km/s}$ (no vácuo). Contém energia e campo magnético e podem ser geradas por fontes naturais ou por dispositivos construídos pelo homem.

Disponibilize a imagem a seguir aos estudantes, de forma que todos possam analisá-la (você pode utilizar um Datashow, imprimir-las ou até mesmo encaminhá-la por mensagem tipo WhatsApp). Determine um tempo para eles realizem essa a leitura e discussão da imagem (15 minutos é suficiente):



Após as discussões, cada dupla ou trio deverá elaborar, em conjunto, uma resposta para as seguintes questões:

- a) Em que atividades realizadas no seu dia a dia estão presentes radiações do espectro eletromagnético?
- b) A radiação solar é ionizante ou não ionizante? Você conhece quais são os principais efeitos negativos à saúde humana da exposição aos raios solares?
- c) Você já ouviu falar em IUV (índice ultravioleta)?
- d) Se você tivesse que encaixar o seu telefone celular na imagem, em que posição o colocaria?
- e) Você sabe como uma pessoa pode ser exposta a radiação ionizante e quais são os principais danos que essa exposição à saúde humana que esse tipo de exposição pode causar?
- f) Você conhece exemplos de radioatividade?

Professor(a), embora as respostas sejam pessoais, é importante ficar atento a atento aos conceitos que forem aparecendo durante a discussão (se precisar, retome esses conceitos com os estudantes):

- a) Nesta questão deverá aparecer respostas como: tomar Sol, utilizar o aparelho de micro-ondas, falar no celular, usar o WhatsApp, escutar o rádio, fazer um exame de raio – X, entre outro.
- b) A radiação solar é a energia emitida pelo Sol na forma de radiação eletromagnética não ionizante e é a principal fonte de exposição humana à radiação ultravioleta (UV). É preciso evitar a exposição ao Sol nos horários em que a intensidade de radiação é maior (das 10h às 16h) e utilizar protetores solares. A exposição solar sem proteção pode causar queimaduras solares e aumentar o risco de desenvolver câncer de pele.
- c) O índice ultravioleta (IUV) mede o nível de radiação solar na superfície da Terra. Quanto maior a altitude, maior o IUV, e maior o risco de danos à pele e de aparecimento de câncer. Como a maior parte dos raios ultravioletas que atingem a Terra é do tipo UVB, o índice UV poderia ser chamado, também, de índice de radiação UVB.
- d) O celular é um aparelho que emite ondas eletromagnéticas, especificamente micro-ondas (radiação não ionizante), em uma frequência de, aproximadamente, 900 MHz.

e) A aplicação da radiação ionizante ocorre, principalmente, na área da medicina e na de armas bélicas. Uma pessoa pode estar exposta, por exemplo, ao realizar exames de diagnóstico médico, através da aplicação controlada da radiação ionizante (como a radiografia). Os riscos à saúde envolvem: náuseas, fraqueza, perda de cabelo, queimaduras na pele ou diminuição da função orgânica. Pacientes tratados com radiação frequentemente experimentam os efeitos agudos, devido à exposição em altas doses. A radiação ionizante pode causar, ainda, alterações no DNA e câncer (mesmo em baixa intensidade é capaz de destruir ou danificar a estrutura molecular e atômica dos objetos por ela irradiados).

f) Radioatividade é a liberação de radiação ionizante que podem impressionar placas fotográficas, ionizar gases, produzir fluorescência etc. As radiações emitidas pelas substâncias radioativas são principalmente partículas alfa, partículas beta e raios gama. No nosso planeta existem vinte e oito elementos radioativos naturais dispersos em todos os meios. A radioatividade artificial é gerada na medicina nuclear ou em reações de fissão nuclear em usinas nucleares para obter energia elétrica.

5ª Aula – Compreendendo as Reações Nucleares

Professor (a), inicie a aula consultando com os estudantes, em um dicionário, os significados das palavras **fissão** e **fusão**. Se eles estiverem portando o celular em sala de aula, você pode solicitar que faça a pesquisa em um dicionário *on line* e que alguém leia os significados para toda a turma.

É importante que eles iniciem compreendendo que o termo **fissão está relacionado a ação ou resultado de fender, cindir, separar**, enquanto o termo fusão está relacionado a ação de fundir, incorporar, associar, juntar.

Atividade 1

Em um dicionário (físico ou on line) pesquise o significado dos termos fissão e fusão.

Após a compreensão de que os dois termos são opostos, apresente o vídeo “**Fusão Nuclear Explicada: Energia do Futuro?**”, disponível no link: https://www.youtube.com/watch?v=cXarvv2j9WI&feature=emb_logo. Esse vídeo poderá ser projetado com o auxílio do Datashow em sala de aula (caso sua escola possua os recursos necessários), acessado por meio do celular dos estudantes e forma on line ou

baixado com antecedência e encaminhado aos mesmos por meio de mensagens do tipo WhatsApp.

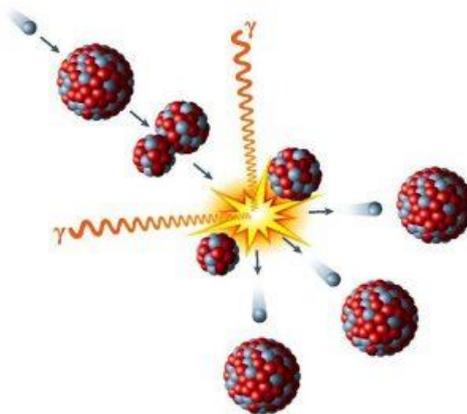
Atividade 2

Assista, com atenção, ao vídeo “**Fusão Nuclear Explicada: Energia do Futuro?**”.

Retome, de forma expositiva e dialogada, os conceitos Fissão Nuclear e Fusão Nuclear, de forma a verificar se foram compreendidos. Caso considere necessário, utilize os resumos na discussão:

Fissão Nuclear:

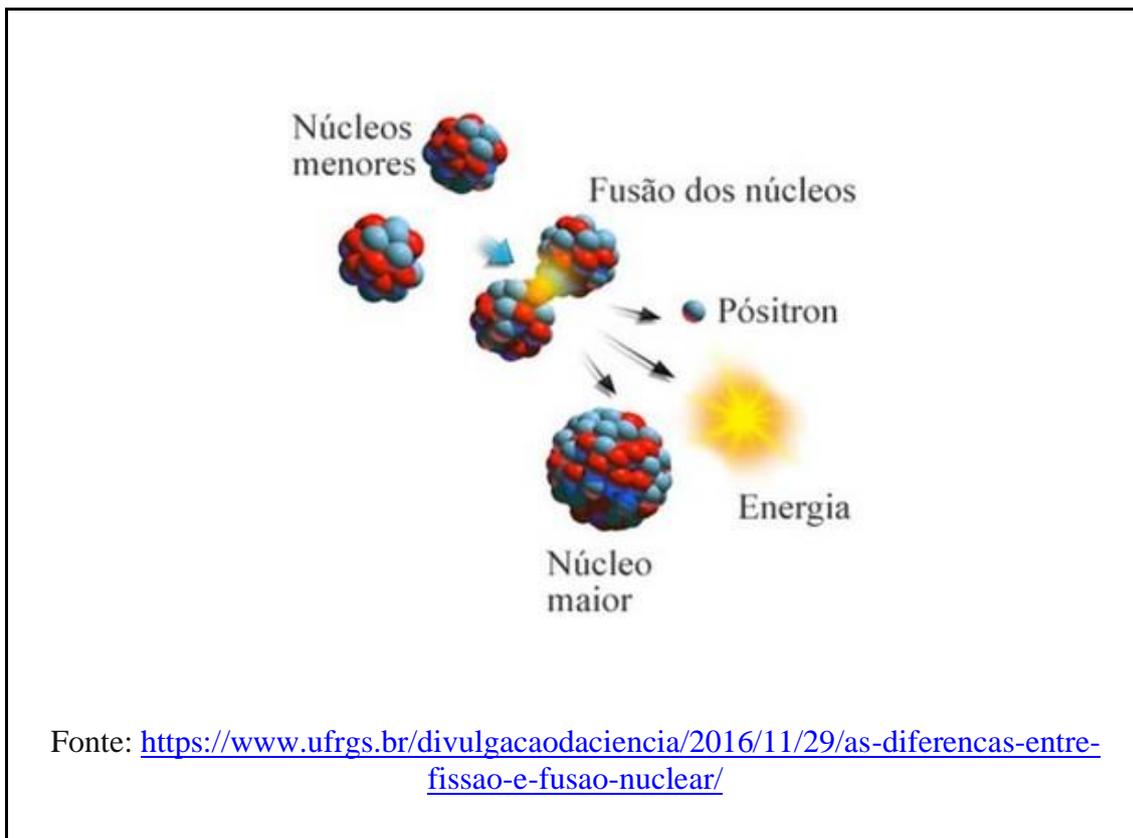
Fissão é o processo de forçar a divisão de um átomo para formar dois outros, mais leves. A reação também libera energia e um nêutron livre. É a partir do processo de fissão que pode ser criadas as bombas como as de Hiroshima e Nagasaki.



Fonte: <https://www.ufrgs.br/divulgacaodaciencia/2016/11/29/as-diferencas-entre-fissao-e-fusao-nuclear/>

Fusão Nuclear:

A fusão nuclear é o processo no qual dois ou mais núcleos atômicos se fundem formando um novo núcleo com um número atômico superior. Para que ocorra o processo de fusão, é necessário superar a força de repulsão elétrica entre os dois núcleos, que cresce na razão direta da distância entre eles. Como isso só se consegue mediante temperaturas extremamente elevadas.



6ª Aula – Energia nuclear e a produção de energia elétrica

Professor(a), o objetivo dessa atividade é discutir a produção da energia elétrica a partir de uma usina nuclear. Durante a realização desta, auxilie os estudantes, mediando o processo de aprendizagem. Se considerar necessário, utilize uma apresentação de slides visando a exemplificação de cada parte que constitui uma usina nuclear. Os estudantes deverão ser capazes, a partir da leitura do texto introdutório e da explicação dada, trabalhar com a imagem disponibilizada. Você pode disponibilizar a atividade por meio cópias(xérox) ou encaminhando-a via mensagens do tipo WhatsApp.

Atividade – Como é o processo de geração de energia elétrica por uma usina nuclear?

Leia o texto e, em seguida, transcreva na imagem (em cada uma das partes da usina nuclear marcadas por um retângulo branco) as palavras que foram grifadas no texto e que correspondem corretamente a parte indicada.

Na aula anterior, você estudou que os átomos que constituem alguns elementos químicos (átomos radioativos) são capazes de, através de reações

nucleares, transformar massa em energia (esse é um princípio demonstrado por Einstein, $E = mc^2$).

Essa energia pode ser aproveitada na produção de eletricidade de duas formas diferentes: fissão nuclear (o núcleo atômico se divide em duas ou mais partículas liberando uma grande quantidade de energia) e a fusão nuclear (dois ou mais núcleos se unem para produzir um novo elemento processo de colidir dois átomos propositalmente para formar um terceiro, mais pesado, liberando energia).

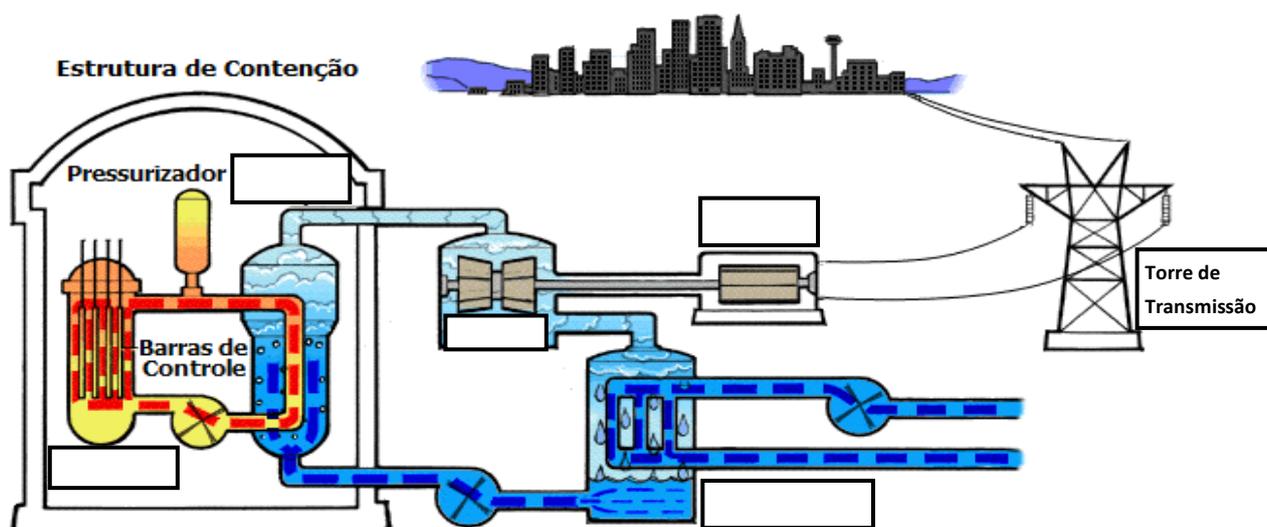
No Sol ocorre fusão nuclear, a cada segundo, e esse fenômeno é responsável pelo calor e luz emitidos. Em condições de temperatura e de pressão extrema, bilhões de toneladas de átomos de hidrogênio colidem uns com os outros. Isso provoca a quebra de suas ligações químicas e ele se fundirem, formando um elemento mais pesado, o hélio.

A fissão nuclear é o fenômeno utilizado nas usinas nucleares, que funcionam utilizando o calor proveniente de um gerador de vapor (1) para aquecer água e produzir vapor. O vapor faz girar grandes turbinas (2) que acionam o gerador elétrico (3) e produz eletricidade.

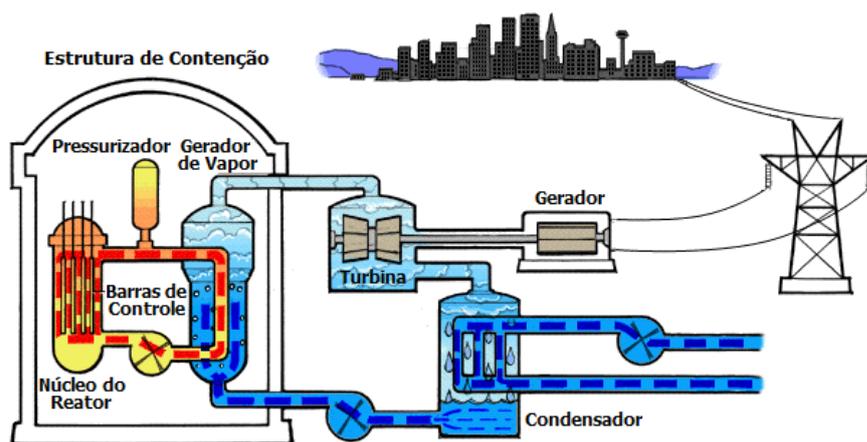
Mas onde ocorre a fissão nuclear em uma usina? Ocorre dentro do núcleo do reator (4) da usina. O urânio enriquecido, sob a forma de pastilha cerâmica cilíndrica (pellets), é o elemento combustível (5), ou seja, a fonte de calor para a geração de energia elétrica. Cada pellet possui, aproximadamente, 1 cm de diâmetro e 1 cm de altura.

O Brasil possui duas usinas nucleares em funcionamento, Angra I e Angra II, localizadas em Angra dos Reis, no estado do Rio de Janeiro. A Angra I possui 121 elementos combustíveis e é capaz de gerar energia para manter uma cidade de 1 milhão de habitantes.

Depois de mover a turbina e acionar o gerador elétrico, o vapor passa por um condensador (6) para ser refrigerado e voltar ao estado líquido, normalmente pela água do mar, rios ou lagos.



RESPOSTA



Se você quiser se saber mais a respeito deste conteúdo, acesse o link:

<https://www.bbc.com/portuguese/brasil-48683942>.

Professor(a), ao final da aula, converse com os estudantes sobre a principal desvantagem da utilização da energia nuclear: possibilidade de acidentes.

Apesar da segurança das usinas nucleares, (sim elas são consideradas bastante seguras) e do fato de que um desastre nuclear não é algo comum, quando eles ocorrem, as consequências costumam extremamente graves.

Um acidente envolvendo energia pode acontecer em usinas nucleares ou estabelecimentos que usam tecnologia nuclear. E os motivos são variados: falhas técnicas ou humanas, além de desastres naturais. Nesses acidentes, há liberação de produtos radioativos no meio ambiente, na forma de matéria radioativa ou radiação, podendo prejudicar a saúde pública e o meio ambiente. Os acidentes envolvendo energia nuclear podem ser classificados como acidentes nucleares (como o de Fukushima no Japão em 2011) e acidentes radioativos (como o que ocorreu em Goiânia em 1987). Mas, além dos acidentes nucleares no campo civil, há também ataques nucleares no campo militar, como os ocorridos em Hiroshima e Nagasaki em 1945.

Solicite, para a próxima aula um trabalho de pesquisa que deverá ser organizado pelos grupos para apresentação no formato de seminário. O seminário para apresentação de pesquisas escolares, é uma opção para incentivar os estudantes a desenvolverem capacidade de pesquisa, escrita de um texto e de roteiro de apresentação, além da apresentação oral. Para o desenvolvimento desta atividade na próxima aula, defina um

tempo de apresentação para que cada grupo apresente os resultados de sua pesquisa. Embora os recursos audiovisuais contribuam com a apresentação do seminário, lembre-os de que a linguagem verbal precisa ser predominante na apresentação.

Trabalho de Pesquisa

A turma deverá ser organizada em 4 grupos que ficarão responsáveis, cada um, pela pesquisa relativa um desastre nuclear: 1) Explosão das bombas atômicas em Hiroshima e Nagasaki (1945); 2) Explosão da usina nuclear de Chernobyl, Ucrânia (1986); 3) Acidente radiológico em Goiânia, Brasil. (1987) e 4) Terremoto e tsunami no centro de Fukushima, Japão (2011). Lembre-se de buscar fontes confiáveis (instituições de estudos reconhecidas, universidades e centros de pesquisas ou especialistas sobre o assunto). Para a aula seguinte, cada grupo deverá ter formulado uma apresentação sobre seu tema e um documento escrito para ser entregue ao professor(a). É importante organizar um roteiro de apresentação do grupo).

7ª Aula – Acidentes Envolvendo Energia Nuclear no Mundo

Apresentação do Seminário

Para a apresentação do seminário os grupos poderão utilizar cartazes, lousa, materiais xerocopiados, Power point etc. Cada grupo fará uma exposição oral articulando as informações fundamentais para a fonte de energia pesquisada. É necessária uma boa articulação entre o grupo para garantir que o restante da sala compreenda os conhecimentos expostos.

Professor (a), é importante chamar a atenção para o fato de que o acidente envolvendo Césio – 137 é o maior acidente radiológico do mundo e ocorreu em 1987 na cidade Goiânia, Goiás. Trata-se de um acidente radioativo de nível 5 segundo a Escala Internacional de Eventos Nucleares -INES (essa escala varia de 1 a 7) e foi provocado por dois catadores de papel que encontraram um aparelho de radioterapia em um hospital abandonado e o levaram para um ferro-velho. Após desmontarem o aparelho, encontraram uma cápsula de chumbo, com cloreto de césio em seu interior e que apresentava uma coloração azul e brilhante no escuro.

8ª Aula – Meia vida e datação por isótopos

Professor(a), nessa última aula da Ampliação do Conhecimento, inicie trazendo alguns questionamentos aos alunos sobre datação de fósseis:

Questões iniciais:

- Como é calculada a idade de determinado fóssil?
- Como eles conseguem estimar a idade de uma múmia encontrada no Egito?
- Como calculam há quantos anos os dinossauros viveram na terra?

Desenvolva a aula, de forma expositiva e dialogada com estudantes.

É interessante discutir:

Isótopos radioativos, decaimento e meia-vida.

Quando um núcleo radioativo emite uma partícula alfa ou uma partícula beta, dá-se uma “transmutação”: o núcleo deixa de ser o núcleo de um elemento e passa a ser o núcleo de outro elemento. Esse era o sonho dos alquimistas que queriam transformar ferro em ouro. Veja dois exemplos de transmutação, um com emissão de uma alfa, e outro com emissão de uma beta.

No primeiro caso, o urânio-238. O urânio-238 (ou, mais simplesmente, U-238) tem número atômico $A=92$, logo tem 92 prótons e 146 nêutrons ($238-92=146$) em seu núcleo. Esse isótopo do urânio pode emitir uma partícula alfa. Uma alfa é uma partícula feita com dois prótons e dois nêutrons. Na verdade, uma alfa é simplesmente um núcleo do elemento hélio. Portanto, quando o U-238 emite a alfa seu número atômico decresce de duas unidades e seu peso atômico decresce de 4 unidades. Nesse processo, o Urânio-238 vira Tório-234, segundo a reação:



Agora, para dar um exemplo de transmutação com emissão de uma partícula beta, usaremos esse mesmo Tório-234 que surgiu na reação acima. Uma beta é o elétron, com carga negativa e peso desprezível em comparação com o peso do próton ou do nêutron. Emitindo uma beta, o Tório-234 vira o Protactínio-234, segundo a reação:

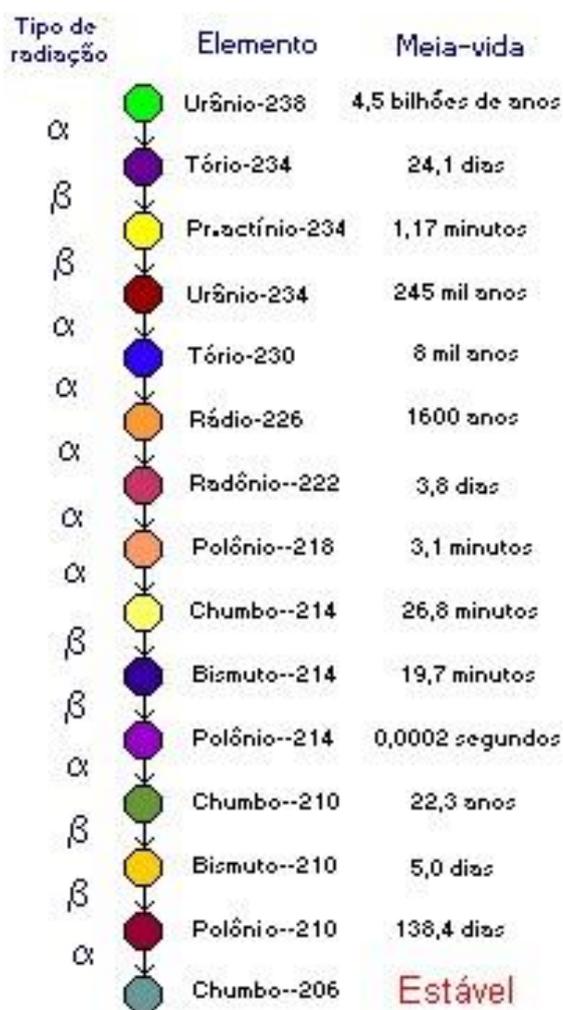


Além de diferirem pelas partículas que emitem, esses dois casos também diferem, e muito, em seus tempos de vida médios, ou meias-vidas, que representaremos com a letra τ .

A meia-vida do U-238 é de 4.500.000.000 anos (4,5 bilhões de anos ou $4,5 \times 10^9$ anos). Já a meia-vida do Pa-234 é de, apenas, 1 segundo!

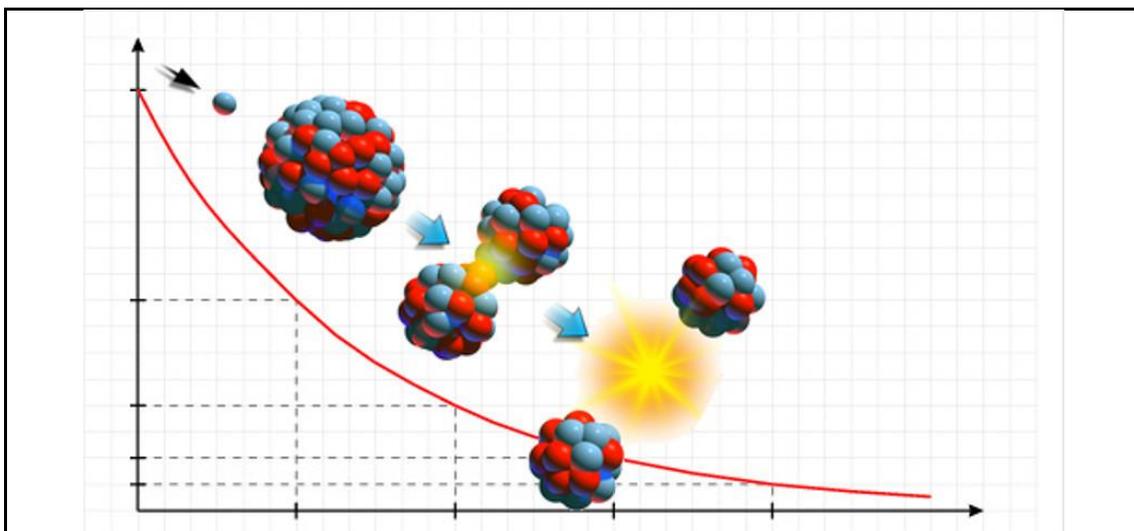
Veja os isótopos radioativos a seguir:

ISÓTOPO	MEIA-VIDA
Carbono-14	5730 anos
Potássio-40	1,25 bilhões de anos
Urânio-238	4,5 bilhões de anos
Rubídio-87	48,8 bilhões de anos



Note que, o chumbo-206, só aparece depois de uma longa série de transformações, a partir do urânio-238.

Fonte: <https://seara.ufc.br/pt/apostilas-eletronicas-da-d-fifi/apostilas-sobre-datacao-isotopica/>



Fonte: <https://www.manualdaquimica.com/fisico-quimica/meia-vida-dos-elementos-radioativos.htm>

A cada tempo (meia-vida), o número de átomos da amostra cai para metade. Essa curva é uma exponencial.

Ela é representada pela equação:

$$n = \frac{n_0}{2^x}$$

Onde x é a quantidade de meias vidas decorridas.

Se na determinação da idade de um fóssil utiliza-se a datação por carbono 14, qual é a idade encontrada para um esqueleto animal que possui uma fração de carbono 14 igual a $\frac{1}{4}$ do valor normal?

Nesse caso, $n = \frac{1}{4}n_0$. Assim, temos:

$$n = \frac{n_0}{2^x} \rightarrow \frac{n_0}{4} = \frac{n_0}{2^x} \rightarrow 4 = 2^x \rightarrow x = 2$$

Isso significa que já se passou 2 períodos de 5730 anos, ou seja: 11 460 anos.

Resolva o exemplo a seguir com os estudantes:

(ENEM) A técnica do carbono-14 permite a datação de fósseis pela medição dos valores de emissão beta desse isótopo presente no fóssil. Para um ser em vida, o máximo são 15 emissões beta/(min g). Após a morte, a quantidade de ^{14}C se reduz pela metade a cada 5 730 anos.

Considere que um fragmento fóssil de massa igual a 30 g foi encontrado em um sítio arqueológico, e a medição de radiação apresentou 6 750 emissões beta por hora. A idade desse fóssil, em anos, é

(A) 450.

- (B) 1 433.
 (C) 11 460.
 (D) 17 190.
 (E) 27 000.

Resposta: Letra C

A velocidade de decaimento (de emissões) de uma amostra radioativa é proporcional à quantidade de átomos radioativos (C_{14}) contida na mesma.

No fóssil temos:

$$30\text{g} \text{ — } 6750 \text{ emissões/min} = 112,5 \text{ emissões/min no fóssil}$$

Velocidade de decaimento:

$$30\text{g} \text{ — } 112,5 \text{ emissões/min}$$

$$1\text{g} \text{ — } 3,75 \text{ emissões/min}$$

Velocidade de decaimento do ser vivo:

Inicial: 15 emissões/min

Após uma meia-vida: 7,5 emissões/min

Após duas meias-vidas: 3,75 emissões/min

Decorreram-se então $2 \times 5.730 = 11.460$ anos

Para finalizar, retorne às questões iniciais e apresente o vídeo “Como é feita a datação de fósseis?” para que, após discutirem, os estudantes tenham condições de formularem as próprias respostas.

Assista ao vídeo “Como é feita a datação de fósseis?”, disponível em <https://www.youtube.com/watch?v=fw94a2Qcw0Y> e formule sua resposta para os questionamentos feitos no início da aula.

SISTEMATIZAÇÃO/ AVALIAÇÃO DO CONHECIMENTO

Professor(a): a avaliação da aprendizagem na Educação Básica deve ser orientada por um processo que seja diagnosticador, formador e emancipador e, portanto, ser realizado continuamente. A avaliação precisa ser sistematizada no decorrer de todas as atividades, a fim de se perceber o avanço na aprendizagem dos estudantes. No Desenvolvimento da SD há vários momentos, em variadas atividades, que você pode utilizar como instrumento de avaliação.

Para a sistematização dos conhecimentos, sugerimos que você retome as anotações que os estudantes fizeram no momento do Levantamento dos Conhecimentos Prévios para que eles discutam novamente e façam uma autoavaliação quanto ao que aprenderam.

Considerações Finais

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi pensado a partir da observação e reflexão acerca da prática docente desenvolvida por professores da área de Ciências da Natureza, especificamente de Física. A ideia de realizar uma pesquisa durante o desenvolvimento das disciplinas de Estágio Supervisionado, como acadêmica do curso de Licenciatura em Física, surgiu com os estudos de pesquisadores do Ensino de Ciências que consideram a pesquisa, a partir da sala de aula, como possibilidade de melhoria da formação docente.

Nas observações realizadas, ainda durante minha participação no PIBID, ficou evidente o papel que professores de Física da rede pública em Goiânia atribuem ao modelo tradicional de ensino e a falta de discussão de termos importantes para a educação, como contextualização, interdisciplinaridade, competências e habilidades, entre outros. Também não apareceu, nas discussões com professores regentes, durante o desenvolvimento do Estágio Supervisionado, a concepção de que o Ensino Médio precisa estar voltado para a formação do jovem, como aquisição de instrumentos simbólicos que os permitam raciocinar, compreender causas e razões, exercer direitos, cuidar da saúde, da natureza ou exercer sua cidadania, independente do que ele queira fazer profissionalmente no futuro.

A educação é um processo complexo. O ensino de Física também. Contextualizar os conteúdos propostos para essa disciplina de forma a possibilitar ao estudante compreender o mundo contemporâneo (as comunicações, a internet, o celular, o funcionamento de aparelhos, os fenômenos ambientais, a origem e evolução do universo, os diagnósticos médicos etc.) exige um planejamento que permita ações mais integradas, que não considere a Física isolada dos conhecimentos de outras áreas, diferentemente das aulas expositivas que normalmente são trabalhadas.

A necessidade de uma metodologia de trabalho que inclua o estudante no processo de aprendizagem e leve em consideração suas dificuldades e limitações, seus conhecimentos prévios, suas concepções de mundo e que analise a necessidade e as circunstâncias em que vivem os estudantes, levou-nos à construção de uma Sequência Didática.

A proposta da Sequência Didática, enquanto situação de ensino e aprendizagem planejada e organizada passo a passo, é mostrar uma forma de planejamento que facilite a aprendizagem significativa dos estudantes, possibilitando a eles construir e se

apropriarem dos conhecimentos, atitudes e valores requeridos na Física, além de incentivar a curiosidade pela Ciência, assim como ensinar a interdisciplinaridade; fugindo de currículos fechados que impedem os estudantes de relacionarem o que estudam com o meio em que estão inseridos.

Por fim, por causa do isolamento social causado pela pandemia de Covid-19, causada pelo vírus SARS-COV-2 ou Novo Corona vírus, as aulas da Educação Básica passaram a ocorrer de forma remota, impossibilitando o trabalho com a Sequência Didática em sala e a pesquisa em sala de aula.

As aulas presenciais retornarão no início de 2021 para que possamos desenvolver a pesquisa pensada e planejada no início da construção deste Trabalho de Conclusão de Curso?

Ainda não há dados científicos suficientes que nos permita responder a esse questionamento. Não souo ingênuos para pensar que este trabalho poderá ser enfim finalizado, no ano de 2021. Mas podemos inferir que acadêmica, autora deste Trabalho de Conclusão de Curso, construiu uma identidade profissional de professora de Física e iniciará uma profissão docente tendo participado de uma vivência formativa importante, além de ter construído, numa perspectiva crítica e reflexiva, uma situação escolar real.

Referências

ARAÚJO, D. L. **O que é (e como se faz) sequência didática?** Entrepalavras, Fortaleza - ano 3, v.3, n.1, p. 322-334, jan/jul 2013.

BOGDAN, R. C.; BIKLEN, S. K. **Investigação qualitativa em educação: uma introdução à teoria e aos métodos.** Portugal: Porto Editora, 1994.

CUNHA, L. A. **Educação e Desenvolvimento Social no Brasil.** Rio de Janeiro: Francisco Alves, 1975.

GOIÁS. SEDUC/SEM. **Referenciais Curriculares – Ensino Médio (versão preliminar).** 2012. Disponível em: <http://www.seduc.go.gov.br/imprensa/documentos/arquivos/Curr%C3%ADculo%20Refer%C3%Aancia/Curr%C3%ADculo%20Refer%C3%Aancia%20da%20Rede%20Estadual%20de%20Educa%C3%A7%C3%A3o%20de%20Goi%C3%A1s!.pdf>. Acesso em: 30/03/2020.

GOIÁS. Secretaria de Estado da Casa Civil. **Decreto nº 9.634**, de 13 de março de 2020. Disponível em: https://legisla.casacivil.go.gov.br/pesquisa_legislacao/103011. Acesso em: 31/05/2020.

FERNANDES E.F. **As dificuldades de compreender física dos alunos do ensino médio das escolas públicas de Iguatu – CE.** Universidade Estadual do Ceará – UECE, Iguatu – Ceará, 2016. Disponível em: <http://www.uece.br/fisicaiguatu/dmdocuments/8--Emerson%20Ferreira%20Fernandes%20-%20AS%20DIFICULDADES%20DE%20COMPREENDER%20F%C3%8DSICA%20DOS%20ALUNOS%20DO%20ENSINO%20M%C3%89DIO%20DAS%20ESCOLAS%20P%C3%9ABLICAS%20DE%20IGUATU%20-%20CE%20-%202016.pdf>. Acesso em: 14/02/2020.

FREIRE, P. **Pedagogia da Autonomia: saberes necessários à prática educativa.** São Paulo: Editora Paz e Terra, 1996.

FUNDAÇÃO CARLOS CHAGAS. **FCC divulga resultados iniciais de pesquisa.** [S.I] [2020?]. Disponível em: < <https://www.fcc.org.br/fcc/fcc-noticia/fcc-divulga-resultados-iniciais-de-pesquisa/> > Acesso em: 12/08/ 2020.

LIBÂNEO, J. C. **Democratização da escola pública- a pedagogia crítico-social dos conteúdos.** São Paulo: edições Loyola, 1990.

MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M. **Fundamentos de metodologia científica.** 5. ed. - São Paulo: Atlas 2003.

NEVES, M. C. D. **A História da Ciência No Ensino De Física.** Revista Ciência & Educação 5, nº1, 1998. p. 73–81. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1516-73131998000100007&script=sci_abstract&tlng=pt. Acesso em: 28/02/2020.

POZO, J. I.; GÓMEZ-CRESPO, M. A. **Aprendizagem e o ensino de ciências: do conhecimento cotidiano ao conhecimento científico**. 5a ed. Porto Alegre: Artmed, 2009.

TAVARES, R. **Aprendizagem Significativa**. Revista Conceitos, n.55, p.10, 2004.

TERRAZZAN.A.E. **A inserção de física moderna e contemporânea no ensino de física na escola de 2º grau**. Cad. Cat. Ens. Fís., Florianópolis, v. 9, n.3: p.209-214, dez.1992. disponível em:
<https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/viewFile/7392/6785pdf/>. Acesso em: 28/02/2020.



PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE GOIÁS
PRO-REITORIA DE DESENVOLVIMENTO
INSTITUCIONAL

Av. Universitária, 1069 | Setor Universitário
Caixa Postal 86 | CEP 74605-010
Goiânia | Goiás | Brasil
Fone: (62) 3946.3081 ou 3089 | Fax: (62) 3946.3080
www.pucgoias.edu.br | prodin@pucgoias.edu.br

RESOLUÇÃO n°038/2020 – CEPE

ANEXO I

APÊNDICE ao TCC

Termo de autorização de publicação de produção acadêmica

A estudante Kássia Moreira Cunha do Curso de Licenciatura em Física, matrícula 2018.2.0018.0022-1, telefone: (62) 99312-6959 e-mail kassiamcunha@hotmail.com, na qualidade de titular dos direitos autorais, em consonância com a Lei nº 9.610/98 (Lei dos Direitos do autor), autoriza a Pontifícia Universidade Católica de Goiás (PUC Goiás) a disponibilizar o Trabalho de Conclusão de Curso intitulado O ENSINO DE FÍSICA NUCLEAR NO ENSINO MÉDIO: UMA PROPOSTA DE SEQUÊNCIA DIDÁTICA, gratuitamente, sem ressarcimento dos direitos autorais, por 5 (cinco) anos, conforme permissões do documento, em meio eletrônico, na rede mundial de computadores, no formato especificado Texto (PDF); para fins de leitura e/ou impressão pela internet, a título de divulgação da produção científica gerada nos cursos de graduação da PUC Goiás.

Goiânia, 16 de dezembro de 2020.

Assinatura do(s) autor(es):

Kássia Moreira Cunha

Nome completo do autor: Kássia Moreira Cunha

Assinatura do professor-orientador:

Nome completo do professor-orientador: Lilian Rodrigues Rios