

Exames de diagnóstico médico por imagem: justificativas para sua abordagem no ensino básico de física

Medical imaging examinations: justifying its approach in the basic physics education

André Coelho da Silva

Instituto Federal de São Paulo (IFSP), campus Itapetininga
andco_8@yahoo.com.br

Maria José P. M. de Almeida

Universidade Estadual de Campinas (Unicamp)
mjpma@unicamp.br

Resumo

Apoiados em uma postura que valoriza elementos inerentes ao conhecimento de referência, mas também suas relações com elementos da cotidianidade dos estudantes, objetivamos investigar de que maneira a ideia em abordar exames de diagnóstico médico por imagem no ensino básico de física encontra ressonância na literatura da área de ensino de física e nas diretrizes curriculares brasileiras. Para isso, foram consultados os Parâmetros Curriculares Nacionais e revisados alguns trabalhos da área de ensino de física/ciências selecionados. Os resultados sugerem que a abordagem dos exames de diagnóstico médico por imagem, especialmente aqueles relacionados ao uso das radiações (radiografia, tomografia computadorizada, tomografia por emissão de pósitrons e ressonância magnética), pode ser justificada tanto pelo viés dos conteúdos de física envolvidos, muitos deles tópicos de Física Moderna e Contemporânea, quanto pelo viés do envolvimento dos estudantes.

Palavras chave: ensino de física, exames, conteúdos, ressonância magnética, radiografia, tomografia.

Abstract

Supported in a posture that values elements inherent to the reference knowledge, but also their relations with elements of students' daily life, we aimed to investigate how the idea to approach medical imaging examinations in the elementary physics education resonates in the literature of the physics education area and in the Brazilian curricular guidelines. For this, the National Curriculum Parameters were consulted and some selected studies of physics education area were reviewed. The results suggest that the approach of medical imaging examinations, especially those related to the use of radiations (radiograph, computed tomography, positron emission tomography and magnetic resonance), can be justified both from the perspective of physics content involved, many of them topics of Modern and Contemporary Physics, as the perspective of student engagement.

Key words: physics education, examinations, contents, magnetic resonance, radiography, tomography.

Introdução

No que se refere ao currículo, inicialmente, sua caracterização foi identificada com as questões de seleção e organização do que deveria ser ensinado (LOPES e MACEDO, 2011). Embora as compreensões contemporâneas de currículo sejam bastante diferentes dessa, a questão da seleção dos conteúdos, isto é, de “o que ensinar”, sempre está em pauta, qualquer que seja o curso ou o nível de ensino.

Quando pensamos no ensino básico formal, poderíamos distinguir, basicamente, *dois extremos*: I) a defesa de que os conteúdos para o ensino devem ser selecionados tendo como critério principal sua relevância dentro do campo de conhecimento de referência (sua relevância dentro da física, por exemplo); e II) a defesa de que os conteúdos para o ensino devem ser selecionados tendo como critério principal sua presença e relevância na vida dos sujeitos e para a sociedade como um todo. Enquanto o extremo I valoriza o conhecimento de referência e tem como finalidade formativa possibilitar o acesso a elementos desse conhecimento, o extremo II valoriza a aplicabilidade do conhecimento de referência a elementos da cotidianidade dos sujeitos e tem como finalidade formativa o aperfeiçoamento das práticas cotidianas.

Ao pensarmos na seleção de conteúdos para a física do ensino médio, consideramos que nenhum desses extremos é adequado. Dessa forma, assim como o fazem autores como Paulo Freire, Georges Snyders e João Zanetic, posicionamo-nos a favor de uma relação dialógica entre esses dois extremos, valorizando elementos inerentes ao conhecimento de referência, mas também suas relações com elementos da cotidianidade dos estudantes.

No ensino de física, entre as possibilidades coerentes com essa postura, está a abordagem do funcionamento de objetos tecnológicos contemporâneos, como o aparelho de CD/DVD, a televisão, o forno de micro-ondas e os aparelhos destinados à realização de exames e tratamentos médicos. Sendo assim, neste trabalho, temos como objetivo discutir justificativas para a abordagem do tema “exames de diagnóstico médico por imagem” no ensino básico de física com a finalidade de responder a questão de estudo: De que maneira a ideia em abordar exames de diagnóstico médico por imagem no ensino básico de física encontra ressonância na literatura da área de ensino de física e nas diretrizes curriculares brasileiras?

Para respondermos essa questão, num primeiro momento, explicitamos nosso apoio teórico-metodológico. A partir disso, num segundo momento, buscamos nos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs) e em trabalhos da literatura da área de ensino de física/ciências justificativas para a abordagem dos exames de diagnóstico médico por imagem no ensino básico de física.

Apoio teórico-metodológico

Snyders (1988), partindo dos conceitos de cultura primeira e cultura elaborada¹ e embasado

¹ Embora não explicita como está entendendo o termo “cultura”, Snyders (1988) conceitua a cultura primeira como a que nasce como decorrência da experiência direta com a vida; e a cultura elaborada como as artes, as letras, as ideias políticas, as ciências etc.

na noção de continuidade-ruptura conforme proposta por Gaston Bachelard, defende que a cultura elaborada, em um processo de continuidade-ruptura, completa a “satisfação cultural” para a qual tende a cultura primeira. A fim de proporcionar essa satisfação cultural, os conteúdos culturais trabalhados na escola, os quais seriam influenciados e também teriam influência sobre a sociedade, deveriam estar relacionados aos problemas e questionamentos contemporâneos, o que o leva a afirmar que a renovação escolar passa necessariamente pela renovação desses conteúdos, afinal, seriam eles que constituiriam a especificidade escolar:

Há um mundo de alegria que só o presente pode dar, pois o presente é o lugar de minhas tarefas e dos meus projetos; mesmo se podemos, se devemos compreender e gostar do passado, é muito evidente que só podemos agir no presente. A cultura elaborada só me trará plenamente a alegria que espero se (evidentemente sem negligenciar o passado) ela for até [...] o presente, se, mesmo quando se ocupa do passado, ela se estender ao presente, às técnicas de hoje, às obras contemporâneas, às tarefas contemporâneas. Uma cultura que me ajuda a tomar consciência do mundo de hoje e me faça sentir que é digno apaixonar-se por ele – a despeito de tudo. (Snyders, 1988, p. 46).

Por outro lado, Snyders (1988, p. 273) alerta para a importância em não confundirmos o “útil escolar” com o “útil habitual”, no sentido de que boa parte dos conteúdos culturais trabalhados na escola não terá consequências diretas para a vida: “aquilo que aprendemos em biologia não permite que me cuide, apenas permite que eu compreenda melhor o que o médico diz”. Nessa mesma linha de raciocínio, Feinstein, Allen e Jenkins (2013) argumentam que, pelo fato de os problemas do dia-a-dia serem muito específicos e contextualizados, o entendimento científico de determinado assunto, embora possa contribuir para a solução, raramente proporcionará a solução.

Ainda segundo Snyders (1988), a renovação dos métodos de ensino e das relações entre professores e alunos estaria subordinada à renovação dos conteúdos ensinados:

Não vamos trazer à escola, declarar na escola um pouco de jogo, de divertimento, de distração; não se trata de prometer que se vai apreender brincando, distraíndo-se, menos ainda de anunciar que se vai aprender quase sem dar conta. [...] A dificuldade, o esforço estarão continuamente presente [...] Se a escola quer rivalizar com o lazer no campo da distração, sempre será perdedora. No que diz respeito a ser “simpático” no modo do companheiro, o professor encontrar-se-á toda vez em inferioridade; a escola cansar-se-á em vão ao querer se equiparar com o agradável do extra-escolar. [...] (Snyders, 1988, p. 186).

Além disso todo método remeteria a um conteúdo: não há como aprender a ler sem ler algo, por exemplo.

De maneira coerente à valorização dos conteúdos efetuada por Snyders (1988), Silva e Almeida (2014) indicaram a partir de resultados obtidos junto a estudantes do ensino médio que, num primeiro momento, é o valor que estes atribuem aos conteúdos a serem trabalhados o responsável por desencadear o interesse em estudá-los. A forma como a discussão desses conteúdos é conduzida seria a responsável por manter, aumentar ou diminuir o que poderíamos chamar de nível de interesse prévio no assunto.

Finalizando nossa incursão pelas ideias trazidas por Snyders (1988) e já apontando para as justificativas relacionadas aos exames de diagnóstico médico por imagem, evidenciamos a seguir o que pensa o autor sobre a discussão do funcionamento de objetos tecnológicos contemporâneos no ensino formal:

No mundo técnico e científico em que vivemos, que os jovens provavelmente mais intensamente ainda que nós, o desejo de manejar eficazmente, de consertar, de fazer pequenos trabalhos domésticos, às vezes de arrumar ou de melhorar os objetos técnicos aparece-me como um dado certo – e não se separa de um desejo de compreendê-los (mobilete, carro, transistor, TV, geladeira etc.). Certamente uma imensa ansiedade, a interrogação infinitamente inquieta sobre o balanço benefícios-perigos que o progresso científico faz os homens sentirem, o símbolo universal sendo hoje as bombas atômicas; por outro lado a história das ciências é também ela uma história dolorosa, feita de oposições e de contradições, de modo algum uma subida regular na felicidade simples de avançar continuamente: tantas teorias que acreditávamos sólidas e que não resistiram. E também os limites, todos os males que não sabemos ainda cuidar. (Snyders, 1988, p. 98).

Exames de diagnóstico médico por imagem no ensino básico de física: buscando justificativas nos PCNs e na literatura da área

Elementos do funcionamento de muitos dos aparelhos de diagnóstico médico por imagem, assim como o de boa parte dos objetos tecnológicos contemporâneos, estão baseados em conceitos de Física Moderna e Contemporânea (FMC), cuja inserção no ensino médio já foi muito bem justificada por trabalhos como os de Terrazan (1992), Valadares e Moreira (1998), Ostermann e Cavalcanti (1999), Pena (2007), entre muitos outros. E, entre as justificativas, destacamos as que enfatizam a importância desses conhecimentos dentro da própria física, para o desenvolvimento tecnológico e para a formação dos estudantes.

Dessa forma, abordar o funcionamento de exames de diagnóstico médico por imagem, mais especificamente aqueles que se utilizam das radiações (como a radiografia, a tomografia computadorizada, a tomografia por emissão de pósitrons e a ressonância magnética) passa pela discussão de conteúdos extremamente valorizados pela física atual e pela área de ensino de física, ou seja, tópicos de FMC.

No que diz respeito às diretrizes normativas que balizam o ensino básico brasileiro, encontramos nas Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCN+), mais especificamente na parte que trata das Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias (Brasil, 2002), elementos que também possibilitam justificar o ensino do tema sob análise.

Em Brasil (2002), foram propostos seis temas estruturadores, entre eles, matéria e radiação, o qual é sugerido para a terceira série do ensino médio e também está presente em química. Seu objetivo seria propiciar uma compreensão mais abrangente sobre a constituição da matéria, possibilitando ao estudante identificar, lidar e reconhecer as radiações e seus diferentes usos.

Para cada tema estruturador foram propostas unidades temáticas. As que se referem ao tema estruturador matéria e radiação são: 1) matéria e suas propriedades; 2) radiações e suas interações; 3) energia nuclear e radioatividade; 4) eletrônica e informática. Além disso, para cada unidade temática foram elencadas competências a serem desenvolvidas. Para a unidade temática 1: utilizar os modelos atômicos propostos para a constituição da matéria para explicar diferentes propriedades dos materiais (térmicas, elétricas, magnéticas etc.); relacionar os modelos de organização dos átomos e moléculas na constituição da matéria às características macroscópicas observáveis em cristais, cristais líquidos, polímeros, novos materiais etc.; e compreender a constituição e organização da matéria viva e suas especificidades, relacionando-as aos modelos físicos estudados. Para a unidade temática 2: identificar diferentes tipos de radiações presentes na vida cotidiana, reconhecendo sua

sistematização no espectro eletromagnético (das ondas de rádio aos raios gama) e sua utilização através das tecnologias a elas associadas (radar, rádio, forno de micro-ondas, tomografia etc.); compreender os processos de interação das radiações com meios materiais para explicar os fenômenos envolvidos em, por exemplo, fotocélulas, emissão e transmissão de luz, telas de monitores, radiografias; e avaliar efeitos biológicos e ambientais do uso de radiações não-ionizantes em situações do cotidiano. Para a unidade temática 3: compreender as transformações nucleares que dão origem à radioatividade para reconhecer sua presença na natureza e em sistemas tecnológicos; conhecer a natureza das interações e a dimensão da energia envolvida nas transformações nucleares para explicar seu uso em, por exemplo, usinas nucleares, indústria, agricultura ou medicina; e avaliar os efeitos biológicos e ambientais, assim como medidas de proteção, da radioatividade e radiações ionizantes. Para a unidade temática 4: identificar a presença de componentes eletrônicos, como semicondutores, e suas propriedades nos equipamentos contemporâneos; identificar elementos básicos da microeletrônica para compreender o processamento de informação (processadores, microcomputadores etc.), redes de informática e sistemas de automação; e acompanhar e avaliar o impacto social e econômico da automação e informatização na vida contemporânea (BRASIL, 2002).

Portanto, há relações entre as competências propostas para essas unidades temáticas e os exames de diagnóstico por imagem, especialmente no que se refere às unidades temáticas 2 e 3, uma vez que exames como radiografia, tomografia computadorizada, tomografia por emissão de pósitrons e ressonância magnética funcionam com base em diferentes tipos de radiação.

O longo trecho a seguir também permite justificar a abordagem de exames de diagnóstico médico por imagem no ensino básico de física:

O cotidiano contemporâneo depende, cada vez mais intensamente, de tecnologias baseadas na utilização de radiações e nos avanços na área da microtecnologia. Introduzir esses assuntos no ensino médio significa promover nos jovens competências para, por exemplo, ter condições de avaliar riscos e benefícios que decorrem da utilização de diferentes radiações, compreender os recursos de diagnóstico médico (radiografias, tomografias etc.), acompanhar a discussão sobre os problemas relacionados à utilização da energia nuclear ou compreender a importância dos novos materiais e processos utilizados para o desenvolvimento da informática. [...] Nessa abordagem, uma vez que a maior parte dos fenômenos envolvidos depende da interação da radiação com a matéria, será adequado um duplo enfoque: por um lado, discutindo os modelos de constituição da matéria, incluindo o núcleo atômico e seus constituintes; por outro, caracterizando as radiações que compõem o espectro eletromagnético, por suas diferentes formas de interagir com a matéria. [...] A compreensão desses aspectos pode propiciar, ainda, um novo olhar sobre o impacto da tecnologia nas formas de vida contemporâneas, além de introduzir novos elementos para uma discussão consciente da relação entre ética e ciência. (BRASIL, 2002, p. 77).

A literatura da área de ensino de física/ciências também nos oferece outros elementos para respondermos à questão de estudo proposta, mais especificamente a partir dos trabalhos desenvolvidos por: Weltner *et al.* (1980); Jones e Kirk (1990); Jones, Howe e Rua (2000); Taber (2004); Baram-Tsabari e Yarden (2005); Christidou (2006); Yerdelen-Damar e Eryilmaz (2010); e Cakmakci *et al.* (2012); os quais levantaram temas que interessariam aos estudantes compreender.

Weltner *et al.* (1980) analisaram o interesse de 1234 estudantes alemães com faixa etária entre 11 e 16 anos em aspectos de física e tecnologia. Entre os resultados, destacamos algumas

tendências: tanto meninos quanto meninas indicaram maior interesse em tecnologia do que em física pura; enquanto meninos indicaram preferência pela eletricidade, pela mecânica e pela física nuclear, meninas indicaram preferência pela óptica, pela física nuclear e pela acústica; e tanto meninos quanto meninas afirmaram ter interesse em problemas contemporâneos que possuem relação com a física e a tecnologia, como usinas nucleares, satélites e radioatividade.

Jones e Kirk (1990) desenvolveram um trabalho com 500 estudantes neozelandeses com faixa etária de 15-16 anos objetivando identificar seus interesses no que diz respeito a aplicações tecnológicas. Os resultados indicaram que as meninas tendem a se interessar bastante por aplicações médicas e por tecnologias modernas como o forno de micro-ondas, o laser e os motores de carro. Já os meninos se interessariam mais por essas novas tecnologias e por dispositivos técnicos. Em relação às aplicações domésticas e à natureza, não houve diferença entre os gêneros. Os autores discutem ainda possíveis razões para um estudante se interessar por um objeto tecnológico: o envolvimento direto de pessoas; a relação com o ambiente dos estudantes (casa, escola e sociedade); a relação com as carreiras futuras e a antecipação de necessidades; a curiosidade em conhecer o funcionamento; e a novidade em termos tecnológicos e eletrônicos.

Jones, Howe e Rua (2000) investigaram as experiências e atitudes perante a ciência de 437 estudantes estadunidenses da 6ª série. Segundo os autores, a literatura da área de ensino de ciências tem notado que as meninas muitas vezes não gostam de ciências físicas porque não veem nessas áreas a possibilidade de ajudar as pessoas, os animais ou o ambiente como um todo, diferentemente da biologia, por exemplo. A associação mais comum seria física-guerras-destruição. Apesar de haver exceções, os resultados de Jones, Howe e Rua (2000) indicaram que os meninos se interessam mais por assuntos relacionados à física, como aviões, carros, computadores, luz, eletricidade, radioatividade, novas fontes de energia e raios X. Já as meninas se interessaram mais por assuntos relacionados à biologia, como alimentação saudável, AIDS e comunicação animal. Mais especificamente a respeito de alguns tópicos que se relacionam a este trabalho, foram obtidos os seguintes níveis de interesse: últimos desenvolvimentos em tecnologia: 68% meninos e 46% meninas; como a radioatividade nos afeta: 48% meninos e 31% meninas; raios X e ultrassom na medicina: 54% meninos e 43% meninas.

Considerando que um aluno interessado consegue se concentrar, motivar, trabalhar e aprender melhor, Taber (2004) investigou que pergunta estudantes de 14 anos – a maioria meninos - de uma turma do Reino Unido gostariam de ver respondida. A maioria das questões formuladas foi sobre o “mundo vivo”, particularmente sobre aspectos do corpo humano, da psicologia humana e de como o ser humano se relaciona com outras espécies.

Baram-Tsabari e Yarden (2005) analisaram 1676 perguntas sobre ciência e tecnologia submetidas por crianças israelenses (10,6 anos em média) a uma série televisiva. Quase metade das questões dizia respeito à biologia, um quarto à tecnologia e um oitavo à astrofísica. A partir desse resultado, os autores sugerem que a física e a química sejam abordadas no contexto da ciência espacial ou com referência a aplicações tecnológicas.

Christidou (2006) investigou o interesse de 583 estudantes gregos (cerca 15 anos de idade) em assuntos relacionados à ciência, bem como quais eram suas experiências extraescolares mais frequentes no dia-a-dia. Enquanto as meninas disseram se interessar mais em tópicos relacionados à biologia humana, à saúde e à forma física, os meninos disseram se interessar mais pela ciência, tecnologia e suas dimensões sociais. Enquanto as meninas disseram utilizar mais instrumentos e dispositivos tecnológicos (como celular, câmera, etc.), os meninos disseram utilizar mais o computador e fazer trabalhos manuais (como desmontar um

equipamento, por exemplo). Tendo em vista o interesse manifestado pelos jovens acerca de tópicos relacionados à saúde e a frequência com que disseram utilizar equipamentos tecnológicos, Christidou (2006) sugere que uma abordagem didática potencialmente relevante seria combinar a biologia humana e a saúde com o uso de dispositivos tecnológicos.

Yerdelen-Damar e Eryilmaz (2010) analisaram 995 questões de física submetidas a um site turco do tipo “pergunte a um cientista”. O site foi criado por uma revista destinada a adolescentes com mais de 13 anos de idade e publicada pelo Conselho Turco de Pesquisa Científica e Tecnológica. As questões foram classificadas de acordo com a área de interesse e a motivação para a questão (aplicada ou não). 30,7% das questões envolviam elementos associados à física moderna; 27,9% à mecânica; 23,8% à eletricidade e magnetismo; 7,8% à termodinâmica; 6,4% à luz e óptica; e 3,3% às vibrações e ondas. Já os tópicos mais mencionados foram: princípio da relatividade de Einstein; atrito; leis do decaimento radioativo; fóton; raios X; e leis do movimento. 82,5% das perguntas foram feitas por curiosidade geral e 11,1% para “uso pessoal”. Não foram observadas diferenças significativas entre os gêneros.

Tomando como problema a ideia que muitos estudantes teriam de que a ciência escolar traz respostas desinteressantes para questões nunca perguntadas, Cakmakci *et al.* (2012) investigaram o interesse em ciências por meio da formulação de questões em contextos formais e informais de ensino. 739 estudantes turcos com faixa etária entre 7 e 14 anos formularam questões durante as aulas. Além disso, leitores de uma revista de divulgação científica destinada a crianças e adolescentes também formularam questões, totalizando 826. No geral, 32,8% das questões diziam respeito à biologia; 17,8% à astrofísica; 12,2% à natureza da pesquisa científica; 10,6% à tecnologia; 10,3% à física; 8,4% à química; e 7,8% às ciências da terra. Boa parte das questões em biologia estava relacionada diretamente à vida dos estudantes. Meninas perguntaram mais sobre biologia e ciências da terra do que os meninos. Para as outras áreas houve equilíbrio. Biologia e astrofísica foram as áreas mais populares entre meninos e meninas. Meninos fizeram mais questões relacionadas à tecnologia que meninas. Cakmakci *et al.* (2012) afirmam que uma das razões que faz com que muitos estudantes considerem o currículo em ciências enfadonho, desinteressante, irrelevante e incoerente com sua curiosidade e interesse é a valorização daquilo que os estudantes supostamente deveriam saber em detrimento da valorização daquilo que os estudantes gostariam de saber sobre ciência.

Essa incursão em alguns trabalhos da literatura da área de ensino de física/ciências, em síntese, parece evidenciar que boa parte dos estudantes do ensino básico se interessa por assuntos relacionados à tecnologia e à saúde, especialmente por se tratar de aspectos diretamente relacionados a suas cotidianidades. Nesse sentido, segundo Roth (2014), não haveria nada mais específico que a saúde pessoal, uma vez que a dor e o sofrimento, por exemplo, são acessíveis de forma direta e imediata apenas à pessoa que os sente.

Considerações finais

Voltando à questão que nos propusemos a responder, ou seja: De que maneira a ideia em abordar exames de diagnóstico médico por imagem no ensino básico de física encontra ressonância na literatura da área de ensino de física e nas diretrizes curriculares brasileiras?, esperamos ter evidenciado que a abordagem dos exames de diagnóstico médico por imagem, especialmente aqueles relacionados ao uso das radiações, pode ser justificada tanto pelo viés dos conteúdos de física envolvidos (muitos deles tópicos de FMC) quanto pelo viés do envolvimento dos estudantes. Nesse sentido, apontamos a relevância da elaboração de

materiais didáticos sobre o assunto, bem como o desenvolvimento de propostas dessa natureza no ensino médio e na formação de professores de física.

Referências

- BARAM - TSABARI, A.; YARDEN, A. Characterizing children's spontaneous interests in science and technology. **International Journal of Science Education**, v. 27, n. 7, p. 803-826, 2005.
- BRASIL. MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. SECRETARIA DA EDUCAÇÃO MÉDIA E TECNOLÓGICA. **Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais – Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias (PCN+ Ensino Médio)**. Ministério da Educação, Secretaria da Educação Média e Tecnológica: Brasília, 2002.
- CAKMAKCI, G. *et al.* Investigating Turkish Primary School Students' Interest in Science by Using Their Self-Generated Questions. **Research in Science Education**, v. 42, n. 3, p. 469-489, 2012.
- CHRISTIDOU, V. Greek Students' Science - related Interests and Experiences: Gender differences and correlations. **International Journal of Science Education**, v. 28, n. 10, p. 1181-1199, 2006.
- FEINSTEIN, N. W.; ALLEN, S.; JENKINS, E. Outside the Pipeline: Reimagining Science Education for Nonscientists. **Science**, v. 340, p. 314-317, 2013.
- JONES, A. T.; KIRK, C. M. Gender differences in students' interests in applications of school physics. **Physics Education**, v. 25, n. 6, 1990.
- JONES, M. G.; HOWE, A.; RUA, M. J. Gender Differences in Students' Experiences, Interests, and Attitudes toward Science and Scientists. **Science Education**, v. 84, n. 2, p. 180-192, 2000.
- LOPES, A. C.; MACEDO, E. **Teorias de Currículo**. São Paulo, Cortez Editora, 2011.
- OSTERMANN, F.; CAVALCANTI, C. J. H. Física moderna e contemporânea no ensino médio: elaboração de material didático, em forma de pôster, sobre partículas elementares e interações fundamentais. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, v. 16, n. 3, p. 267-286, 1999.
- PENA, F. L. A. Por que, nós professores de Física do Ensino Médio, devemos inserir tópicos e idéias de física moderna e contemporânea na sala de aula? **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 28, n. 1, p. 1-2, 2006.
- ROTH, W. Personal Health - Personalized Science: A new driver for science education? **International Journal of Science Education**, v. 36, n. 9, p. 1434-1456, 2014.
- SILVA, A. C.; ALMEIDA, M. J. P. M. A Leitura Por Alunos do Ensino Médio de Um Texto Considerado de Alto Grau de Dificuldade. **Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, v. 7, n. 1, p.49-73, 2014.
- SNYDERS, G. **A alegria na escola**. São Paulo: Editora Manole, 1988.
- TABER, K. S. Discovering students' interests opens doors to their learning. V. 39, n. 5, p. 378-379, 2004.
- TERRAZAN, E. A. A inserção da física moderna e contemporânea no ensino de Física na

escola de 2º grau. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 9, n. 3, 1992.

VALADARES, E. C.; MOREIRA, A. M. Ensinando Física moderna no segundo grau: Efeito fotoelétrico, laser e emissão de corpo negro. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, v. 15, n. 2, p. 121-135, 1998.

WELTNER, K.; *et al.* Interest of Intermediate-Level Secondary Students in Physics and Technology. **European Journal of Science Education**, v. 2, n. 2, p. 183-189, 1980.

YERDELEN-DAMAR, S.; ERYILMAZ, A. Questions About Physics: The Case of a Turkish ‘Ask a Scientist’ Website. **Research in Science Education**, v. 40, n. 2, p. 223–238, 2010.