



Encontros Integrados em Física e seu Ensino 2022

II Encontro do MNPEF (En-MNPEF)
VIII Escola Brasileira de Ensino de Física (EBEF)
XI Escola de Física Roberto A. Salmeron (EFRAS)

Universidade de Brasília
Instituto de Física
12 a 16 de dezembro de 2022

100 anos de Darcy Ribeiro

RADIAÇÕES IONIZANTES E SUAS APLICAÇÕES NO CONTEXTO DO ENSINO DE ONDAS COM UMA ABORDAGEM MULTIDISCIPLINAR E INTEGRADA A CAMPANHA DE PREVENÇÃO DO CÂNCER DE MAMA: OUTUBRO ROSA

THE IONIZING RADIATIONS AND ITS APPLICATIONS IN THE CONTEXT OF WAVES TEACHING WITH A MULTIDISCIPLINARY APPROACH AND INTEGRATED BREAST CANCER PREVENTION CAMPAIGN: OUTUBRO ROSA

Luís Henrique Lucas Ferreira¹, Everaldo Arashiro², Aline Guerra Dytz³

¹Mestrado Profissional em Ensino de Física - Polo 21 FURG, Colégio Estadual Cassiano do Nascimento, 05cre.luislucas@gmail.com.

²Instituto de Matemática, Estatística e Física (IMEF), Universidade Federal do Rio Grande (FURG), earashiro@furg.br.

³Instituto de Matemática, Estatística e Física (IMEF), Universidade Federal do Rio Grande (FURG), alinedytz@furg.br.

Resumo

Este trabalho trata da aplicação de um produto educacional de 5 encontros realizados durante 8 horas/aula que contextualizou parte do assunto de ondas com exames de raios X (ondas eletromagnéticas). Iniciou com uma breve discussão sobre exames de raio X, para que os alunos percebessem a realidade de rotinas de exames para diagnóstico médico no seu cotidiano, com a aplicação de um questionário para avaliação de conhecimentos e associações prévias dos conteúdos sobre ondas e radiações ionizantes. Uma das metas do produto envolveu a conscientização quanto a exames preventivos, como no caso do câncer de mama e com isso, parte do trabalho envolveu a comunidade escolar com a campanha nacional de prevenção ao câncer de mama chamada de "Outubro Rosa". Este produto educacional foi trabalhado com os alunos o engajamento da comunidade escolar em atividades benéficas e relacionadas ao cotidiano e interdisciplinaridade num projeto conjunto com conhecimentos de biologia e química. A avaliação do produto educacional foi feita através da reaplicação do questionário aplicado para verificar a compreensão e importância dos conhecimentos sobre o assunto.

Palavras-Chave: ensino de Física; radiações ionizantes e suas aplicações na Medicina; raios X e mamografia; interdisciplinaridade em ciências da natureza.

Abstract

This work deals with the application of an educational product of 5 meetings held during 8 hours/class that contextualized part of the subject of waves with X-ray exams (electromagnetic waves). It started with a brief discussion about X-ray exams, so that students could perceive the reality of routines of exams for medical diagnosis in their daily lives, with the application of a questionnaire to assess knowledge and previous associations of contents on waves and ionizing radiation. One of the product's goals involved raising awareness about preventive exams, as in the case of breast cancer, and with that, part of the work involved the school community with the national breast cancer prevention campaign called "Outubro Rosa". This educational product was worked with students to engage the school community in beneficial activities related to daily life and interdisciplinarity in a joint project with knowledge of biology and chemistry. The evaluation of the educational product was made through the reapplication of the questionnaire applied to verify the understanding and importance of knowledge on the subject.



Encontros Integrados em Física e seu Ensino 2022

II Encontro do MNPEF (En-MNPEF)
VIII Escola Brasileira de Ensino de Física (EBEF)
XI Escola de Física Roberto A. Salmeron (EFRAS)

Universidade de Brasília
Instituto de Física
12 a 16 de dezembro de 2022

100 anos de Darcy Ribeiro

Keywords: teaching physics; ionizing radiation and its applications in Medicine; X-rays and mammography; interdisciplinarity in natural sciences.

Introdução

Embora a maioria dos alunos já tenha ouvido falar sobre radiação (em desenhos, filmes ou livros de ficção ou entretenimento), nem sempre essas informações têm alguma abordagem científica. Interagimos com a radiação proveniente de várias fontes, tanto naturais quanto artificiais, e de fato a vida na Terra depende dela, sendo um aspecto fundamental do nosso cotidiano. Ainda temos um número significativo de pessoas que desconhecem completamente o assunto, muitos não sabem distinguir a diferença entre as radiações ionizantes e não ionizantes. Uma das justificativas para o ensino de Física das Radiações se baseia no potencial que esses conteúdos têm em fornecer a explicação científica para utensílios tecnológicos do cotidiano dos estudantes, como, por exemplo, equipamentos de raios X, além da Física das Radiações ser parte integrante dos conhecimentos de Física Moderna, conteúdo proposto pela Base Nacional do Currículo Comum (BNCC, 2018) para a área do ensino de Física.

Outro aspecto importante é que a abordagem de tal conteúdo pode ser explorada em Química e Biologia, integrando as áreas do saber das ciências da natureza, auxiliando a interdisciplinaridade na escola. A nova BNCC fala do ensino das Ciências da Natureza:

A integração de Biologia, Física e Química deve proporcionar a ampliação das habilidades investigativas e também se aprofundar conceitualmente nas temáticas exploradas pela Base do Fundamental: Matéria e Energia, Vida e Evolução e Terra e Universo (BNCC, 2018, p. 537).

Este trabalho foi desenvolvido para o ensino de Física das radiações contextualizando o ensino de ondas eletromagnéticas e, além de ser conectado com as atuais tecnologias, se enquadra e se adequa a uma abordagem interdisciplinar conforme proposto pelas diretrizes do novo Ensino Médio, buscando também uma abordagem multidisciplinar no sentido do conhecimento sobre radiações ionizantes poderem ser estudadas de forma simultânea, mas sem a necessidade de estarem interligadas de alguma maneira.

1. Fundamentação Teórica

O termo construtivismo foi utilizado pela primeira vez por Jean Piaget e atualmente muitos psicólogos e epistemólogos utilizam o construtivismo como base das teorias de aprendizagem, dentre eles: Paulo Freire, Vygotsky, Kelly e Ausubel. O construtivismo é um dos processos de ensino-aprendizagem pautada no cognitivismo interpretacionista (MOREIRA; OSTERMANN, 1999) e com isso entendemos que o aluno é construtor do seu próprio conhecimento.

Existem diversas teorias construtivistas, mas neste trabalho a teoria dos construtos pessoais (TCP) de George Kelly foi o processo de aprendizagem utilizado para a implantação, elaboração e avaliação do produto.

George Kelly, norte-americano nascido em 1905, fez graduação em Matemática e Física, mestrado em Sociologia Educacional e doutorado em Psicologia. Durante a maior parte de sua carreira foi professor de Psicologia na Ohio State University. Sua obra *Uma Teoria da Personalidade - A Psicologia dos Construtos Pessoais* (KELLY, 1963) tem duas noções básicas como pontos de partida e uma posição filosófica subjacente. As duas noções são:



Encontros Integrados em Física e seu Ensino 2022

II Encontro do MNPEF (En-MNPEF)
VIII Escola Brasileira de Ensino de Física (EBEF)
XI Escola de Física Roberto A. Salmeron (EFRAS)

Universidade de Brasília
Instituto de Física
12 a 16 de dezembro de 2022

100 anos de Darcy Ribeiro

primeira, que o ser humano poderia ser melhor entendido se fosse visto na perspectiva dos séculos, não na luz bruxuleante de momentos passageiros (KELLY, 1963, p. 3);

segunda, que cada indivíduo contempla à sua maneira o fluxo de eventos no qual ele se vê tão rapidamente carregado. "A posição filosófica é o alternativismo construtivo:

todas nossas interpretações do universo estão sujeitas à revisão ou substituição (KELLY, 1963, p. 15).

Para Kelly, todo o processo dinâmico que leva a aprendizagem pode ser identificado em 5 momentos, que se repetem cada vez que o indivíduo reconstrói réplicas de um evento:

- 1- **Antecipação:** levantamento dos conhecimentos prévios sobre determinado evento
- 2- **Investimento:** busca de informações para se fundamentar melhor e participar do evento (pesquisa em revistas, livros, internet e outros meios de informação)
- 3- **Encontro:** realização do evento propriamente dito: uma sala de aula, um museu, um laboratório, um jogo didático ou ainda uma Webconferência/sala virtual
- 4- **Confirmação ou desconfirmação:** confirmação ou negação das hipóteses
- 5- **Revisão Construtivista:** revisão dos conhecimentos que foram construídos anteriormente, poderia ser uma retrospectiva dos pontos-chaves das etapas anteriores.

Pela premissa da TCP de George Kelly, as pessoas nunca conhecem o mundo diretamente, mas apenas através de imagens que criam dele. Dessa forma, concebe o ser humano como um cientista que constrói e modifica os seus conhecimentos e hipóteses de acordo com a sua experiência, formando um ciclo que pode sempre se reiniciar na antecipação.

Em relação ao conteúdo de Física, este trabalho explora as ondas eletromagnéticas como sequência do estudo de ondas, com enfoque nas radiações ionizantes. As radiações são chamadas de ionizantes quando possuem energia suficiente para arrancar elétrons de átomos ou molécula produzindo íons: radicais e elétrons livres na matéria que sofreu a interação. As Radiações Ionizantes podem ser bastante penetrantes por causa do seu pequeno comprimento de onda ou alta energia. Assim, quanto maior a energia ou menor o comprimento de onda maior será a probabilidade de ela penetrar no meio. Podem ser radiações tanto corpusculares como eletromagnéticas e possuem energia suficiente para atravessarem ou penetrarem na matéria, ionizando átomos e moléculas. Essa ionização pode alterar o comportamento químico e ocasionar mutações nas células, podendo causar efeitos biológicos ou danos celulares (OKUNO; YOSHIMURA, 2010).

A interação das partículas carregadas rápidas com a matéria é subdividida em dois grandes grupos devido as interações que podem ocorrer. Um dos grupos é das partículas carregadas como partículas alfa, íons e produtos de fissão e o outro das partículas levemente carregadas como elétrons e pósitrons. (OKUNO; YOSHIMURA, 2010)

A radiação está presente em nosso cotidiano, seja ela natural ou artificial e com avanço na área tecnológica ela se apresenta em diversos aspectos nas nossas vidas como em exames de raios X, tratamento por radioterapia, aplicação industrial da gamagrafia, conservação de alimentos e esterilização. Frequentemente em meio às aulas de Física surge questionamento e discussões sobre assuntos de Física moderna e radiação seja pelo fato de vivenciar cotidianamente ou por ter tido conhecimento através de noticiários ou ainda por terem familiares que já se submeteram a exames ou tratamento, os alunos sempre se interessam em conhecer melhor e até entender os



princípios físicos envolvidos (TAUHATA, 2014).

Embora existam muitas aplicações para as radiações corpusculares, o foco deste trabalho está nas radiações eletromagnéticas. Assim o enfoque foi feito para os exames de raios X, justamente para contextualizar a Física Moderna aplicada a prevenção do câncer de mama, que são as radiações eletromagnéticas: raios X e radiação gama.

2. Metodologia

O público-alvo deste trabalho foram os alunos das turmas do segundo ano do Ensino Médio, turno manhã, do Colégio Estadual Cassiano do Nascimento, na cidade de Pelotas, RS, o produto foi aplicado no segundo semestre, no período de setembro até outubro de 2020 pelo sistema remoto (não presencial), num total de 8 períodos (FERREIRA, 2021). O trabalho foi feito paralelamente e durante as aulas de Física ondulatória, não causando prejuízo no conteúdo trabalhado com os alunos. O trabalho foi feito com 63 alunos, foram utilizados 8 períodos contando com as aulas de Física ondulatória. A idade média dos alunos era de 16 anos, não discriminando o gênero.

Seguindo a premissa da TCP de Kelly:

Em **um primeiro momento**, este produto educacional iniciou com um questionário sobre o conhecimento (construtos pessoais) sobre o raio X e suas aplicações com ênfase a mamografia, os alunos responderam conforme a sua experiência de vida ou expectativa apenas com o intuito de verificar os conhecimentos sobre o assunto. Neste ponto temos a **Antecipação**, segundo Kelly: o indivíduo faz um levantamento dos conhecimentos que já possui sobre determinado evento. Assim, na primeira aula de ondas foi entregue um questionário, solicitando que os alunos respondessem conforme seu conhecimento prévio. Foi estabelecido que a participação fosse voluntária, não valendo nota, nem causando prejuízo na avaliação. Não foi antecipado o tema, para que as respostas fossem baseadas nos seus conhecimentos e crenças.

Em **um segundo momento** do trabalho foram disponibilizados e apresentados alguns vídeos sobre a campanha do câncer de mama e relatos de pacientes que passaram pelo tratamento, pois conforme Kelly desde que nascemos, estamos desenvolvendo um conjunto de construtos pessoais. São essencialmente representações mentais que usamos para interpretar eventos e dar significado ao que acontece. Eles se baseiam em nossas experiências e observações, dessa forma é disponibilizado para todos novas experiências e observações para um desenvolvimento de novos construtos de uma realidade não vivida por muitos. Neste segundo momento temos o **Investimento** segundo Kelly: os alunos buscam as informações propostas pelo professor.

Em **um terceiro momento** os alunos tiveram contato com os conhecimentos científicos que envolvem o tema, através de palestras de pessoas graduadas na área bem como aulas sobre a Física (ondas) para ajudar os alunos construírem uma organização hierárquica do conhecimento, pois conforme Kelly acreditava que nossas formas de ver o mundo tendem a ser organizadas hierarquicamente. Assim, poderemos encontrar construções mais básicas na base da hierarquia; enquanto as construções mais complexas e abstratas seriam colocadas em níveis superiores. Assim, neste terceiro momento identifica-se o **Encontro**, segundo Kelly: momento em que os alunos esclarecem suas dúvidas e expõem suas percepções acerca do tema trabalhado.

Em **um quarto momento** para os encontros presenciais havia sido programado uma apresentação dos trabalhos feitos em grupos sobre o tema de radiações ionizantes. Para esta proposta deveria ser feita uma roda de conversa sobre o tema, para fazer a revisão construtivista. No caso do sistema remoto foi realizada uma revisão dos conhecimentos por encontros síncronos para discutir os pontos chaves das etapas anteriores, e os alunos responderam novamente o questionário inicial para verificar a mudança dos seus construtos pessoais que devem ter se dado através do trabalho proposto no segundo e terceiro momento, mostrando que conforme Kelly, a



recorrência de uma situação desempenha um papel importante na teoria das construções pessoais. Os construtos surgem porque refletem coisas que se repetem frequentemente em nossa experiência. **Confirmação ou desconfirmação:** os alunos percebem que seus conceitos do primeiro momento (antecipação) estão em conformidade ou não com todas as novas informações recebidas acerca do tema trabalhado com eles.

Em **um quinto momento** – avaliação e comparação do questionário quando aplicado antes e depois dos conceitos propostos para os encontros. Após a análise e cruzamento das respostas, foi feita uma aula síncrona com a participação da professora orientadora Aline Dytz como convidada, com as aulas no Meet, que foi gravada para assistir depois quantas vezes for necessário. Neste último encontro, segundo Kelly, foi feita uma **Revisão Construtivista:** ao responder o questionário, uma nova avaliação dos conceitos e novas respostas podem ser obtidas em função da possível mudança de paradigmas que o trabalho propiciou aos alunos.

O uso da Teoria de Kelly na aplicação do produto educacional também está pautado na problematização e na contextualização na qual foi associado conhecimentos de ondas como base para o entendimento da Física Moderna no que diz respeito a parte das radiações ionizantes que são comumente utilizadas como o caso de exames de raios X. A problematização consistiu em abordar questões que emergem de situações que fazem parte da vivência dos educandos e relacionados às contradições existenciais, sendo essa o ponto inicial de um processo voltado para se exercer uma análise crítica sobre a “realidade problema”, para que haja percepção desta questão e reconhecimento da necessidade de mudanças.

O produto utilizou como situação problema uma campanha anual realizada em outubro, com a intenção de alertar a sociedade sobre o diagnóstico precoce do câncer de mama: o OUTUBRO ROSA. A aplicação do produto foi no mês de outubro para os alunos se integrarem sobre a campanha do Outubro Rosa (investigação temática), onde muitos tinham ou tiveram casos de câncer na família, mesmo os que não tinham experiência se inteiraram sobre a doença (realidade problema). No decorrer do produto se descobriu que devido a pandemia tínhamos quase 3000 exames de mama esperando no HU (Hospital Universitário), visto que as mamografias estavam suspensas desde março, o que criou uma nova situação problema o que produziu segundo Freire a consciência máxima possível, e numa nova investigação se chegou ao IBA (Instituto Buquê do Amor) que pagava mamografias particulares para os casos de urgência.

3. Resultados e Discussões

Além da contextualização dos conteúdos de física com alguma situação do cotidiano houve uma *Live*, que foi gravada pelo link da escola, e ficou inacessível ao público, desta forma foi regravaada a partir do link da escola e redirecionada no YouTube, no canal da Professora Aline (DYTZ, 2021). Como resultado da apresentação da *Live* e do envolvimento da comunidade (alunos e familiares) no tema sobre radiações ionizantes e a questão da campanha de prevenção do câncer de mama, houve questionamentos e depoimentos que indicam a relevância da participação dos alunos e da importância de contextualização dos conteúdos na escola. Foram escolhidos três questionamentos e três depoimentos realizados pela comunidade participante da *Live*. Como questionamentos escolhidos para exemplificar e ampliar alguns debates sobre o assunto com os alunos, tivemos: “Vi na internet que mamografia causa câncer, está correto?”; “Qual a diferença entre quimioterapia e radioterapia?”; “Qual o melhor exame para câncer de mama?”.

E como depoimentos que os alunos trouxeram, podemos perceber que realmente a *Live* e o tema escolhido para este produto educacional foi relevante e motivador para os alunos, assim, destacamos: “Minha mãe teve câncer de mama e tratou na antiga FAU (Fundação de Apoio Universitário)”; Hoje Hospital Escola (EBSERH); “Não sabia que existia casas de acolhimento para



Encontros Integrados em Física e seu Ensino 2022

II Encontro do MNPEF (En-MNPEF)
VIII Escola Brasileira de Ensino de Física (EBEF)
XI Escola de Física Roberto A. Salmeron (EFRAS)

Universidade de Brasília
Instituto de Física
12 a 16 de dezembro de 2022

100 anos de Darcy Ribeiro

pacientes em tratamento. Levamos donativos em uma delas.”; “Uma vizinha tava [sic] precisando de um exame de mamografia, falei pra ela da ONG (Buquê do Amor)“.

Quanto aos questionários, perguntas do tipo: homens podem ter câncer de mama? Apenas 2% das respostas foram afirmativas antes da aplicação do produto, mas depois 100% das respostas concordaram que homens também têm câncer de mama. Assim como 5% dos alunos nunca tinham participado da campanha, embora 64% já tivesse ouvido falar dela e após a aplicação do produto todos participaram e passaram a saber do que se trata, inclusive seus familiares. Outro fato interessante é que apenas 23% dos sabiam que a mamografia é um exame de raios X e depois da aplicação do produto todos responderam que sim, mamografia é um tipo de exames que envolve raios X.

4. Considerações Finais

A proposta do desenvolvimento deste produto educacional foi feita para aulas presenciais, sem se imaginar que seríamos assolados por uma pandemia, que forçou sua adequação para um sistema remoto, ou híbrido. As adequações que foram feitas permitiram o desenvolvimento do produto, inovando conceitos abordados em sala de aula pela introdução de aspectos da Física Moderna que temos no cotidiano, aproximando a comunidade de assuntos importantes em relação a saúde e reforçando a prevenção de doenças que podem ser fatais, como no caso do câncer de mama. Este produto propôs a inserção da Física Moderna junto ao conteúdo de ondas e com isso houve uma contextualização dos estudos de ondas conforme proposto na nova BNCC, enfocando o conteúdo de radiações ionizantes para o processo ensino-aprendizagem da disciplina de Física do Ensino Médio, através de uma abordagem adequada ao sistema remoto de ensino.

Ficou evidenciada a importância das radiações ionizantes no Ensino Médio para que os alunos tenham noção dos seus efeitos no corpo humano, tanto em exames diagnósticos como em tratamentos, bem como os possíveis e reais riscos à saúde. Ficou evidenciada uma abordagem interdisciplinar para o aluno entender a multidisciplinaridade do tema, e entendesse o porquê da abordagem multidisciplinar em saúde utilizada hoje em dia.

Agradecimentos

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

Referências

BRASIL, Base Nacional Comum Curricular (BNCC). 2018.

DYTZ, A. G. Outubro Rosa: live YouTube, Física on-line, 27 de jul. 2021. Disponível em: <https://youtu.be/4kkih587vl8>. Acesso em 14 out. 2022.

FERREIRA, L. H. L. **Ensino de Física: radiações ionizantes e suas aplicações no contexto do ensino de ondas**. 2021. 76f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Física) – Universidade Federal do Rio Grande, FURG, Rio Grande. <https://argo.furg.br/?BDTD13075>

KELLY, G. A. **Theory of personality: the psychology of personal constructs**. New York: Norton, 1963.



Encontros Integrados em Física e seu Ensino 2022

II Encontro do MNPEF (En-MNPEF)
VIII Escola Brasileira de Ensino de Física (EBEF)
XI Escola de Física Roberto A. Salmeron (EFRAS)

Universidade de Brasília
Instituto de Física
12 a 16 de dezembro de 2022

100 anos de Darcy Ribeiro

MOREIRA, M. OSTERMANN, F. **Teorias Construtivistas**, Porto Alegre: Instituto de Física - UFRGS, 1999, p. 56 il. (Textos de apoio ao professor de Física; n. 10)

OKUNO E., YOSHIMURA E., **Física das Radiações**, São Paulo: Edusp, 2010.

TAUHATA, L; SALATI, I; DI PRINZIO, R. E.; DI PRINZIO, A. **Radioproteção e Dosimetria: Fundamentos**, Instituto de Radioproteção e Dosimetria (IRD/CNEN). Rio de Janeiro, Comissão Nacional de Energia Nuclear, 2014. (10ª revisão). Disponível em:
<http://appasp.cnen.gov.br/seguranca/documentos/FundamentosCORv10.pdf>